



RAPPORT / FINAL REPORT

1999011

*Aan het einde uit de baan gelopen
met de EL AL Boeing 747, registratie 4X-AXK,
op Amsterdam Airport Schiphol,
8 februari 1999.*

Den Haag, December 2001

De Eindrapporten van de Raad voor de Transportveiligheid zijn openbaar. Een ieder kan daarvan gratis een afschrift verkrijgen door schriftelijke bestelling bij Sdu Grafisch Bedrijf bv, Christoffel Plantijnstraat 2, Den Haag, telefax nr. 070 378 9744. Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Raad: www.rvtv.nl.

RAAD VOOR DE TRANSPORTVEILIGHEID

De Raad voor de Transportveiligheid is een zelfstandig bestuursorgaan (ZBO) met een eigen rechtspersoonlijkheid dat bij wet is ingesteld met als taak te onderzoeken en vast te stellen wat de oorzaken of vermoedelijke oorzaken zijn van individuele of categorieën van ongevallen en incidenten in alle transportsectoren te weten, de scheepvaart, de luchtvaart, het railvervoer en wegvervoer alsmede het buisleidingen transport. Het uitsluitend doel van dergelijk onderzoek is toekomstige ongevallen of incidenten te voorkomen en indien de uitkomsten van een en ander daartoe aanleiding geven daaraan veiligheidsaanbevelingen te verbinden. De organisatiestructuur bestaat uit een overkoepelende Raad voor de Transportveiligheid en daaronder een onderverdeling in Kamers per transportsector. Deze worden ondersteund door een staf van onderzoekers en een secretariaat.

SAMENSTELLING VAN DE RAAD EN DE KAMER LUCHTVAART

Raad

Voorzitter: Mr. P. van Vollenhoven
Mr. A.H. Brouwer-Korf
F.W.C. Castricum
J.A.M. Elias
Mr. D.M. Dragt
Mr. J.A.M. Hendriks
Mr. E.R. Müller
Prof. Dr. U. Rosenthal
Mr. E.M.A. Schmitz
J. Stekelenburg
Dr. Ir. J.P. Visser
Mr. G. Vrieze
Prof. Dr. W.A. Wagenaar
Prof. Dr. Ir. J.S.H.M. Wismans

Kamer Luchtvaart

Voorzitter: Mr. E.R. Müller
C. Barendregt
Ir. H. Benedictus
H.P. Corssmit
J. Hofstra
Ir. T. Peschier
Drs. J. Smit
Ir. M. van der Veen

Secretaris-directeur: Mr. S.B. Boelens
Senior secretaris: Drs. J.H. Pongers

Secretaris: Ing. K.E. Beumkes

Bezoekadres: Prins Clauslaan 18
2595 AJ Den Haag
telefoon (+31) 070 333 7000
Internet: <http://www.rvtv.nl>

Postadres: Postbus 95404
2509 CK Den Haag
telefax (+31) 070 333 7077/78

INHOUD

VOORWOORD	5
KORTE SAMENVATTING	6
AANBEVELINGEN	6
AFKORTINGEN	7
1 ALGEMENE GEGEVENS VAN HET ERNSTIGE INCIDENT	9
2 FEITELIJKE INFORMATIE	11
2.1 <i>Het verloop van de vlucht</i>	11
2.2 <i>Letsel</i>	13
2.3 <i>Schade aan het vliegtuig</i>	13
2.4 <i>Schade aan derden</i>	13
2.5 <i>Gegevens bemanning</i>	14
2.6 <i>Gegevens van het vliegtuig</i>	14
2.6.1 <i>Algemeen</i>	14
2.6.2 <i>Gewicht en zwaartepuntverdeling</i>	15
2.6.3 <i>Berekening benodigde baanlengte</i>	15
2.6.4 <i>Operationele procedures</i>	15
2.7 <i>Meteorologische gegevens</i>	16
2.7.1 <i>Algemene situatie</i>	16
2.7.2 <i>Weersvoorspelling voor de luchthaven Schiphol, Amsterdam</i>	16
2.7.3 <i>Weersomstandigheden ten tijde van het incident</i>	16
2.7.4 <i>ATIS gegevens</i>	16
2.8 <i>Navigatiehulpmiddelen</i>	16
2.9 <i>Radiocommunicatie</i>	17
2.10 <i>Gegevens vliegveld</i>	17
2.11 <i>Vluchtregistratie apparatuur</i>	17
2.12 <i>Omschrijving van de schade</i>	18
2.13 <i>Medische en pathologische gegevens</i>	18
2.14 <i>Brand</i>	18
2.15 <i>Overlevingsaspecten</i>	18
2.16 <i>Nadere onderzoeken</i>	18
2.17 <i>Organisatie en management informatie</i>	18
2.17.1 <i>Baanconditie rapporten en ATIS</i>	18
2.17.2 <i>Baanconditie rapporten voor baan 01L</i>	19
2.18 <i>Overige informatie</i>	19
2.19 <i>Nieuwe onderzoekstechnieken</i>	19

3 ANALYSE	21
3.1 <i>Algemeen</i>	21
3.2 <i>Informatie van de verkeersleiding aan de bemanning</i>	21
3.3 <i>Bruikbaarheid CCIS/ATIS systeem</i>	21
3.4 <i>Berekening benodigde baanlengte versus beschikbare baanlengte</i>	22
3.5 <i>Uitvoering nadering en landing door de bemanning</i>	22
3.6 <i>Actuele weersomstandigheden ten tijde van de landing</i>	23
4 CONCLUSIES	25
5 WAARSCHIJNLIJKE OORZAAK	27
6 AANBEVELINGEN	29
BIJLAGEN	
A <i>Foto van de 4X-AXK na het incident</i>	53
B <i>ATIS informatie</i>	55
C <i>ATC Transcript</i>	57
D <i>Plattegrond luchthaven (Amsterdam Airport Schiphol)</i>	79
E <i>Artikel over landingen op gladde banen</i>	81
<i>(Boeing Airliner Edition October/December 1992 "Landing on Slippery Runways")</i>	

Het onderzoek van de Raad is, conform Bijlage 13 bij het Verdrag van Chicago alsmede Richtlijn nr. 94/56/EG, houdende vaststelling van de grondbeginselen voor het onderzoek van ongevallen en incidenten in de burgerluchtvaart, van de Raad voor de Europese Gemeenschappen, niet gericht op het toerekenen van schuld of aansprakelijkheid.

Mr. Pieter van Vollenhoven
Voorzitter van de Raad

Mr. S.B. Boelens
Secretaris-Directeur




N.B.:

Dit rapport is in de Nederlandse en Engelse taal gepubliceerd.

Bij verschil in interpretatie dient de Engelse tekst als bindend te worden beschouwd.

VOORWOORD

Het ernstige incident betreft een vrachtlucht uitgevoerd door de Israëlische luchtvaartmaatschappij EL AL van New York (John F. Kennedy Airport) met bestemming Schiphol. Er waren geen bijzonderheden gedurende de vlucht. Ten tijde van de (verwachte) aankomsttijd op Schiphol was een koufront actief dat gepaard ging met onweer, regen en sneeuw.

Na het eerste radiocontact met de Nederlandse luchtverkeersleiding kreeg de bemanning opdracht de daling in te zetten en naar de *holding*¹ te vliegen. Tijdens de daling werd de benodigde baanlengte voor de landing onder de gegeven weersomstandigheden en het vliegtuiggewicht door de bemanning gecontroleerd versus de beschikbare baanlengte met behulp van de vlieghandboeken. Daarvoor werd gebruik gemaakt van de door Schiphol opgegeven *braking action*² van de landingsbaan in gebruik, zijnde baan 01R(echts).

In de holding kreeg de bemanning van de verkeersleiding te horen dat zij baan 01L(inks) kreeg toegewezen als landingsbaan in plaats van baan 01R. In de conversaties over en weer werd niet de standaard internationale radio telefonie fraseologie gebruikt met betrekking tot het beschrijven van de baanconditie van baan 01L, waardoor de bemanning de verkeerde indruk kreeg dat de braking action van baan 01L hetzelfde was als die van baan 01R. Vanwege de gewijzigde landingsbaan en omdat het vliegtuiggewicht weer was afgenomen in de tijd als gevolg van de brandstofconsumptie, werd de benodigde baanlengte door de bemanning opnieuw berekend, maar nu voor baan 01L. Voor baan 01L was de berekening in orde.

In werkelijkheid was de braking action van het laatste deel van de nieuw toegewezen baan 01L slechter dan die van 01R. Deze informatie heeft de bemanning nooit bereikt.

De weerscondities waren aan grote verandering onderhevig. Tussen de tijd dat de baanoppervlakte-gesteldheid van baan 01L was gemeten en de tijd van de landing van de 4X-AXK passeerde er een bui over het laatste deel van de baan. Hierdoor werd de braking action van het laatste deel nog veel slechter. Juist deze op het allerlaatste moment optredende gladheid is van doorslaggevende betekenis geweest voor het ontstaan van het ernstige incident.

Kort nadat het vliegtuig was geland, bemerkte de gezagvoerder dat de 4X-AXK niet de verwachte remwerking ondervond. Pogingen van de bemanning hier iets aan te doen hadden minimaal effect. Zelfs neuswielbesturing in de uitloop van de landing bij lage rijsnelheid had geen enkel effect, hetgeen indicatief was voor de gladheid van de baan.

De 4X-AXK kwam met het neuswiel 30 meter voorbij het einde van baan 01L in de modder tot stilstand. De voorste 4 wielen van het 16-wielen-tellende hoofdlandingsgestel waren net voorbij het einde van de baan gepasseerd en gedeeltelijk in de modder gezonken.

¹ Een 'holding' is een locatie in het Nederlands luchtruim waar vliegtuigen tijdelijk worden 'geparkeerd' als het aanbod van vliegtuigen groter is dan de verwerkingscapaciteit van de luchtverkeersleiding en/of van de luchthaven van bestemming. Dit komt onder andere voor in gevallen van grote drukte (piekuren) of bij slecht weer. Het Nederlands luchtruim heeft voor vliegtuigen met bestemming Schiphol, 3 van zulke holdings.

² 'Braking action' geeft de mate van remwerking van het (start-of landings)baanoppervlak weer: GOOD, MEDIUM, POOR of een combinatie daarvan. Per 1/3 deel van de baan wordt de braking action gegeven.

Los van de specifieke plotseling verslechterende weersomstandigheden op het allerlaatste moment, is uit het onderzoek gebleken dat het huidige systeem van tijdig informeren van vliegtuigbemanningen over de baanoppervlaktegesteldheid onder invloed van snel veranderende weersomstandigheden in zijn algemeenheid niet optimaal is. Het systeem is tevens vatbaar voor menselijk falen.

Een veiligheidsaanbeveling is dan ook gericht aan het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (KNMI), de Schiphol Group (Amsterdam Airport Schiphol) en de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) op een beter systeem van -en tijdige informatievoorziening aan vliegtuigbemanningen met betrekking tot de baan(oppervlakte)gesteldheid. Aan de luchtvaartmaatschappij EL AL, LVNL en het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is tevens een veiligheidsaanbeveling gericht op het gebruik van de voorgeschreven internationale standaard (ICAO) radio telefonie fraseologie tijdens onderlinge berichtenwisselingen.

KORTE SAMENVATTING

Vlucht ELY 812 was een vrachtlucht met een Boeing 747-245F van Los Angeles via New York en Amsterdam Airport Schiphol naar Tel Aviv. Op 8 februari vertrok ELY 812 vanaf de luchthaven John F. Kennedy de vlucht naar Schiphol, Amsterdam verliep zonder problemen. Door de weersvoorspelling voor de verwachte tijd van aankomst was de bemanning op de hoogte van het feit dat gerekend moest worden op een passerend koufront met westelijke tot noordwestelijke winden, cumulonimbus bewolking, regen en sneeuw. Tijdens de nadering werd de landingsbaan gewijzigd van 01R naar 01L. De eerste officier voerde een standaard ILS nadering uit met gekoppelde automatische piloot gevolgd door een landing op de automatische piloot op baan 01L. Het tweede gedeelte van de baan was bedekt met sneeuw en de bemanning was niet in staat om het vliegtuig voor het einde van de baan tot stilstand te brengen. Met een zeer lage snelheid schoof het vliegtuig voorbij het einde van de baan.

AANBEVELINGEN

- Luchthaven Schiphol, Luchtverkeersleiding Nederland en KNMI dienen de bestaande procedures met betrekking tot het gebruik van het CCIS/ATIS systeem te herzien, teneinde:
 - de invloed van foutief menselijk handelen zoveel mogelijk uit te schakelen;
 - mogelijkheden te onderzoeken om ook onder snel wisselende omstandigheden bemanningen tijdig te kunnen informeren.
- EL AL dient de naderings- en landingsprocedures met betrekking tot de snelheidscontrole in de "autoland mode" te herzien.
- Zowel de verkeersleiding als de bemanningen dienen gebruik te maken van standaard International Civil Aviation Organization radiocommunicatie uitdrukkingen.

ABBREVIATIONS

AFKORTINGEN

AAS	Amsterdam Airport Schiphol	
ACC	area control center	algemene verkeersleiding
ATC	air traffic control	luchtverkeersleiding
ATIS	automatic terminal information service	automatische uitzending van informatie (betreffende vertrek en nadering)
ATPL	airline transport pilot's license	verkeersvliegbewijs
BKN	broken	gebroken; 5/8 t/m 7/8 wolkenbedekkingsgraad
CB	cumulonimbus	cumulonimbus
CCIS	closed circuit information system	interne informatie netwerk
CVR	cockpit voice recorder	
DP	dewpoint	dauwpunt
EHAM	ICAO designator for AAS	ICAO benoeming voor AAS
ELY	ICAO designator for EL AL	ICAO benoeming voor EL AL
FDR	flight data recorder	vlucht data recorder
FEW	few	weinig; 1/8 t/m 2/8 wolkenbedekkingsgraad
FL	flight level	vliegniveau
FM	from	van
FT (ft)	feet	voet(en) [1 ft = 0,305 meter]
G	gust(s)	windvla(a)g(en)
GEM	medium	gemiddeld
GS	small hail and/or snow pellets or combinations thereof	korrelhagel en/of korrelsneeuw en/of hagel
hPa	hectopascal	
ICAO	International Civil Aviation Organization	
ILS	instrument landing system	instrumentlandingsstelsel
kg	kilogram	
KM	kilometer(s)	
KNMI	Royal Dutch Meteorological Institute	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KTS	knots	knopen [1 kt = 1,852 kilometer per uur]
L	left	links
LDA	landing distance available	beschikbare baanlengte om te landen
LDR	landing distance required	benodigde baanlengte om te landen

MAX	maximum	maximum
MED	medium	gemiddeld
METEO	meteorological (watch) office	luchtvaartmeteorologisch (wacht)centrum (meteodienst)
MHz	megahertz	
mm	millimeter(s)	
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)	
N1	relative rotational speed of low pressure compressor	relatieve rotatiesnelheid van de lage- drukcompressor
PF	pilot flying	bestuurder
PNF	pilot non flying	assisterende bestuurder
PROB	probability	waarschijnlijkheid
RCR	runway condition report	start/landingsbaan conditie rapport
RT	radio telephony	radio-telefonie
QNH	sea level atmospherical pressure	atmosferische druk op zeeniveau
SCT	scattered	verspreid; 3/8 t/m 4/8 wolkenbedek- kingsgraad
SHSNGS	showers of SN, GS	buien met sneeuw, korrelhagel en/of korrelsneeuw en/of hagel
SN	snow	sneeuw
TEMP	temperature	temperatuur
TEMPO	temporary of temporarily	tijdelijk
TL	transition level	overgangsniveau
TS	thunderstorm	onweer(storm)
UTC	co-ordinated universal time	gecoördineerde wereldtijd
VAR	variable	variabel
VDR	flight data recorder	vlucht data recorder
VIS	visibility	zicht
V_{REF}	reference speed for landing	landingsreferentiesnelheid

1 ALGEMENE GEGEVENS VAN HET ERNSTIGE INCIDENT

Het onderzoek werd uitgevoerd door onderzoekers van de Raad voor de Transportveiligheid. Assistentie werd verleend door de National Transportation Safety Board van de Verenigde Staten van Amerika.

Plaats: Amsterdam Airport Schiphol, baan 01L

Datum en tijdstip: 8 februari 1999, 07:45

Luchtvaartuig: Boeing 747-245F, 4X-AXK
Het vliegtuig werd licht beschadigd

Maatschappij: EL AL

Vluchtnummer: ELY 812

Bemanning: Drie, geen letsel

Soort vlucht: Commerciële vrachtlucht

Fase van de vlucht: Landing

Soort incident: Aan het einde uit de baan gelopen

N.B.: Alle tijden in dit rapport zijn UTC tijden (Lokale tijd -1 uur)

2 FEITELIJKE INFORMATIE

2.1 *Het verloop van de vlucht*

Vlucht ELY 812 was een vrachtlucht met een Boeing 747-245F van Los Angeles (LAX) via New York (JFK) en Amsterdam (AMS) naar Tel Aviv (TLV).

ELY 812 landde te New York (JFK) om 21:44 voor het innemen van brandstof en nieuwe lading en het wisselen van de bemanning. Het vliegtuig was komende van Los Angeles (LAX) geland te New York met een niet werkend hulpaggregaat en met een ontbrekende stroomlijnkop van het flapmechanisme. De stroomlijnkop was voor deze vlucht door onderhoudspersoneel verwijderd. De straalomkeerder van motor #4 werd bij de inspectie voorafgaande aan de vlucht door het onderhoudspersoneel gedeactiveerd.

Het vliegplan, opgesteld en afgetekend door de afhandelaar van de vlucht te New York vermeldde Frankfurt als uitwijkvliegveld. Dit vanwege de verwachte invloed van een koufront met veel wind, cumulonimbus bewolking, regen en sneeuwbuien op de vliegvelden op en rond Amsterdam. In verband met deze omstandigheden was het nodig dat op de verwachte tijd van aankomst te Amsterdam nog een brandstofreserve van 19.925 kg beschikbaar was.

Toen de bemanning zich meldde voor het vertrek en ontdekte dat één stroomlijnkop van het flapmechanisme ontbrak, verzocht de gezagvoerder het vliegplan zodanig aan te passen dat 1,8% extra brandstof werd toegevoegd als compensatie voor het hogere brandstofgebruik door het ontbreken van de stroomlijnkop.

ELY 812 vertrok van New York om 00:54. De bemanning bestond uit een gezagvoerder die het vliegtuig bestuurde, een eerste officier en een boordwerktuigkundige. Allen waren in het bezit van geldige bewijzen van bevoegdheid. De bemanningsleden hebben verklaard dat zij gezond en goed uitgerust waren.

De vlucht naar Amsterdam verliep zonder problemen. Op 07:09 werd voor de eerste keer contact gemaakt met de verkeersleiding van Amsterdam (Amsterdam ACC). De verkeersleiding gaf ELY 812 opdracht om te dalen naar vluchtniveau 150 en te wachten tot 07:33 in het wachtcircuit bij het baken SUGOL.

De ATIS (de geautomatiseerde meteorologische informatiedienst van de luchthaven) zond op dat moment informatie ECHO uit. Deze informatie werd door de bemanning ontvangen en stelde hen op de hoogte dat baan 01R in gebruik was met de volgende frictiewaarden voor de drie sectoren van de baan:

A	gemiddeld	schoon en droog
B	gemiddeld	plaatselijk 10 mm half gesmolten sneeuw
C	gemiddeld - slecht	plaatselijk 10 mm half gesmolten sneeuw

De wind aan de grond was 290 graden met 12 knopen, variërend in richting tussen 260 en 340 graden. Tijdelijk een windrichting van 320 graden met 18 knopen, maximaal 32 knopen.

De benodigde baanlengte werd berekend door zowel de boordwerktuigkundige als de gezagvoerder. De berekening gaf aan dat binnen de beschikbare baanlengte tot stilstand gekomen kon worden.

De gegevens voor de landing werden genoteerd, waarbij in de berekeningen werd uitgegaan van een geschat landingsgewicht van 273.000 kg, 24.000 kg brandstof en een referentiesnelheid van 148 knopen. Tijdens de briefing voor de landing werd besloten dat de eerste officier de landing zou uitvoeren. De landing zou worden uitgevoerd met de flaps op stand 30, het automatische remsysteem geselecteerd op "MEDIUM" en met gebruik van de straalomkeerders van alleen motor #2 en #3 bij een stuwkracht van 70% N1.

Tijdens het wachten in het wachtcircuit bij SUGOL kreeg ELY 812 toestemming om te dalen naar vluchtniveau 70. Op 07:30 riep ELY 812 de verkeersleiding op met de vraag: *ehh - - - 27 vandaag niet in gebruik?* [vertaald uit het Engels]. Deze oproep was nauwelijks verstaanbaar en ELY 812 werd overgezet naar de frequentie van de naderingsverkeersleiding van Schiphol zonder een antwoord gekregen te hebben.

Na verbinding gemaakt te hebben met de naderingsverkeersleiding werd de volgende opdracht ontvangen: *ELY 812 blijf op vluchtniveau 70, nadering met gebruik van het instrument landingssysteem voor baan 01L, links, weersinformatie FOXTROT en beide banen (01L en 01R) in gebruik voor de nadering* [vertaald uit het Engels]. De gezagvoerder antwoordde dat hij de opdracht ontvangen en begrepen had en vroeg wederom bevestiging van het niet in gebruik zijn van baan 27. Ook deze keer was de oproep nauwelijks verstaanbaar en de naderingsverkeersleiding antwoordde: *nauwelijks enige verandering, alleen de baan* [vertaald uit het Engels]. De gezagvoerder kan hieruit begrepen hebben dat de frictiewaarden voor baan 01L hetzelfde waren als voor baan 01R.

De naderingsinformatie FOXTROT was alleen beschikbaar op het interne Schiphol informatie netwerk (CCIS) en werd nooit uitgezonden via de ATIS.

De nadering

Tijdens het wachten in het SUGOL wachtcircuit was het landingsgewicht afgenomen tot 270.000 kg. Alle berekeningen voor de landing werden opnieuw uitgevoerd en herzien. Nadat de gezagvoerder, met gebruik van de frictiewaarden voor baan 01R, had vastgesteld dat de beschikbare baanlengte voldoende was, begon ELY 812 aan de nadering voor baan 01L. Tijdens de nadering, in de landingsconfiguratie, was de gemiddelde naderingssnelheid 164 knopen, bij een referentiesnelheid van 146 knopen. De bemanning verklaarde tegenover de onderzoekers dat het tijdens en na de landing sneeuwde maar dat de landingsbaan zichtbaar was gebleven.

De landing

Op 07:42 werd ELY 812 overgezet naar de frequentie van de torenverkeersleiding. Op 07:43 gaf deze ELY 812 toestemming om te landen op baan 01L waarbij als windinformatie 300 graden met 10 knopen werd gegeven. De eerste officier bestuurde het vliegtuig en voerde de landing uit met behulp van de automatische piloot, flaps op stand 30, het automatische remsysteem geselecteerd op "MEDIUM" en met gebruik van de straalomkeerders van motor #2 en #3 tot 70% N1.

Het vliegtuig kwam aan de grond met een snelheid van 157 knopen. Het verminderen van de snelheid verliep in eerste instantie normaal. Luchtfoto's bevestigen dat het vliegtuig op het midden van de baan bleef. Ongeveer 28 seconden nadat het vliegtuig aan de grond was gekomen, kreeg de gezagvoerder het gevoel dat de snelheidsvermindering niet verliep zoals verwacht. Hij gaf de eerste officier opdracht maximaal remvermogen te gebruiken en ook de straalomkeerder van motor #1 te benutten. Het effect daarvan was minimaal. In een laatste poging probeerde de gezagvoerder het vliegtuig met behulp van de neuswielbesturing de taxibaan aan het einde van de landingsbaan op te sturen, maar ook dit bleef zonder resultaat.

Met een zeer lage snelheid schoof het vliegtuig over de baandrempel. Toen het vliegtuig tot stilstand was gekomen, stonden de neuswielen 30 meter voorbij de baandrempel waar zij langzaam in de modder wegzakten. De voorste 4 wielen van het hoofdlandingsgestel bevonden zich net voorbij de baandrempel en waren gedeeltelijk in de modder weggezakt. De overige 12 wielen bevonden zich nog op de landingsbaan.

2.2 Letsel

Letsel	Bemanning	Passagiers	Derden	Totaal
Fataal	0	0	0	0
Ernstig	0	0	0	0
Licht/Geen	3	0	0	3
Totaal	3	0	0	3

2.3 Schade aan het vliegtuig

Het vliegtuig werd licht beschadigd.

2.4 Schade aan derden

Een klein aantal lampen die het einde van de landingsbaan markeren werd beschadigd.

2.5 Gegevens bemanning

Gezagvoerder:	Man, Israëlische nationaliteit, leeftijd 50 jaar.	
Laatste medische keuring:	08-12-98, geen beperkingen, geldig tot 30-06-1999.	
Bewijs van bevoegdheid:	ATPL met kwalificatie voor Boeing 747. Eerste uitgave in 1974, geldig tot 30-06-1999.	
Vliegervaring:	Alle typen	B747
Totaal	20.000	10.000
Laatste 3 maanden	250	250
Laatste 24 uur	8	8
Eerste officier:	Man, Israëlische nationaliteit, leeftijd 60 jaar.	
Laatste medische keuring:	02-02-1999, geldig tot 31-08-1999, onder aantekening dat een bril gedragen moet worden.	
Bewijs van bevoegdheid:	ATPL met kwalificatie voor Boeing 747. Eerste uitgave in 1974, geldig tot 31-08-1999.	
Vliegervaring:	Alle typen	B747
Totaal:	16.000	6.000
Laatste 3 maanden:	200	200
Laatste 24 uur:	8	8
Boordwerktuigkundige:	Man, Israëlische nationaliteit, leeftijd 60 jaar.	
Laatste medische keuring:	24-02-1998, geldig tot 01-03-1999, onder aantekening dat bril gedragen moet worden.	
Vliegervaring:	Alle typen	B747
Totaal:	25.000	2.500
Laatste 3 maanden:	210	210
Laatste 24 uur:	8	8

2.6 Gegevens van het vliegtuig

2.6.1 Algemeen

Registratie kenteken:	4X-AXK
Vliegtuigtype:	Boeing 747-245F (vrachtvliegtuig)
Fabrieksnummer:	22151
Bouwjaar:	oktober 1980
Totaal vliegtuiguren/cycles:	69.946:36 / 16.644
Bewijs van luchtwaardigheid:	geldig tot 19-01-2000
Bewijs van inschrijving:	uitgegeven 20-01-1995
Registratienummer van het vliegtuig:	832
Motoren:	4 Pratt & Whitney JT9D-7Q/E

Opmerking

De straalomkeerder van motor #4 was gedeactiveerd.

2.6.2 *Gewicht en zwaartepuntverdeling*

Volgens het beladingsformulier, opgemaakt voor de vlucht van New York naar Amsterdam, bedroeg het landingsgewicht 273.000 kg en lag het zwaartepunt binnen de vastgestelde limieten.

2.6.3 *Berekening benodigde baanlengte*

Bij het begin van de daling werd door de bemanning onderstaande berekening gemaakt voor de benodigde baanlengte voor de landing op de in gebruik zijnde baan (01R).

Berekend landingsgewicht:	273.000 kg
Frictiewaarde gebruikt voor de berekening voor baan 01R:	GEMIDDELD voor de gehele baanlengte
Drukhoogte:	300 voet
Tegenwind component:	0 knopen
Benodigde droge baanlengte:	6.600 voet
Benodigde baanlengte (autobrake stand MEDIUM):	9.240 voet
Beschikbare baanlengte op baan 01R:	9.268 voet

Tijdens het wachten in het SUGOL wachtcircuit werd de landingsbaan gewijzigd en kreeg de bemanning instructies voor een landing op baan 01L. De benodigde baanlengte werd daarop opnieuw berekend.

Herzien landingsgewicht:	270.000 kg
Frictiewaarden gebruikt voor de berekening voor baan 01L:	GEMIDDELD, GEMIDDELD, GEMIDDELD - SLECHT
Drukhoogte:	300 voet
Tegenwind component:	6 knopen
Benodigde droge baanlengte:	6.450 voet
Benodigde baanlengte (autobrake stand MEDIUM):	9.352 voet
Beschikbare baanlengte op 01L:	9.350 voet

2.6.4 *Operationele procedures*

De 4X-AXK was uitgerust met een automatische piloot met 3 kanalen, dit in tegenstelling tot de meeste andere EL AL vliegtuigen die over slechts 2 kanalen beschikken. Uit het oogpunt van standaardisatie was door de maatschappij een procedure voorgescreven waarbij alleen 2 van de 3 kanalen gebruikt mochten worden.

De procedures van EL AL schreven tevens voor dat de nadering op de automatische piloot uitgevoerd moest worden. De landingssnelheid bij een landing op de automatische piloot werd hierdoor $V_{REF} + 5$ knopen. Echter, door de eigenschappen van het automatische systeem dat de gashendels bedient op sommige vliegtuigen van EL AL, was bij de vliegers de gewoonte ontstaan hogere naderingssnelheden aan te houden tijdens de naderingsfase.

In de Boeing handleiding staat vermeld dat wordt aanbevolen niet te landen op banen met de frictiewaarde SLECHT.

2.7 Meteorologische gegevens

2.7.1 Algemene situatie

Het weer in West-Europa stond onder invloed van een koud lage druk systeem. Op de verwachte tijd van aankomst zou een koufront met veel wind, cumulonimbus bewolking, regen en sneeuw Schiphol passeren. De feitelijke weersomstandigheden waren conform de voorspelling.

2.7.2 Weersvoorspelling voor de luchthaven Schiphol, Amsterdam EHAM 071621

080018 310/15 9999 FEW 020 SCT 030 TEMPO 00 -18 320 20G32
KT 4500 SHSNGS SCT 008 BKN 015 CB PROB 40 TEMPO 0018
320 20G38 KT 120 +SHSN TSSN BKN 004 012 CB.

2.7.3 Weersomstandigheden ten tijde van het incident

tijd	wind	zicht	bewolking	temperatuur	QNH
07:25	280/1	10+km	FEW CB 1500	+ 1° Celsius	1002
07:36	300/7	6 km	SCT CB 1500	+ 1° Celsius	1002
07:42	350/8	2 km	FEW CB 800	+ 1° Celsius	1002

Toen het vliegtuig om 07:45 landde was het helder weer met goed zicht. Enkele minuten voor de landing alsook enkele minuten na de landing was er neerslag gevallen in de vorm van regen en sneeuw. Deze neerslag, die in contact met de grond direct was bevroren, bedekte delen van de baan. Aan de hand van opnamen van de weerradar kon worden vastgesteld dat een sneeuwbuï van west naar oost het veld gepasseerd was. De sneeuwbuï trok over het noordelijke gedeelte van baan 01L en passeerde verder noord van 01R.

Personeel dat zich voor onderzoek of hulpverlening naar de plaats van het incident had begeven, verklaarde dat de taxibanen en de landingsbaan ter plaatse zeer glad waren. Het rijden met de auto en het lopen over de baan werden hierdoor bemoeilijkt. Luchtfoto's, genomen vrij kort na het incident, laten zien dat de landingsbaan vanaf het midden tot het einde bedekt was met (verse) sneeuw.

Opgemerkt wordt dat deze informatie de bemanning nooit heeft bereikt.

2.7.4 ATIS gegevens

Voor ATIS informatie wordt verwezen naar bijlage B.

2.8 Navigatiehulpmiddelen

Tijdens de nadering heeft ELY 812 gebruik gemaakt van het radiobaken NV op frequentie 322 kHz en van het instrument landingssysteem voor baan 01L op frequentie 108.75 MHz. Deze apparatuur functioneerde normaal en had geen invloed op het ontstaan van het incident.

2.9 *Radiocommunicatie*

Tijdens de nadering en landing heeft ELY 812 radioverbinding onderhouden met 4 verschillende verkeersleidingsinstanties. De radioapparatuur functioneerde normaal en heeft geen invloed gehad op het ontstaan van het incident. Een transcript van de radiocommunicatie tussen ELY 812 en de verkeersleidingsinstanties is toegevoegd als bijlage C.

2.10 *Gegevens vliegveld*

Schiphol heeft meerdere banen die, gebaseerd op een “Preferentieel Baan Aanwijssysteem”, beschikbaar worden gesteld voor start of landing. Aan het begin van de dag was baan 01L in gebruik geweest voor zowel starts als landingen. Baan 27 was niet beschikbaar omdat men op deze baan bezig was met sneeuwruimen. Een plattegrond van het vliegveld is toegevoegd als bijlage D.

Omstreeks 06:15 werd door de verkeersleiding baan 01R aangewezen als primaire landingsbaan en baan 01L als primaire startbaan. Toen de vertragingen voor het binnenkomend vliegverkeer steeds verder opliepen, besloot de verkeersleiding om baan 01L gemengd te gebruiken en deze baan tevens te benutten als secundaire landingsbaan. Op dat moment was de beschikbare informatie over de frictiewaarden voor deze baan GOED, GOED, GEMIDDELD - GOED. Omstreeks 07:27 werd de wrijvingscoëfficiënt voor deze baan opnieuw gemeten.

Deze metingen resulteerden in onderstaande wrijvingscoëfficiënten en frictiewaarden:

A – 0.63% = GOED

B – 0.43% = GOED

C – 0.23% = SLECHT

Deze wrijvingscoëfficiënten werden doorgegeven aan de toren verkeersleiding. Omdat de waarde 0.43% van de wrijvingscoëfficiënt in sector B zeer dicht in de buurt lag van de onderste limiet van GOED, werd besloten de frictiewaarde voor dit gedeelte van de baan vast te stellen op GEMIDDELD. Dit resulteerde in het volgende baanconditie rapport voor baan 01L: GOED, GEMIDDELD, SLECHT.

2.11 *Vluchtregistratie apparatuur*

Het vliegtuig was uitgerust met een vlucht data recorder (VDR) met 19 kanalen van fabrikant Allied Signal, model RR 226 met serienummer 22151. De cockpit voice recorder (CVR) was van fabrikant Fairchild, model A100A met serienummer 4114. De bemanning heeft de CVR niet direct na het incident gedeactiveerd.

Onderhoudspersoneel heeft ruim 30 minuten na het incident de zekering van de CVR getrokken. Opnamen van de nadering- en landingsfase van de vlucht waren daarom niet beschikbaar.

Bij het uitlezen van de VDR werd ondersteuning verleend door de NTSB. De VDR bevatte voldoende gegevens voor een analyse van de nadering en de landing.

2.12 *Omschrijving van de schade*

Het vliegtuig werd licht beschadigd. De volgende werkzaamheden werden uitgevoerd om het vliegtuig weer voor vluchtuitvoering gereed te maken:

- Vervanging van de “lower torsion link”.
- Kleine reparaties aan het elektrisch systeem van het landingsgestel.
- Vervanging van 8 wielen.

N.B.: Twee wielen werden vervangen omdat zij beschadigd waren door het raken van de baanverlichting aan het einde van de baan. De overige wielen werden vervangen als voorzorgmaatregel.

2.13 *Medische en pathologische gegevens*

Niet van toepassing.

2.14 *Brand*

Er is geen brand uitgebroken.

2.15 *Overlevingsaspecten*

Niet van toepassing.

2.16 *Nadere onderzoeken*

Niet van toepassing.

2.17 *Organisatie en management informatie*

2.17.1 *Baanconditie rapporten en ATIS*

De volgende procedure wordt gebruikt om informatie over de baanconditie op ATIS te laten uitzenden:

- Luchthavenpersoneel beoordeelt de baanconditie.
- Baanconditie wordt doorgegeven aan de verkeersleiding middels radio/telefoon verbinding.
- Na beoordeling en vertaling zet de verkeersleiding de informatie op het interne informatie netwerk.
- Door de verkeersleiding moet een geluidssignaal gebruikt worden om de metedienst op de hoogte te stellen indien nieuwe informatie beschikbaar is.
- Metedienst zet de informatie afkomstig van het interne netwerk op het ATIS netwerk (alleen voor de primaire start- en landingsbanen).
- Verkeersleiding dient speciaal aan te geven wanneer ook baanconditie informatie van secundaire banen op het ATIS netwerk moet worden uitgezonden.
- Metedienst controleert de ATIS informatie op juistheid door uit te luisteren op de ATIS frequentie.

2.17.2 Baanconditie rapporten voor baan 01L

Om 07:23 werd door de meteodienst de aankomstinformatie FOXTROT opgesteld. Doordat een verkeerde code werd ingevoerd werd deze informatie niet door het ATIS systeem geaccepteerd. ATIS bleef daardoor informatie ECHO uitzenden. Dit werd door de meteodienst niet opgemerkt.

Hierbij moet worden opgemerkt dat de meteodienst door de verkeersleiding niet op de hoogte was gesteld van het feit dat baan 01L tevens gebruikt ging worden als secundaire landingsbaan. Hierdoor zouden, ook al was informatie FOXTROT wel uitgezonden, de frictiewaarden voor baan 01L niet in deze informatie zijn opgenomen. Bovendien, ook al was de meteodienst wel op de hoogte gesteld van het gemengde gebruik van baan 01L, dan zou de informatie over de frictiewaarden voor deze baan nog steeds zijn uitgegaan van de op dat moment beschikbare gegevens: GOED, GOED, GEMIDDELD - GOED.

Toen om ongeveer 07:27 de nieuwe baanconditie informatie op de toren binnenkwam, werd deze informatie door de verkeersleiding op het interne informatie netwerk gezet (in de volgorde geldend voor baan 19R). De meteodienst werd niet, middels een belsignaal, op de hoogte gesteld, maar ontdekte deze informatie bij toeval op het interne informatie netwerk.

Vanaf 07:39 werd (ATIS) aankomstinformatie GOLF uitgezonden en vanaf 07:40 (ATIS) vertrek-informatie WHISKEY. De meteodienst was op dat moment nog steeds niet op de hoogte dat baan 01L werd gebruikt als secundaire landingsbaan. De nieuw beschikbaar gekomen informatie over de baanconditie werd daarom alleen maar opgenomen in de vertrek-informatie WHISKEY.

2.18 Overige informatie

In bijlage E is enige achtergrond informatie opgenomen over de risico's bij het gebruik van gladde banen. Deze informatie is afkomstig uit de oktober-december 1992 uitgave van "Boeing Airliner".

2.19 Nieuwe onderzoekstechnieken

Niet van toepassing.

3 ANALYSE

3.1 *Algemeen*

De bemanning was bevoegd en had voldoende ervaring met het betreffende vliegtuigtype om de vlucht uit te voeren. Het vliegtuig had een geldig bewijs van luchtwaardigheid en de onderhoudspapieren waren in orde. De voorbereiding voor de vlucht was uitgevoerd conform de voorgeschreven operationele procedures. De bemanning was op de hoogte van het feit dat de weersomstandigheden op het verwachte tijdstip van aankomst de landingsmogelijkheden te Amsterdam zouden kunnen beperken. Vertrek vanaf New York en de vlucht naar Amsterdam verliepen zonder problemen.

De analyse zal zich daarom concentreren op:

- Verkeersleidingsinformatie aan de bemanning.
- Bruikbaarheid van het CCIS/ATIS systeem.
- Berekening benodigde baanlengte versus beschikbare baanlengte.
- Uitvoering nadering en landing door de bemanning.
- Actuele weersomstandigheden ten tijde van de landing.

3.2 *Informatie van de verkeersleiding aan de bemanning*

Tijdens het wachten in het SUGOL wachtcircuit had de bemanning ATIS informatie ECHO ontvangen. Deze informatie had hen op de hoogte gesteld dat baan 01R in gebruik was als primaire landingsbaan met frictiewaarden GEMIDDELD, GEMIDDELD, GEMIDDELD - SLECHT. Om 07:30 werd ELY 812 overgezet naar de naderingsverkeersleiding van Schiphol en na verbinding te hebben gemaakt, werd de volgende opdracht ontvangen: Nadering met gebruik van instrument landingsstelsel voor baan 01L, links, weersinformatie FOXTROT en beide banen (01L en 01R) in gebruik voor de nadering. Op de vraag van de gezagvoerder of baan 27 in gebruik was (dit bericht was nauwelijks verstaanbaar) antwoordde de luchtverkeersleiding: nauwelijks enige verandering, alleen de baan. Door de mededeling "nauwelijks enige verandering, alleen de baan" begreep de gezagvoerder dat met dit bericht werd bedoeld dat de frictiewaarden voor baan 01L hetzelfde waren als voor baan 01R dat wil zeggen GEMIDDELD, GEMIDDELD, GEMIDDELD - SLECHT. De gezagvoerder heeft zijn beslissing om te gaan landen op deze informatie gebaseerd. Omstreeks 07:27 was de verkeersleiding op de hoogte van de nieuwe informatie over de frictiewaarden voor baan 01L (GOED, GOED, SLECHT). Deze gegevens werden door de verkeersleiding aangepast naar GOED, GEMIDDELD, SLECHT. Deze informatie heeft de bemanning echter nooit bereikt. Als de gezagvoerder wel op de hoogte was geweest van deze nieuwe informatie over de remwerking voor baan 01L had hij mogelijk overwogen een andere landingsbaan aan te vragen of uit te wijken naar een ander vliegveld. Dit met name omdat duidelijk was dat, gelet op het gewicht van het vliegtuig en de beschikbare baanlengte, het laatste gedeelte van de baan gebruikt moest worden om het vliegtuig tot stilstand te brengen.

3.3 *Bruikbaarheid CCIS/ATIS systeem*

De reguliere uitzending van de ATIS informatie werd onderbroken doordat een verkeerde code was ingevoerd. Informatie FOXTROT werd daardoor niet door de ATIS uitgezonden.

Dit werd niet opgemerkt door de dienstdoende METEO waarnemer. Hierbij moet worden aangetekend dat indien dit wel was opgemerkt en hersteld, ATIS informatie FOXTROT niet de aankomst gegevens voor baan 01L zou hebben bevat. Dit, omdat de meteo waarnemer niet op de hoogte was gesteld van het feit dat baan 01L werd gebruikt als secundaire landingsbaan. Tevens waren de actuele gegevens over de frictiewaarden voor deze baan op dat moment nog niet aangepast. Concluderend kan worden gesteld dat het huidige systeem afhankelijk is van de handmatige invoer van gegevens door verschillende organisaties en dat een betrouwbare terugkoppeling ontbreekt. Het systeem is daardoor, vooral bij snel wisselende weersomstandigheden, te langzaam en vatbaar voor foutief menselijk handelen.

3.4 Berekening benodigde baanlengte versus beschikbare baanlengte

Tijdens het wachten in het SUGOL wachtcircuit werden de gegevens voor de landing op baan 01R berekend. De benodigde baanlengte werd berekend op 9.240 voeten, binnen de grens van de beschikbare baanlengte van 9.268 voeten. Toen het vliegtuig het wachtcircuit verliet en opdracht kreeg om te landen op baan 01L werden de berekeningen opnieuw uitgevoerd. Uitgaande van een referentiesnelheid van 146 knopen en de gegevens over de frictiewaarden voor baan 01R werd de nieuwe benodigde baanlengte berekend op 9.352 voeten bij een beschikbare baanlengte van 9.350 voeten.

Onder deze marginale omstandigheden, besloot de gezagvoerder de landing door te zetten. Hierbij hield hij rekening met de veiligheidsmarges die in de berekeningen van de benodigde baanlengte zijn opgenomen en met de beschikbaarheid van de straalomkeerders van de twee binnenmotoren.

Met betrekking tot deze beslissing moet worden opgemerkt dat de geselecteerde naderingssnelheid hoger was dan normaal, hetgeen resulteerde in een hogere landingsnelheid. Een berekening van de benodigde baanlengte met deze hogere snelheid van 157 knopen en flaps stand 30 had de gezagvoerder er tenminste op moeten attenderen dat hij ook het laatste gedeelte van de baan nodig had om het vliegtuig tot stilstand te kunnen brengen. Gezien de frictiewaarde van GEMIDDELD - SLECHT voor dit gedeelte van de baan was de gezagvoerder dan mogelijk tot een ander besluit gekomen.

3.5 Uitvoering nadering en landing door de bemanning

Tijdens het wachten in het SUGOL wachtcircuit en opnieuw na overgezet te zijn naar de naderingsverkeersleiding van Schiphol heeft de gezagvoerder gevraagd of baan 27 beschikbaar was. Beide keren was deze vraag nauwelijks verstaanbaar en werd hierop geen antwoord ontvangen. De vraag zou een aanwijzing kunnen zijn dat de gezagvoerder niet helemaal gelukkig was met de toegewezen baan en dat hij gegeven de voorspelde wind (290/12 var 260-340) en het verwachte landingsgewicht de voorkeur zou hebben gegeven aan een landing op baan 27. Hoe het ook zij, de gezagvoerder accepteerde baan 01R en de landingsgegevens werden berekend. De eerste officier zou de landing uitvoeren met behulp van de automatische piloot, het automatische remsysteem geselecteerd op "MEDIUM" en met gebruik van de straalomkeerders van motor #2 en #3 tot 70% N1.

De uitkomst van een herberekening van de benodigde baanlengte versus de beschikbare baanlengte voor baan 01L, die zo niet marginaal, in elk geval meer beperkend was dan de uitkomst van de berekening voor baan 01R, heeft de gezagvoerder niet op het idee gebracht de landingsmanoeuvre te herzien. Ook heeft hij onvoldoende actie genomen om de remwerking voor baan 01L met zekerheid te kunnen vaststellen.

3.6 Actuele weersomstandigheden ten tijde van de landing

Tijdens de landingsfase van de vlucht van ELY 812 trok een bui van west naar oost over luchthaven Schiphol. Hieruit viel neerslag in de vorm van regen en sneeuw op het noordelijk gedeelte van baan 01L. Uit getuigenverklaringen blijkt dat het op dit gedeelte van de baan zeer glad was, autorijden was moeilijk en met lopen moest uiterste voorzichtigheid worden betracht. Deze informatie is een aanwijzing dat op het moment van de landing de wrijvingscoëfficiënt voor dit gedeelte van de baan zeer waarschijnlijk slechter was dan de waarde die op 07:27 was gemeten. De ten tijde van de landing van ELY 812 verslechterde frictiewaarde voor het laatste gedeelte van baan 01L kan worden aangemerkt als de belangrijkste oorzakelijke factor voor het ontstaan van dit incident.

4 CONCLUSIES

- 4.1 De bemanning was bevoegd om de vlucht uit te voeren.
- 4.2 Het vliegtuig had een geldig bewijs van luchtwaardigheid en was technisch goedgekeurd voor het uitvoeren van de vlucht. Het landingsgewicht en de zwaartepuntligging bevonden zich binnen de limieten.
- 4.3 Tijdens het radioverkeer werd door zowel de bemanning als de verkeersleiding gebruik gemaakt van niet-standaard uitdrukkingen. Dit had onder meer tot gevolg dat de bemanning in de onjuiste veronderstelling verkeerde dat de remwerking voor baan 01L hetzelfde was als voor baan 01R.
- 4.4 De berekeningen van de benodigde baanlengte bij frictiewaarden GEMIDDELD, GEMIDDELD, GEMIDDELD - SLECHT voor baan 01L werden door de bemanning op een juiste wijze uitgevoerd. De uitkomst gaf aan dat het vliegtuig tot stilstand gebracht kon worden binnen de beschikbare baanlengte van baan 01L.
- 4.5 De vanaf ongeveer 07:27 beschikbare informatie over de actuele frictiewaarden voor baan 01L heeft de bemanning nooit bereikt. De bemanning was daarom niet op de hoogte van het feit dat de frictiewaarde voor het derde gedeelte van de baan SLECHT was.
- 4.6 De gezagvoerder heeft onvoldoende actie genomen om de frictiewaarde voor baan 01L met voldoende zekerheid te kunnen vaststellen.
- 4.7 De landing met gebruikmaking van de automatische piloot en het automatische remsysteem werd uitgevoerd door de eerste officier. De snelheid tijdens de nadering (flaps stand 30) was 13 knopen hoger dan de berekende snelheid. Dit had tot gevolg dat de werkelijk benodigde afstand om het vliegtuig tot stilstand te brengen groter was dan de berekende afstand.
- 4.8 Er was sprake van snel wisselende weersomstandigheden. De neerslag in de vorm van regen en sneeuw die tussen het tijdstip van de meting van de wrijvingscoëfficiënt en het tijdstip van de landing op het noordelijk gedeelte van de baan was gevallen heeft de afremmogelijkheden in ongunstige zin beïnvloed.
- 4.9 Door de invoering van een foutieve code werd ATIS informatie FOXTROT niet uitgezonden. Gelet op de op dat moment beschikbare informatie over de baanconditie is er geen verband tussen dit verzuim en het voorval.
- 4.10 Het CCIS/ATIS systeem is vatbaar voor foutief menselijk handelen en onvoldoende geschikt om bij snel wisselende omstandigheden de bemanningen tijdig te informeren.

5 WAARSCHIJNLIJKE OORZAAK

De volgende factoren hebben bij dit incident een oorzakelijke rol gespeeld:

- Wisselende weersomstandigheden met sneeuwbuien met als gevolg snel veranderende omstandigheden voor wat betreft de remwerking.
- De neerslag vlak voor het moment van de landing had tot gevolg dat de werkelijke frictiewaarde voor het noordelijke gedeelte van de baan nog slechter was dan daarvoor gemeten.

De bijkomende factoren waren:

- Misverstand veroorzaakt door het gebruik van niet-standaard uitdrukkingen in de radiocommunicatie.
- Automatische landingsprocedure met een gemiddeld hoge naderingssnelheid (flaps stand 30).
- Ontoereikende weersinformatie voor wat betreft de frictiewaarde op de aangewezen landingsbaan met als gevolg dat deze baan door de gezagvoerder werd geaccepteerd.

6 AANBEVELINGEN

- 6.1** Luchthaven Schiphol, Luchtverkeersleiding Nederland en KNMI dienen de bestaande procedures met betrekking tot het gebruik van het CCIS/ATIS systeem te herzien, teneinde:
- de invloed van foutief menselijk handelen zoveel mogelijk uit te schakelen;
 - mogelijkheden te onderzoeken om ook onder snel wisselende omstandigheden, bemanningen tijdig te kunnen informeren.
- 6.2** EL AL dient de naderings- en landingsprocedures met betrekking tot de snelheidscontrole in de "autoland mode" te herzien.
- 6.3** Zowel de verkeersleiding als de bemanningen dienen gebruik te maken van standaard ICAO radiocommunicatie uitdrukkingen.



FINAL REPORT

1999011

*Landing overrun with the EL AL Boeing 747,
registration 4X-AXK, at Amsterdam Airport
Schiphol on 8 February 1999.*

Den Haag, December 2001

De Eindrapporten van de Raad voor de Transportveiligheid zijn openbaar. Een ieder kan daarvan gratis een afschrift verkrijgen door schriftelijke bestelling bij Sdu Grafisch Bedrijf bv, Christoffel Plantijnstraat 2, Den Haag, telefax nr. 070 378 9744.
Alle rapporten zijn bovendien beschikbaar via de website van de Raad: www.rvtv.nl.

DUTCH TRANSPORT SAFETY BOARD

The Dutch Transport Safety Board is an independent governmental organization established by law to investigate and determine the cause or probable cause of accidents and incidents that occurred in the transportation sectors pertaining to shipping, civil aviation, rail transport and road transport as well as underground logistic systems. The sole purpose of such investigation is to prevent accidents and incidents and if the Board finds it appropriate, to make safety recommendations. The organisation consists of the Transport Safety Board and a subdivision in Chambers for every transportation sector which are supported by a staff of investigators and a secretariat.

MEMBERS OF THE DUTCH TRANSPORT SAFETY BOARD:

Board

Chairman: Mr. P. van Vollenhoven
Mr. A.H. Brouwer-Korf
F.W.C. Castricum
J.A.M. Elias
Mr. D.M. Dragt
Mr. J.A.M. Hendriks
Mr. E.R. Müller
Prof. Dr. U. Rosenthal
Mr. E.M.A. Schmitz
J. Stekelenburg
Dr. Ir. J.P. Visser
Mr. G. Vrieze
Prof. Dr. W.A. Wagenaar
Prof. Dr. Ir. J.S.H.M. Wismans

Aviation Chamber

Chairman: Mr. E.R. Müller
C. Barendregt
Ir. H. Benedictus
H.P. Corssmit
J. Hofstra
Ir. T. Peschier
Drs. J. Smit
Ir. M. van der Veen

Secretary-Director: Mr. S.B. Boelens
Senior Secretary: Drs. J.H. Pongers

Secretary: Ing. K.E. Beumkes

Address: Prins Clauslaan 18
2595 AJ The Hague
telefoon (+31) 70 333 7000
Website: <http://www.rvtv.nl>

Mail: P.O. Box 95404
2509 CK The Hague
telefax +31 70 333 7077/78

CONTENTS

SYNOPSIS	35
RECOMMENDATIONS	35
ABBREVIATIONS	7
1 GENERAL INFORMATION OF THE SERIOUS INCIDENT	35
2 FACTUAL INFORMATION	37
2.1 <i>History of the Flight</i>	37
2.2 <i>Injuries to Persons</i>	39
2.3 <i>Damage to Aircraft</i>	39
2.4 <i>Other Damage</i>	39
2.5 <i>Personnel Information</i>	39
2.6 <i>Aircraft Information</i>	40
2.6.1 <i>General</i>	40
2.6.2 <i>Weight and Balance</i>	40
2.6.3 <i>Landing Performance</i>	40
2.6.4 <i>Operational Procedures</i>	41
2.7 <i>Meteorological Information</i>	41
2.7.1 <i>General Situation</i>	41
2.7.2 <i>Weather Forecast at Amsterdam Airport Schiphol</i>	41
2.7.3 <i>Weather Conditions at the Time of the Incident</i>	41
2.7.4 <i>ATIS Information</i>	42
2.8 <i>Aids to Navigation</i>	42
2.9 <i>Communications and Recordings</i>	42
2.10 <i>Airport Information</i>	42
2.11 <i>Flight Recorders</i>	42
2.12 <i>Description of the Damage</i>	43
2.13 <i>Medical and Pathological Information</i>	43
2.14 <i>Fire</i>	43
2.15 <i>Survival Aspects</i>	43
2.16 <i>Tests and Research</i>	43
2.17 <i>Organizational and Management Information</i>	43
2.17.1 <i>Runway Condition Reports and ATIS</i>	43
2.17.2 <i>Runway Condition Reports for Runway 01L</i>	44
2.18 <i>Additional Information</i>	44
2.19 <i>Useful or Effective Investigation Techniques</i>	44

3 ANALYSIS	45
3.1 <i>General</i>	45
3.2 <i>ATC Information to the Crew</i>	45
3.3 <i>Suitability of the CCIS/ATIS System</i>	45
3.4 <i>LDR/LDA Calculations</i>	46
3.5 <i>Crew Performance during Approach and Landing</i>	46
3.6 <i>Actual Meteorological Conditions at the Time of Landing</i>	46
4 CONCLUSIONS	47
5 PROBABLE CAUSE	49
6 RECOMMENDATIONS	51
APPENDICES	
A <i>Photograph 4X-AXK</i>	53
B <i>ATIS Information</i>	55
C <i>ATC Transcript</i>	57
D <i>Airport Lay-out</i>	79
E <i>Boeing Airliner October-December 1992 issue: "Landing on Slippery Runways"</i>	81

In accordance with Annex 13 of the Convention of Chicago as well as the Directive 94/56/EC of 21 November 1994 establishing the fundamental principles governing the investigation of civil aviation accidents and incidents of the Council of the European Union, the purpose of an investigation conducted under the responsibility of the Dutch Transportation Safety Board is not to apportion blame or liability.

Mr. Pieter van Vollenhoven
Chairman of the Board

Mr. S.B. Boelens
Secretary-Director




Note:

This report has been translated into the Dutch language.
If there are differences in interpretation the English text prevails.

SYNOPSIS

ELY 812 was a cargo flight on a Boeing 747-245F aircraft from Los Angeles via New York and Amsterdam Airport Schiphol to Tel Aviv. On 8 February 1999, ELY 812 departed John F. Kennedy Airport for an uneventful flight to Amsterdam Airport Schiphol. The weather forecast for the expected time of arrival had informed the crew of a passing cold front with westerly to north-westerly winds, CB clouds, rain and snow. During the approach the landing runway was changed from 01R to 01L. The first officer executed a standard autopilot coupled ILS approach followed by an automatic landing on runway 01L. The second part of the runway was covered with snow and the flight crew was unable to stop the aircraft before the end of the runway. The aircraft slid over the end of the runway at a very low speed.

RECOMMENDATIONS

- Schiphol Group, Air Traffic Control the Netherlands and the Royal Dutch Meteorological Institute to review existing procedures of the RCR/CCIS/ATIS system in order to:
 - eliminate as much as possible the influence of human error;
 - find ways to timely inform flight crews in the event of rapidly changing conditions.
- EL AL to review approach and landing procedures with respect to speed control in the autoland mode.
- ATC and crews should use always standard ICAO RT-phraseology.

1 GENERAL INFORMATION OF THE SERIOUS INCIDENT

The investigation was performed by investigators of the Dutch Transport Safety Board. The National Transportation Safety Board offered assistance.

Place: Amsterdam Airport Schiphol, runway 01L

Date and Time: 8 February 1999, 07:45

Aircraft: Boeing 747-245F, 4X-AXK
The aircraft sustained minor damage

Operator: EL AL

Flight: ELY 812

Flight Crew: Three, no injuries

Passengers: None

Type of Flight: Cargo

Phase of Flight: Landing

Type of Incident: Landing overrun

Note: All times mentioned in this report are UTC (Local time minus one hour).

2 FACTUAL INFORMATION

2.1 *History of the Flight*

ELY 812 was a cargo flight on a Boeing 747-245F aircraft from Los Angeles (LAX) via New York (JFK) and Amsterdam Airport Schiphol (AMS) to Tel Aviv (TLV).

ELY 812 landed at JFK on 7 February at 21:44 for fuelling, loading and crew change. The aircraft arrived from LAX with an unserviceable auxiliary power unit and with one flap track fairing (canoe) missing. This 'canoe' had been removed by maintenance personnel prior to the flight. The engine number 4 thrust reverser had been deactivated in pre-flight maintenance.

A dispatch release prepared by the dispatcher in New York assigned Frankfurt as alternate airport, considering that the weather conditions at the airports in the near vicinity of Amsterdam at the scheduled time of arrival were under the influence of a cold front accompanied by strong winds, CB clouds, rain and intermittent snow. These conditions required a remaining fuel of 19925 kg at the time of arrival at Amsterdam.

When the crew reported for the flight and discovered that one canoe was missing, the captain requested a new dispatch release calling for 1.8% additional fuel as compensation for the increased fuel consumption due to the missing fairing.

ELY 812 departed JFK on 8 February at 00:54 hours. The crew consisted of the captain who was pilot non flying (PNF), the first officer who was pilot flying (PF) and the flight engineer. All licenses were valid and the crew stated that they were fit and well rested.

The flight to Amsterdam was uneventful. At 07:09 the first contact was made with Amsterdam Area Control Center (Amsterdam ACC), who instructed ELY 812 to descend to FL150 and to hold in the SUGOL holding until 07:33.

Automatic terminal information service (ATIS) information ECHO was received which informed the flight crew that runway 01R was in use with the following braking actions:

A medium	clear and dry
B medium	slush patches 10 mm
C medium - poor	slush patches 10 mm

The surface wind was 290 degrees 12 knots, variable between 260 and 340 degrees. Tempo 320 degrees with 18 knots, maximum 32 knots.

The landing distance required (LDR) was checked by both the flight engineer and the captain and was found to be sufficient.

A landing card was prepared for runway 01R with calculations of an estimated landing weight of 273000 kg, 24000 kg fuel and a V_{REF} of 148 knots. During the course of the briefing, it was decided that the first officer would perform the landing at flaps 30, automatic brake setting at MEDIUM and the activation of thrust reversers only on engines 2 and 3 with a power of 70% N1.

While holding at SUGOL, ELY 812 was further cleared to descend to FL70. At 07:30 ELY 812 asked Amsterdam ACC: *ELY 812, ehh .. not using 27 today?* The message was hardly readable and ELY 812 was transferred to Schiphol Approach without having received a reply.

After contact was established with Schiphol Approach the following instruction was received: *ELY 812, maintain 70, ILS 01L, on the left, weather FOXTROT, and we do parallel approaches.* The captain acknowledged weather FOXTROT and again asked confirmation that runway 27 was not in use. Again the message was hardly readable and Schiphol Approach answered with: *hardly any change, only the runway.* The captain might have understood this message to mean that the braking action for runway 01L was the same as for runway 01R.

Arrival Information FOXTROT was available on the closed circuit information system (CCIS) but was never transmitted on ATIS.

Approach

While ELY 812 was in the SUGOL holding, the landing weight decreased to 270000 kg and all landing calculations were recalculated and revised.

ELY 812 started the approach on 01L after the captain, using the braking data for 01R, checked and determined that the landing distance available (LDA) was sufficient. During the approach the average approach speed in the landing configuration was 164 knots, with a V_{REF} of 146 knots. The crew told the investigators that it was snowing during and after landing but that the runway remained visible.

Landing

At 07:42 ELY 812 was transferred to Schiphol Tower who at 07:43 cleared the flight for landing on 01L with wind information 300 degrees at 10 knots. The first officer was PF and the landing was executed using autoland, flaps 30, automatic brakes at MEDIUM, thrust reversers on engines 2 and 3 to operate up to 70% N1.

The aircraft touched down at a speed of 157 knots. Initial deceleration was normal. Aerial photography confirmed that the aircraft remained on the centerline. Approximately 28 seconds after touch down the captain felt that the aircraft was not decelerating as expected and instructed the PF to go to maximum braking and to activate the thrust reverser on engine number 1. The effect was minimal. In a final attempt the captain tried to steer the aircraft onto the taxi track at the end of the runway using nose wheel steering but was unsuccessful.

The aircraft slid over the end of the runway at very low speed. When the aircraft came to a stop, the nose landing gear wheels were 30 meters beyond the runway end and slowly sinking into the mud. The forward 4 wheels of the main landing gear bogies were just past the runway edge and partly sunken into the mud. The remaining 12 wheels stayed on the runway.

2.2 *Injuries to Persons*

Injuries	Crew	Passengers	Others	Total
Fatal	0	0	0	0
Serious	0	0	0	0
Minor/None	3	0	0	3
Total	3	0	0	3

2.3 *Damage to Aircraft*

The aircraft suffered minor damage.

2.4 *Other Damage*

A small number of the runway end lights were damaged.

2.5 *Personnel Information*

Captain:	Israeli; male; age 50	
Last medical examination:	08-12-98, no restrictions, valid until 30-06-1999	
Licence:	Israeli ATPL with rating for Boeing 747. First issued in 1974, valid until 30-06-1999.	
Flying experience:	All types	B747
Total:	20000	10000
Last 3 months:	250	250
Last 24 hours:	8	8
First Officer:	Israeli; male; age 60	
Last medical examination:	02-02-1999; required glasses, valid until 31-08-1999.	
Licence:	Israeli ATPL with rating for Boeing 747. First issued in 1974, valid until 31-8-1999.	
Flying experience:	All types	B747
Total:	16000	6000
Last 3 months:	200	200
Last 24 hours:	8	8
Flight Engineer:	Israeli; male; age 60.	
Last medical examination:	24-02-1998, required glasses, valid until 01-03-1999.	
Flying experience:		
All types:	B747	
Total:	25000	2500
Last 3 months:	210	210
Last 24 hours:	8	8

2.6 Aircraft Information

2.6.1 General

Registration:	4X-AXK
Aircraft type:	Boeing 747-245F (freighter)
Manufacturers serial number:	22151
Date of manufacture:	October 1980
Total aircraft hours / cycles:	69946:36 / 16644
Expiring date of airworthiness certificate:	19-01-2000
Date of registration in the country:	20-01-1995
Aircraft registration number:	832
Engines:	4 Pratt & Whitney JT9D-7Q/E

Remark

Engine number 4 thrust reverser was deactivated.

2.6.2 Weight and Balance

According to the load and trim sheet made up for the flight from New York to Amsterdam the landing weight of 273000 kg and the center of gravity were within limits.

2.6.3 Landing Performance

At the beginning of the descent the crew made the following landing distance required (LDR) calculation for the main landing runway in use (runway 01R):

Calculated landing weight:	273000 kg
Braking action used for calculation for landing runway 01R:	MEDIUM for entire length of runway
Pressure altitude:	300 feet
Headwind component:	0 knots
Required dry runway length:	6600 feet
Required runway length (autobrake MEDIUM):	9240 feet
Landing distance available (runway 01R):	9268 feet

While the aircraft was in the hold at SUGOL the landing runway was changed and the crew was directed to land on runway 01L. The LDR was recalculated:

Updated landing weight:	270000 kg
Braking action used for calculation for landing runway 01L:	MEDIUM, MEDIUM, MEDIUM - POOR
Pressure altitude:	300 feet

Headwind component:	6 knots
Required dry runway length:	6450 feet
Required runway length (autobrake MEDIUM):	9352 feet
Landing distance available (runway 01L):	9350 feet

2.6.4 Operational Procedures

The aircraft 4X-AXK was equipped with a 3 channel autopilot versus most Boeing 747-200 EL AL aircraft, which have only 2 channels. In order to achieve standardization, company procedure at the time of the incident dictated to use only 2 channels out of the 3 available.

EL AL company procedures dictated to fly auto approaches resulting in an autoland with $V_{REF} + 5$ knots. However, because of autothrottle system characteristics (during the approach phase) on some Boeing 747 EL AL aircraft, it became common pilot habit to maintain higher approach speeds.

The Boeing manual states that it is not recommended to land on a runway with POOR braking action.

2.7 Meteorological Information

2.7.1 General Situation

Western Europe was under the influence of a cold low pressure system. At the estimated time of arrival, a cold front was passing through, with strong winds, rain, CB clouds, and snow. The actual weather was the same as forecasted.

2.7.2 Weather Forecast at Amsterdam Airport Schiphol

EHAM 071621

080018 310/15 9999 FEW 020 SCT 030 TEMPO 00-18 320 20G32

KT 4500 SHSNGS SCT 008 BKN 015 CB PROB 40 TEMPO 0018

320 20G38 KT 120 +SHSN TSSN BKN 004 012 CB.

2.7.3 Weather Conditions at the time of the Incident

time	wind	visibility	clouds	temperature	QNH
07:25	280/1	10+KM	FEW CB 1500	+1° Celsius	1002
07:36	300/7	6 KM	SCT CB 1500	+1° Celsius	1002
07:42	350/8	2 KM	FEW CB 800	+1° Celsius	1002

When the aircraft landed at 07:45, the visibility was good and weather conditions were clear. The wind was 310/10. A few minutes before and after the landing of the aircraft, there were deposits of rain and snow that froze immediately and covered parts of the runway.

Replay of the meteorological radar tape showed a snow shower passing the field from west to east, hitting the northern part of runway 01L, but passing north of the runway 01R. It should be noted that this information never reached the crew.

Personnel arriving at the scene to investigate or to organise the recovery of the aircraft testified that the taxi tracks and the runway in that area, were very slippery and that it

was difficult to drive their cars and care had to be taken when walking over the runway. Aerial photography taken shortly after the incident showed that the last half of the runway was covered with (fresh) snow.

2.7.4 ATIS Information

For ATIS information see Appendix B.

2.8 Aids to Navigation

During the approach ELY 812 made use of the locator NV on frequency 332 kHz and of the ILS runway 01L cat 2 on frequency 108.75 MHz. This equipment functioned normally and had no relation with the cause of the accident.

2.9 Communications and Recordings

During the approach and landing at Schiphol, ELY 812 maintained contact with Amsterdam ACC, Schiphol Feeder, Schiphol Arrival and Schiphol Tower. The radio equipment functioned normally and had no relation with the cause of the accident. The transcript of the radio communication is attached as Appendix C.

2.10 Airport Information

Schiphol has several runways which are allocated for take-off or landing, based on a preferential runway allocation system. In the early morning runway 01L had been in use as take-off and landing runway. Runway 27 was not available because of snow clearing in progress. See Appendix D for airport lay-out.

At around 06:15, ATC had assigned runway 01R as main landing runway, with runway 01L as main departure runway. When the delays for incoming traffic started to build up ATC decided to start using runway 01L in a mixed mode i.e. to use runway 01L also as secondary landing runway. At that time the available braking action information for this runway was GOOD, GOOD, MEDIUM - GOOD. At around 07:27 the friction coefficients for this runway were again measured.

This measurement resulted in the following braking coefficients:

- A - 0.63% = GOOD
- B - 0.43% = GOOD
- C - 0.23% = POOR

These braking coefficients were transmitted by Amsterdam Airport Schiphol (AAS) to Schiphol Tower. Since the braking coefficient of 0.43% in zone B approached the lower limit of GOOD, it was decided to make the braking action for this part of the runway MEDIUM. This resulted in the following runway condition report (RCR) for runway 01L: GOOD, MEDIUM, POOR.

2.11 Flight Recorders

The aircraft was equipped with a 19 channel flight data recorder manufactured by Allied Signal, model RR226, serial number 22151. The cockpit voice recorder was manufactured by Fairchild, model A100A, serial number 4114.

The flight crew did not deactivate the CVR directly after the incident. The circuit breaker of the CVR was pulled by maintenance crew some 30+ minutes after the incident. Recordings of the approach and landing were therefore not available.

The FDR was processed with assistance from the NTSB. The FDR showed sufficient data to analyse the approach and landing phase.

2.12 Description of the Damage

The aircraft suffered minor damage. In order to return it into service, the following work was performed:

- replacement of the lower torsion link;
- minor repairs of electrical installations in the landing gear;
- replacement of 8 wheels.

Note: Two wheels were replaced because they were damaged when hitting the runway end lights. The remaining wheels were replaced as a precautionary measure.

2.13 Medical and Pathological Information

Not applicable.

2.14 Fire

There was no fire.

2.15 Survival Aspects

Not applicable.

2.16 Tests and Research

Not applicable.

2.17 *Organizational and Management Information*

2.17.1 *Runway Condition Reports and ATIS*

To get RCR information on ATIS the following procedure is used:

- AAS measures runway conditions.
- Runway conditions are relayed to ATC by radio/telephone.
- After evaluation and translation ATC feeds information into CCIS.
- ATC has to use an audio signal to alert the meteorological watch office (METEO) in case of new information.
- METEO puts information (from CCIS) on ATIS (main runways only).
- ATC has to make a special request to include secondary runways with RCR on ATIS.
- METEO verifies ATIS by listening out on ATIS frequency.

2.17.2 *Runway Condition Reports for Runway 01L*

At 07.23 METEO prepared arrival information FOXTROT. Because of a wrong code insertion the ATIS recording system rejected the information. Therefore the ATIS transmission did not change from ECHO. This went unnoticed by METEO.

At this point it should be noted that METEO had not been informed by ATC that runway 01L was going to be used as secondary landing runway and therefore even if arrival information FOXTROT had been transmitted it would not have included the braking actions for 01L. Furthermore if METEO had been informed the available information about the braking action for 01L at that time would still have been GOOD, GOOD, MEDIUM - GOOD.

When at around 07.27 the new RCR information for 01L became available, ATC put the new information (in 19R format) on the CCIS. METEO was not alerted by buzzer but by chance picked up the information from the CCIS.

At 07.39 METEO Arrival Information GOLF and at 07.40 departure information WHISKEY became available. Because METEO at that time was still not aware that runway 01L had been assigned as secondary landing runway the new RCR information was only included in ATIS departure information WHISKEY.

2.18 *Additional Information*

Some background information on the hazards of operating on slippery runways can be found in the 'Boeing Airliner' October-December 1992 issue "Landing on Slippery Runways". See Appendix E.

2.19 *Useful or Effective Investigation Techniques*

Not applicable.

3 ANALYSIS

3.1 *General*

The crew was properly licensed and adequately experienced on aircraft type to conduct the flight. The aircraft had a valid certificate of airworthiness and a valid maintenance certificate. Flight preparation was according standard operating procedures. The crew was aware of the possibility of limiting weather conditions at the expected arrival time at Amsterdam. Departure from New York and the flight to Amsterdam were uneventful.

The analysis will therefore be focussed on:

- ATC information to the crew.
- Suitability of the CCIS/ATIS system.
- LDR/LDA calculations.
- Crew performance during approach and landing.
- Actual meteorological conditions at the time of landing.

3.2 *ATC Information to the Crew*

While holding over SUGOL the crew had received ATIS information ECHO which informed them that 01R was in use as main landing runway with braking action MEDIUM, MEDIUM, MEDIUM - POOR. At 07:30 ELY 812 was transferred to Schiphol Approach and after making contact received the following instruction: (...) ILS 01L, on the left, weather FOXTROT and we do parallel approaches. On the request of the captain if runway 27 was in use (the message was hardly readable) Schiphol Approach answered: hardly any change, only the runway.

Because of the transmission "hardly any change, only the runway" the captain understood this message to indicate that the braking action for 01L was identical to the braking action for 01R i.e. MEDIUM, MEDIUM, MEDIUM - POOR. The captain based his decision to continue for landing on this information. At around 07:27 the updated braking action (GOOD, GOOD, POOR) for runway 01L was available at ATC. This was modified by ATC to GOOD, MEDIUM, POOR. This information however never reached the crew. If the captain had been aware of the updated braking conditions for runway 01L he might have considered a request for another landing runway or a diversion to an alternate. Especially as it was clear that given the aircraft weight and the available runway length also the last segment had to be used to decelerate the aircraft.

3.3 *Suitability of the CCIS/ATIS System*

The regular distribution of ATIS information was interrupted as a result of a wrong code insertion and information FOXTROT was never transmitted on ATIS. This went unnoticed by the METEO observer on duty. It should however be noted that if it had been noted and rectified, ATIS information FOXTROT would not have included the arrival information for runway 01L because the METEO observer had not been informed about the use of 01L as secondary landing runway. Likewise the actual braking conditions had at that time not yet been updated. In conclusion it can be stated that the present system depends on manual inputs by different organizations and lacks a reliable feedback loop. The system is therefore, especially under rapidly changing weather conditions, too slow and prone to human error.

3.4 *LDR/LDA Calculations*

While holding over SUGOL the landing card was prepared for a landing on runway 01R. The landing distance required was calculated to be 9240 feet, within the limits of the available runway length of 9268 feet. When the aircraft left the holding and was directed to land on runway 01L the calculations were updated.

With a V_{REF} of 146 knots and braking data for 01R the calculations resulted in a landing distance required of 9352 feet with a landing distance available of 9350 feet. Under these marginal conditions the captain decided to continue for landing, given the margins included in the applicable landing distance calculations and the availability of two inboard reversers.

In relation to this decision it should be noted that a higher than normal final approach speed was selected, resulting in a considerable higher touch down speed. Calculation of the landing distance required with the high final approach speed with flaps 30 (157 knots) should at least have made the captain aware that he needed the third part of the runway to decelerate. Given the MEDIUM - POOR braking action on this part he might have come to a different decision.

3.5 *Crew Performance during Approach and Landing*

During the holding over SUGOL and again after being transferred to Schiphol Approach the captain inquired whether runway 27 was available. Both messages were garbled and not answered by ATC. However it could indicate that the captain was not quite happy with the allocated runway and given the wind forecast (290/12 var 260-340) and the expected landing weight would have preferred to use runway 27. As it is, the captain accepted runway 01R and the landing card was prepared. The first officer would perform the landing using autoland with automatic brakes set at MEDIUM and the thrust reversers on engine 2 and 3 to operate up to 70% N1.

Recalculation of LDR vs LDA for runway 01L, which indicated that the outcome if not marginal was at least more limiting than it had been for runway 01R, did not trigger the captain to revise the landing set-up. Neither did he positively confirm the RCR for runway 01L.

3.6 *Actual Meteorological Conditions at the Time of Landing*

During the landing phase of ELY 812 a shower passed Schiphol Airport from west to east and deposited rain and snow on the northern part of runway 01L. Witness reports indicate that it was very slippery in this area, difficult to drive cars and that care had to be taken when walking. This information indicates that at that time the braking coefficient for the last part of the runway was most probably worse than measured at 07:27. The deteriorated braking action for the last part of runway 01L during the landing phase of ELY 812 can be considered as the most important causal factor in this incident.

4 CONCLUSIONS

- 4.1 The flight crew was properly licensed to conduct the flight.
- 4.2 The aircraft had a valid certificate of airworthiness and a valid maintenance release for the flight. Landing weight and center of gravity were within limits.
- 4.3 Both crew and ATC used non-standard RT-phraseology. This led amongst others to the false understanding by the crew that the braking action for 01L was the same as for 01R.
- 4.4 Calculation by the flight crew of the landing distance required for braking action MEDIUM, MEDIUM, MEDIUM - POOR for runway 01L was correct and indicated that the aircraft could land within the landing distance available for runway 01L.
- 4.5 Information of the actual braking conditions for 01L, which were available at around 07:27, never reached the crew. The crew was therefore not aware of the fact that for the third part of runway 01L the braking action was POOR.
- 4.6 The captain did not positively ascertain the braking action for 01L.
- 4.7 The automatic landing procedure was executed by the first officer as pilot flying. The actual final approach speed (flaps 30) was 13 knots higher than the calculated final approach speed. This resulted in a stopping distance greater than the calculated one.
- 4.8 The weather conditions varied quickly. The rain and snow that fell on the northern end of the runway between the time the braking coefficients were measured and the time of the landing had, considering the actual temperature being close to zero, a deteriorating effect on the actual braking conditions.
- 4.9 Due to a wrong code insertion Arrival Information FOXTROT was never transmitted. Given the available RCR information at that time this omission had no relation with the occurrence.
- 4.10 The RCR-CCIS-ATIS system is prone to human error and inadequate to timely inform the crews under quickly changing conditions.

5 PROBABLE CAUSE

The following causal factors were identified:

- Variable weather conditions with isolated snow showers resulting in rapidly changing braking conditions.
- Precipitation just before landing resulting in braking conditions which were even worse than the previously measured POOR condition on the northern end of the runway.

Contributing factors were:

- Misunderstanding caused by the use of non-standard RT-phraseology.
- Automatic landing procedure with a high average approach speed (flaps 30).
- Inadequate weather information to the flight crew with regard to the braking action for the assigned landing runway resulting in the captain accepting the runway.

6 RECOMMENDATIONS

- 6.1* Schiphol Group, Air Traffic Control the Netherlands and the Royal Dutch Meteorological Institute to review existing procedures of the RCR/CCIS/ATIS system in order to:
- eliminate as much as possible the influence of human error;
 - find ways to timely inform flight crews in the event of rapidly changing conditions.
- 6.2* EL AL to review approach and landing procedures with respect to speed control in the autoland mode.
- 6.3* ATC and crews should use always standard ICAO RT-phraseology.

BIJLAGE A

APPENDIX A

Foto van de 4X-AXK na het incident

Photograph 4X-AXK after the incident



RAPPORT 1999011

FINAL REPORT 1999011

BIJLAGE B

ATIS Informatie

APPENDIX B

ATIS Information

When the captain established communications with the approach controller, he confirmed that he had received ATIS information ECHO.

071520 ARRIVAL INFORMATION ECHO

MAIN LANDING 01R, RUNWAY CONDITION SCHIPHOL RUNWAY 01R: A, CLEAR AND DRY, BRAKING ACTION MEDIUM; B, SLUSH PATCHES 10 MM, BRAKING ACTION MEDIUM; C, SLUSH PATCHES 10 MM BRAKING ACTION MEDIUM-POOR. ALL TAXIWYS AND APRONS BRAKING ACTION MEDIUM. TL 50. 290/12 VAR 260-340. VIS 9 KM, FEW 1500FT CB, SCT2500 FT. TEMP 1° DP 0°, QNH 1002, TEMPO FM 0730: 320/18 MAX 32. VIS 1200 M. SCT 800, SCT 1500 CB.

At 073936 hours, 4:30 minutes before the landing of the aircraft, the ATIS was updated to information GOLF. ATIS information FOXTROT was never transmitted.

073936 ARRIVAL INFORMATION GOLF

MAIN LANDING RUNWAY 01R; RUNWAY CONDITION SCHIPHOL RUNWAY 01R: A, CLEAR AND DRY, BRAKING ACTION MEDIUM; B, SLUSH PATCHES 10 MM, BRAKING ACTION MEDIUM; C, SLUSH PATCHES 10 MM, BRAKING ACTION MEDIUM-POOR. ALL TAXIWAYS AND APRONS BRAKING ACTION MEDIUM. TL 50. 280/10 VAR 230-340. VIS 6 KM. FEW 1500 FT CB, SCT 2500 FT. TEMP 1° DP -1°. QNH 1002. TEMPO: 320/18 MAX 32. VIS 1200 M. SCT 800 FT, SCT 1500 FT CB.

During the same time, the airport transmitted the following information to aircraft taking off from runway 01L:

072450 ATIS information VICTOR

THIS IS SCHIPHOL DEPARTURE INFORMATION VICTOR. MAIN DEPARTURE RUNWAY 01L. RUNWAY CONDITION SCHIPHOL, RUNWAY 01L; BRAKING ACTION GOOD, 3RD PART WET SNOW 2 MM BRAKING ACTION MEDIUM TO GOOD; ALL TAXIWAYS AND APRONS BRAKING ACTION MEDIUM; MAIN LANDING RUNWAY 01R, 280 DEGREES, 8 KTS. VARIABLE BETWEEN 250 AND 310 DEGREES. VIS. 10 KM. FEW 1500 FT CB, SCT 2500 FT. TEMP 1° DP -1° QNH 1002.

074011 ATIS information WHISKY

THIS IS SCHIPHOL DEPARTURE INFORMATION WHISKY. MAIN DEPARTURE RUNWAY 01L. RUNWAY CONDITION SCHIPHOL RUNWAY 01L: BRAKING ACTION GOOD, BRAKING ACTION MEDIUM, 3RD PART WET SNOW 2 MM BRAKING ACTION POOR. TAXIWAYS AND APRONS BRAKING ACTION MEDIUM. MAIN LANDING RUNWAY 01R. 330 DEGREES 8 KTS VARIABLE BETWEEN 270 AND 360 DEGREES. VIS 6 KM, FEW 1500 FT CB, SCT 2500 FT. TEMP 1° DP -1° QNH 1002.

RAPPORT 1999011

FINAL REPORT 1999011

BIJLAGE C

APPENDIX C

ATC Transcript

ATC Transcript

ATS Procedures Office
 ATC the Netherlands
 Schiphol East



Luchtverkeersleiding Nederland
 Air Traffic Control the Netherlands

Date: 16-02-99
Reference: LVNL 902361 (concept 6).
Subject: ELY 812 flight. 08-02-1999
Channel: 1-84, 3-40, 1-87, 1-13, 1-86, 3-41

T A P E T R A N S C R I P T

ELY = ELY 812 FDR = Schiphol Feeder (...) = not/hardly readable	TWR = Schiphol Tower 1 ACC = ACC-sector 5	BRW = Brandweer 1 (translation: Fire Fighter 1) ARR - Schiphol Arrival	AAS = AAS Inspecteur (translation: Airport Duty Manager) ASS = TWR Assistent 2 (translation: Twr. Ass. Controller)	SUP = Supervisor APP LMD = Meteo waarnemer (translation: Meteo. Observer)
---	--	--	---	---

Time (UTC):	Between:	Contents:	Time (UTC):	Between:	Contents:
			0629	--	De laatste landing op 01L vindt plaats ongeveer 0629 UTC, NWA 36 (DC 10), daarna wordt op 01R geland (translation: last landing on 01L will be around 0629 UTC, NWA36 (DC10), thereafter 01R will be landing runway)
			0648	AAS - SUP	De Luchthaven neemt baan 09/27 terug om



070815	ELY - ACC	Goedendag (translation: Good day) Amsterdam, ELY 812, out of 245, down 230				deze te vegen. Hier wordt vanwege de verwachte wind wat meer heest mee gemaakt (tel. 2345)(translation: Airport Authorities will take back runway 08/27 from ATC for snow clearing. This has high priority because of the forecasted wind. (extension 2345)).
070820	ACC - ELY	Hello, ELY 812, descend level 150, BLUFA arrival, at SUGOL please hold				
070827	ELY - ACC	Okay, ehhh, down 150, on the BLUFA, hold over SUGOL				
070831	ACC - ELY	And 812, the speed is yours, the approach time from SUGOL is 33				
070837	ELY - ACC	Oké, dank u meneer (translation: Okay, thank you, sir).				
			0713	SUP - LMD		Melding van Supervisor APP aan Metro dat de Arriva ATIS is "blijven hangen" op bericht BRAVO, terwijl men op de CCIS kanalen al verder is (Genex SUP APP) (translation: Report from Supervisor APP to Met. Office that ATIS transmission B is still being transmitted, while CCIS is showing a newer letter code)



071400	ACC - ELY	ELY812, descend level 130				
071404	ELY - ACC	Descend 130, ELY 812. Eh... by the way we did not get the eh.. distance out of SPL*				*DME SPL blijkt u/a door een storing. (translation: DME SPL appears u/a due to a failure)
071413	ACC - ELY	You mean for the position at SIXDOL				
071416	ELY - ACC	No, no, I mean for eh.. the DME reading out of Schiphol				
071419	ACC - ELY	Understood, and you can find SIXDOL? Confirm please				
071422	ELY - ACC	Oh yeah, there is no problem the other one is working, but just for you to know				
071426	ACC - ELY	Understood, thanks for the information				
			071437	DEP ATIS UNIFORM		Information UNIFORM is valid from 071101 UTC This is Schiphol Departure information UNIFORM Main departure runway 01L. Runway condition Schiphol runway 01L; braking action good, braking action good, third part wet snow, 2 millimetres braking action medium to good. All taxiways and aprons braking action medium. Main landing runway 01R, 260 degrees 9 knots Visibility 9 kilometers, few 1500 feet, cumulus nimbus, scattered 2500 feet temperature 1,



						<p>dewpoint minus 0, QNH 1002 hectopascal Information ECHO is valid from 071520 UTC, until then information BRAVO was valid (there were no CHARLIE and DELTA messages)</p> <p>This is Schiphol Arrival Information ECHO; main landing runway 01R. Runway condition Schiphol runway 01R: A, clear and dry, braking action medium; B, slush patches 10 millimetres, braking action medium; C, slush patches 10 millimetres, braking action medium- poor. All taxiways and aprons braking action medium. Transition level 50. 290 degrees 12 knots, variable between 280 and 340 degrees. Visibility 8 kilometers, few 1500 feet, cumulus nimbus, scattered 2500 feet. Temperature 1, Dewpoint -0, QNH 1002 hectopascal. TEMPO from 0730: 320 degree 18 knots maximum 32 knots. Visibility 1200 meters, scattered 800 feet, scattered 1500 feet, cumulus nimbus.</p>
			071620	ARR ATIS ECHO		
071813	ACC - ELY	ELY 812 descend level 120				
071816	ELY - ACC	Down 120, for ELY				
071818	ACC - ELY	And 812 you make it in the outbound leg to two				

071622	ELY - ACC	minutes Ja, bedankt (translation: Yes, thank you), two minutes				
071718	ACC - ELY	ELY812 descend level 110				
071722	ELY - ACC	Down 110, ELY 812				
071818	ACC - ELY	ELY 812, descend level 100				
071821	ELY - ACC	Down 100, ELY 812		0720	AAS - ASS	Melding van Airport 1 dat men geen 01L wil maken, melding zal ongeveer 5 minuten duren (Kanaal 1) (Translation: Report from Airport 1 that the braking action of runway 01L will be checked; will take about 5 minutes. Channel 1)
072102	ACC - ELY	ELY 812, descend to level 80				
072106	ELY - ACC	80, ELY				
				072460	DEP ATIS VICTOR	Information VICTOR is valid from 072450 UTC This is Schiphol Departure information VICTOR. Main departure runway 01L. Runway condition Schiphol, runway 01L; braking action good, braking action good third part west arrow 2 millimeters braking action medium to good. All taxiways and aprons braking action medium. Main landing runway 01R, 280 degrees @ knots. Variable between 260 and 310



						degrees. Visibility 10 kilometers, few 1500 feet, cumulus nimbus, scattered 2500 feet, temperature 1, dewpoint minus 1, QNH 1002 hectopascals
072540	ACC - ELY	ELY 812, descend level 70				
072543	ELY - ACC	Down 70, 812		072700	AAS - ASS	De inspecteur meldt dat de weerden voor de braking action op baan 01L respectievelijk G, M en P zijn (Kanaal 1) (Translation: Airport Duty Manager reports that brakings action 01L are G, M and P)
				072720	ASS - SUP	Assistant Tower belt de weerden voor de braking action door aan de Supervisor op Approach voor verwerking op CCIS kanaal 8 (Garex Tafel 8 APP) (translation: Tower Assistant Controller passes the braking action report on to Supervisor APP for processing on CCIS Channel 8).
072828	ACC - ELY	ELY 812, turn right to SPL with the speed of 220 please				
072832	ELY - ACC	Okay, right SPL and the speed		072850	ARR ATIS ECHO	This is Schiphol Arrival Information ECHO; main landing runway 01R; runway-condition Schiphol



									runway 01R: A, clear and dry, braking action medium; B, slush patches 10 millimetres, braking action medium; C, slush patches 10 millimetres, braking action medium-poor. All taxiways and aprons braking action medium. Transition level 50. 280 degrees 12 knots. Variable between 280 and 340. Visibility 9 kilometers, few 1500 feet cumulus nimbus, Scattered 2500 feet. Temperature 1, Dewpoint -0. QNH 1002 hectopascal. TEMPO from 0730: 320 degrees 18 knots maximum 32 knots. Visibility 1200 meters. Scattered 800, Scattered 1500, cumulus nimbus
073018	ELY - ACC	ELY 812, shh... (not using 27) today?							
073021	ACC - ELY	812, report speed to approach now on 121.2, (yeah?)							
073025	ELY - ACC	Bye							
073034	ELY - FDR	Goedemorgen (translation: good morning), ELY 812, maintaining 7 with Echo							
073038	FDR - ELY	ELY 812, maintain 70, ILS 01L, on the left, weather Foxrot, and we do parallel approaches							
073047	ELY - FDR	Oké, weather Fox.....we are (not using 27) today, confirm?							



073050	FDR - ELY	Hardly any change, only the runway					
073231	FDR - ELY	ELY 812, descend to 3000 on 1002					
073234	ELY - FDR	1002, down 3000, can you take us 20 degrees to the right sir?					
073240	FDR - ELY	Heading 140 to avoid weather affirm					
073242	ELY - FDR	Dank u meener, (translation: thank you, sir) heading 140					
073353	FDR - ELY	ELY 812 contact arrival 131.15					
073358	ELY - FDR	3115 bye, bye					
073412	ELY - ARR	Goedemorgen (translation: good morning) again ELY 812, (...) down 3, on a heading of 140					
073417	ARR - ELY	Hello, ELY 812, proceed as cleared for an ILS on 01L and check frequency of the ILS 108.75					
073428	ELY - ARR	Yes Sir, we got that and our clearance was eth.. to maintain a heading of 140 and speed 210					
073432	ARR - ELY	Roger					
073655	ELY - ARR	812, (radio check)					
073658	ARR - ELY	812, speed is yours, not below 180					
073701	ELY - ARR	Oké, dank u (translation: okay, thank you)					
073800	ARR - ELY	ELY 812, atear heading 1.ahh.80, descend to 2000 feet					
073805	ELY - ARR	Heading 180, down 2000					

073900	ARR - ELY	ELY 812, about 13 miles to fly, left turn heading 090 for base				
073906	ELY - ARR	Heading 090, ELY 812				
073931	ARR - ELY	ELY 812, continue left turn, steer heading 030, cleared for the approach for runway 01L				
073936	ELY - ARR	030, cleared for the approach, thank u manear (translation: thank you, sir.)				
						Information Fox N/A. Information GOLF available from 073936
			073936	ARR ATIS GOLF		This is Schiphol Arrival information GOLF, main landing runway 01R; runway-condition Schiphol runway 01R: A, clear and dry, braking action medium; B, slush patches 10 millimeters, braking action medium-poor. All millimeters, braking action medium-poor. All taxiways and aprons braking action medium. Transition level 50. 280 degrees 10 knots. Variables between 230 and 340. Visibility 8 kilometers, few 1500 feet cumulus nimbus, Scattered 2500 feet. Temperature 1, Dewpoint -1. QNH 1002. TEMPO: 320 degrees 18 knots maximum 32 knots. Visibility 1200 meters. Visibility 1200



					meters, scattered 600 feet, scattered 1500 feet cumulus nimbus.
					<i>Information WHISKY is valid from 074011 UTC</i>
					This is Schiphol departure information WHISKY, main departure runway 01L. Runway condition Schiphol, runway 01L; braking action good, braking action medium third part wet snow 2 millimeters braking action poor. All taxiways and aprons braking action medium. Main landing runway 01R, 330 degrees 8 knots. Variable between 270 and 380 degrees. Visibility 6 kilometers, few 1500 feet, cumulus nimbus, scattered 2500 feet temperature 1, dewpoint minus 1, QNH 1002 hectopascal.
074214	ARR - ELY	ELY 812, 6 miles from touchdown 01L, number 1, contact Tower on 118.1, 118.1		074011	DEP ATIS WHISKY
074221	ELY - ARR	18 1 deg			
074222	ARR - ELY	Bye			
				074223	<i>AFR2241 cleared for take off 01L Laatste startende kiel voor 01L Geen relevante RT betreffende braking action (translation: last departure from 01L, no RT</i>



074234	ELY - TWR	Goedemorgen, (translation: good morning) ELY 812, 1... 01L					about braking action).
074237	TWR - ELY	ELY 812 is number 1 for 01L.					
074241	ELY - TWR	Dank U. (translation: thank you)					
074332	ELY - TWR	Windcheck for 1L please.					
074334	TWR - ELY	ELY 812 is cleared to land on 01L, the wind 300 at 10.					
074338	ELY - TWR	Dank U. (translation: thank you)					
074357	ELY - TWR	Just to confirm, ELY 812 cleared to land 1L.					
074358	TWR - ELY	ELY 812 is cleared to land 01L, 310 at 10.					
074401	ELY - TWR	Dank U. (translation: thank you)					
			074411	ARR ATIS GOLF			This is Schiphol Arrival information GOLF, main landing runway 01R; runway-condition Schiphol runway 01R: A, clear and dry, braking action medium; B, slush patches 10 millimeters, braking action medium-poor. All taxiways and aprons braking action medium. Transition level 50. 280 degrees 10 knots, Variable between 230 and 340. Visibility 6 kilometers, few 1500 feet cumulus nimbus. Scattered 2500 feet. Temperature 1, Dewpoint



								-1. QNH 1002 hectopascal. TEMPO: 320 degrees 18 knots maximum 32 knots. Visibility 1200 meters. Visibility 1200 meters. Scattered 800 feet, Scattered 1500 feet, cumulus nimbus. Information X-RAY is valid from 074514 UTC
								This is Schiphol Departure information X-RAY; main departure runway 01L. Runway condition Schiphol runway 01L; braking action good, braking action medium, third part wet snow 2 millimeters braking action poor. Taxiways and aprons braking action medium. Main landing runway 01R. 340 degrees 7 knots. Variable between 270 and 360 degrees. Visibility 2000 meters. Showers with snow, few 800 feet, scattered 1500 feet, cumulus nimbus, scattered 2600 feet. Temperature 1, dewpoint minus 1, QNH 1002 hectopascal
			074514	DEP ATIS X-RAY				
074537	TWR - ELY	ELY 012 vacated?						
074541	ELY - TWR	Negative sir, we have eh... Eh..., negative sir, we lost the runway. We are at the end.						
074547	TWR - ELY	Okay, report when vacated.						
074549	ELY - TWR	No sir, we have lost the runway. We need a eh... push, we need a eh..., a towing.						



			074549	ARR ATIS HOTEL	Information HOTEL available from 074549. Arrival information HOTEL; main landing runway 01R; runway-condition Schiphol runway 01R: A, clear and dry, braking action medium; B, slush patches 10 millimeters, braking action medium; C, slush patches 10 millimeters, braking action medium-poor. All taxiways and aprons braking action medium. Transition level 50. 300 degrees 08 knots. Variable between 230 and 340. Visibility 2000 m. Showers with snow. Few 800 feet. Scattered 1500 feet cumulus nimbus, Scattered 2500 feet. Temperature 1, Dewpoint -1, QNH 1002 hectopascal. TEMPO: 320 degrees 18 knots maximum 32 knots. Visibility 1200 meters. Thunderstorm. Scattered 800 feet.
074653	TWR - ELY	Roger, hold position.			
074607	ELY - TWR	Eh... eh. you have to close runway 01L. The braking action is nil at the end.			
074615	TWR - ELY	Roger sir. Do you need any assistance? Any problems? Advice.			
074617	ELY - TWR	No, not at this time.			



074846	ELY - TWR	You want us to switch to ground, ELY?				
074848	TWR - ELY	Well, remain this, sir. I'm on this frequency on my own, for the time being.				
074851	ELY - TWR	Okay, if you can send the fire-truck, just to make sure.				
074854	TWR - ELY	Fire-engines are on their way, sir. (I have to see his) on his way to have a look at you.				
074857	ELY - TWR	Thank you.				
074859	TWR - ELY	ELY behind you, about 4...; 300 meters away now.				
074902	ELY - TWR	Dank u. (translation: thank you)				
074904	TWR - ELY	And as soon as you know something, please advice on this frequency.				
074907	ELY - TWR	Say again please?				
074908	TWR - ELY	If you notice anything, you want to reco... eh... report as soon as possible on this frequency than?				
074912	ELY - TWR	Yeah, okay.				
075857	ELY - TWR	Schiptol, ELY 812?				
075859	TWR - ELY	ELY 812. Please switch off engine number 4.				
075902	ELY - TWR	Eh..., that is the only engine we have left, now, eh..., number 4. We don't have APU.				
075907	TWR - ELY	Oh, stand by. We'll check it up. One moment.				
075909	ELY - TWR	Okay, are the guys in the area?				

075811	TWR - ELY	Yes, we'll try get a frequency for you. And (...) than you can talk to each other.				
075816	ELY - TWR	Okay, thank you.				
075828	TWR - ELY	ELY 812, maintain the engine number 4 on for your APU usage.				
075833	ELY - TWR	Okay, thank you...and it looks like, okay, the guys will tell you, it looks like a push-back will not be sufficient.				
075840	TWR - ELY	No sir, they're already, (all, eh..., all the) to check it up now. I'll keep you posted as soon as I know something.				
075846	ELY - TWR	Dank u wel (translation: thank you)				
080225	BRW-TWR	Branchweer 1, hier de toren op 118.1, ontvangt U mi? (translation: Fire Fighter 1, this is Tower on 118.1, how do you read?)				
080354	BRW-TWR	Branchweer 1, hier de toren op 118.1? (translation: Fire Fighter 1, this is Tower?)				
080626	TWR - ELY	ELY 812, Tower here.				
080627	ELY - TWR	Yeah, 812.				
080628	TWR - ELY	If you need to say anything to the eh.. crews on the ground, you can call me. I'll pass it on, sir.				
080636	ELY - TWR	Eh..., yeah, they, they cannot eh... hook eh... headset?				



0810641	TWR - ELY	They work on it. I'll try to get to you as soon as possible down there, but (I can offer to find) frequency they can use and you can use. But I'm not sure if that is possible due to a lot of traffic in the area. We'll try to find out. I'll keep you posted.				
0810651	ELY - TWR	Yeah, if you just give an initial estimate about the damage there is.				
0810655	TWR - ELY	Well, there has been reported some parts of the., of the wings on the runway and they're checking carefully to be sure.				
0810701	ELY - TWR	Wings????				
0810703	TWR - ELY	It looks like there's some parts of the aircraft. Not certainly which parts, but we're not sure yet. Maybe it's ice, maybe it's parts of the eh... plane itself. We're not sure yet. They're checking it.				
0810713	ELY - TWR	Well okay. And eh... about the damage here on eh.. on the stand.				
0810719	TWR - ELY	Yeah, we're sorting it out, sir. But, eh.. well we had a lot of traffic behind you sir. So, we're sorting it out or so. I'll keep you posted. You're the only one on this frequency, especially for you. So, if you need anything, just give a call.				
0810726	ELY - TWR	Yeah, thank you.				



0810808	ELY - TWR	ELY 812, eh.. question.					
0810808	TWR - ELY	Go ahead sir.					
0810810	ELY - TWR	Do you know if there was an aircraft before we landed on 01L?					
0810815	TWR - ELY	Yes sir, we're using it about... Well you was were the first one again. We landed on it eh.. say half an hour before you for some time. Then we switched over to use it only as a take-off runway and used 01R for landing. Ahead of you about 4 aircraft were airborne.					
0810829	ELY - TWR	Airborne eh.. out of 01L, confirm?					
0810833	TWR - ELY	Yes, and it was just before you checked for b.. b... braking actions which is changing information we didn't didn't have yet.					
0810841	ELY - TWR	Yeah, because we didn't get that. Eh.. is there a possibility of the guys over there to check the braking action now on the runway?					
0810847	TWR - ELY	Yes, they're working on it. We'll have it done.					
0810850	ELY - TWR	Say again.					
0810851	TWR - ELY	They work on it, sir, I'll pass it on.					
0810852	ELY - TWR	Okay.					
0810857	ELY - TWR	Eh.. we have the feeling that from half half the way down the runway there is no brake.. braking action nil.					
0810866	TWR - ELY	Roger, half way it stopped from (...) at all.					



081500	TWR - ELY	ELY 8127					
081506	ELY - TWR	812.					
081507	TWR - ELY	Braking action report as Alfa good, Bravo medium, Charlie Poor.					
081513	ELY - TWR	Roger, copied, thank you.					
082728	TWR - ELY	ELY 812.					
082731	ELY - TWR	8127					
082733	TWR - ELY	Staircase on it's way now shortly arriving at the aircraft.					
082736	ELY - TWR	Say again?					
082737	TWR - ELY	A staircase, the stairs, to get you out and the towtruck are on their way approaching the aircraft from the south.					
082740	ELY - TWR	Okay, thank you very much.					
083026	ELY - TWR	Okay, ELY 812, we shut down the number 4 engine and eh.. we're getting off the radio					
083031	TWR - ELY	ELY 812 roger, you're leaving the radio-frequency also. You can contact somebody on the ground?					
083035	ELY - TWR	Not yet. We are waiting. You told us that they are close.					
083036	TWR - ELY	Yeah, they are close behind you, so... You want to shut down the engine or you need to shut down the engine?					



083043	ELY - TWR	No, no. We just shut it down. As a.... We are leaving, we are waiting to leave.					
083048	TWR - ELY	Okay, well. We close this frequency down. Thank you.					
083053	ELY - TWR	Eh....well actually you know if we can stay a while on this one.					
083058	TWR - ELY	Ja, to be sure that there is somebody in contact with you. That might be better so somebody (nee..) need to be.. Somebody can contact you. Remain this frequency and give me a call when you (co..) contacted somebody on the ground.					
083104	ELY - TWR	Yeah okay we will.					
084142	TWR - ELY	ELY 812, can you give me your registration?					
084147	ELY - TWR	Eh...Ja. 4X-AXK.					
084152	TWR - ELY	4X-AXK, thank you. (translation: dank u)					
084858	TWR - ELY	ELY 812?					
085012	ELY - TWR	Who is are calling 812?					
085014	TWR - ELY	ELY 812, you have any contact with the ground crew there, in there?					
085018	ELY - TWR	Yes, we have eh.. people in here from the ground and from our company.					
085023	TWR - ELY	Okay, so you can leave this frequency. You can call (...) with them.					



0815026	ELY - TWR	Okay, thank you.							
0815027	TWR - ELY	Goodbye.							
0815028	ELY - TWR	Bye bye, thank you very much.							

RAPPORT 1999011

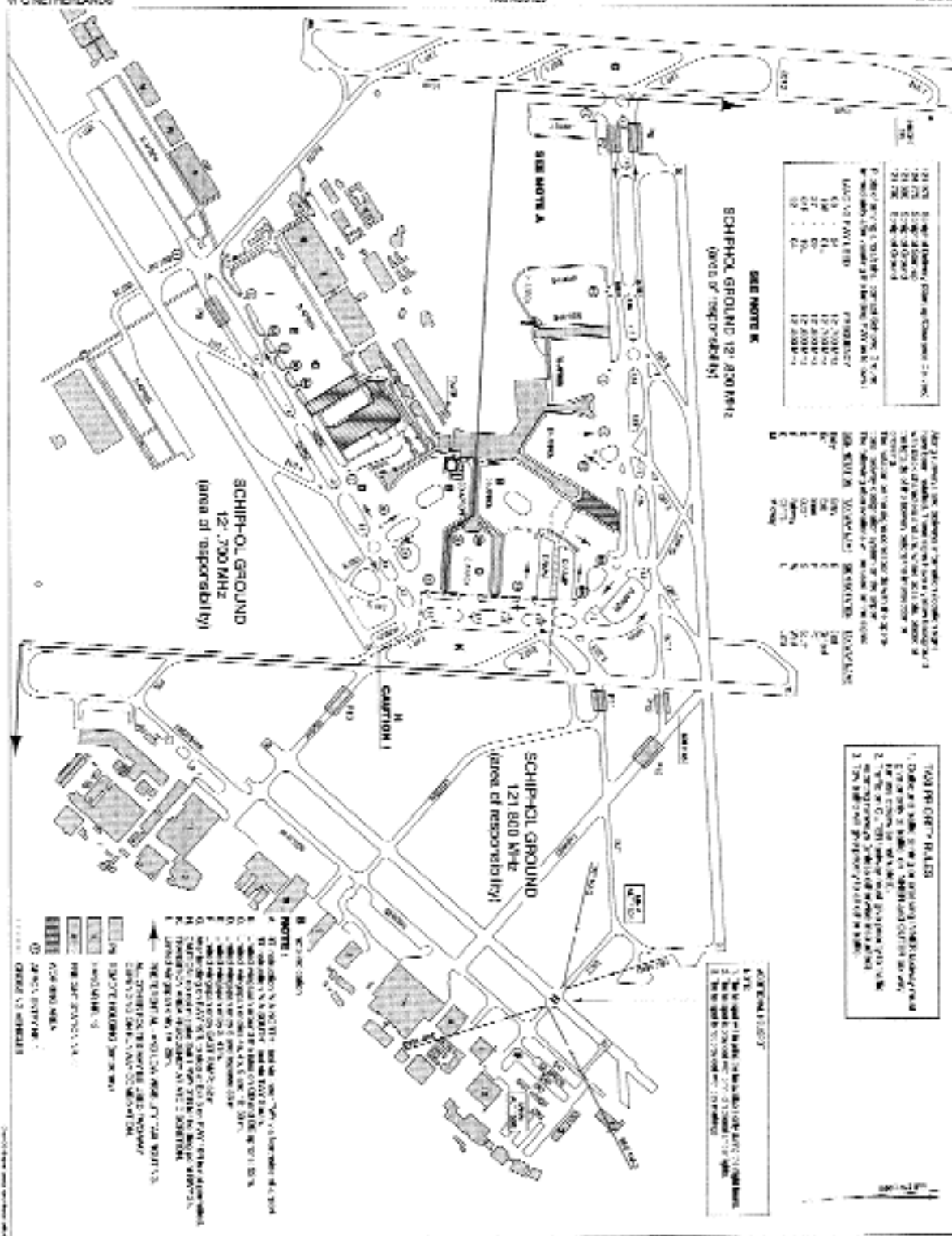
FINAL REPORT 1999011

BIJLAGE D

Plattegrond Luchthaven
(Amsterdam Airport Schiphol)

APPENDIX D

Airport lay-out
(Amsterdam Airport Schiphol)



SEE NOTE B

SCHIPHOL GROUND 121.800 MHz
(area of responsibility)

FR	TO	TYPE	CLASS
121.800	121.800	UNIDIR	UNIDIR
121.800	121.800	BIDIR	BIDIR
121.800	121.800	UNIDIR	UNIDIR
121.800	121.800	BIDIR	BIDIR
121.800	121.800	UNIDIR	UNIDIR
121.800	121.800	BIDIR	BIDIR
121.800	121.800	UNIDIR	UNIDIR
121.800	121.800	BIDIR	BIDIR
121.800	121.800	UNIDIR	UNIDIR
121.800	121.800	BIDIR	BIDIR

SEE NOTE B

SCHIPHOL GROUND 121.700 MHz
(area of responsibility)

FR	TO	TYPE	CLASS
121.700	121.700	UNIDIR	UNIDIR
121.700	121.700	BIDIR	BIDIR
121.700	121.700	UNIDIR	UNIDIR
121.700	121.700	BIDIR	BIDIR
121.700	121.700	UNIDIR	UNIDIR
121.700	121.700	BIDIR	BIDIR
121.700	121.700	UNIDIR	UNIDIR
121.700	121.700	BIDIR	BIDIR
121.700	121.700	UNIDIR	UNIDIR
121.700	121.700	BIDIR	BIDIR

7500 MHz CHART - HALLS

1. Check for holes in the ceiling and floor of the building. If holes are found, they should be sealed with a suitable material. This is to prevent the leakage of radio waves from the building.

2. Check for holes in the walls of the building. If holes are found, they should be sealed with a suitable material. This is to prevent the leakage of radio waves from the building.

3. Check for holes in the roof of the building. If holes are found, they should be sealed with a suitable material. This is to prevent the leakage of radio waves from the building.

ADDITIONAL NOTES

1. The ground survey chart is based on the latest available information. It is subject to change without notice.

2. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

NOTE 1

A. The ground survey chart is based on the latest available information. It is subject to change without notice.

B. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

C. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

D. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

E. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

F. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

G. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

H. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

I. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

J. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

K. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

L. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

M. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

N. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

O. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

P. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

Q. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

R. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

S. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

T. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

U. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

V. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

W. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

X. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

Y. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

Z. The ground survey chart is not to be used for navigation purposes.

RAPPORT 1999011

FINAL REPORT 1999011

BIJLAGE E

APPENDIX E

Boeing Airliner Edition October/December 1992
“Landing on Slippery Runways”

As winter once again approaches the northern hemisphere, it is timely to refresh ourselves about the hazards of operating on slippery runways. This article reviews the principles of tire traction, landing techniques and the use of brakes, speedbrakes and reverse thrust to stop the airplane during landing. It is an updated version of the article by the same title that appeared in the January 1978 Boeing AIRLINER.

FACTORS AFFECTING WHEEL BRAKING

Wet Runways

As a tire rolls along a wet runway, it is

constantly squeezing the water from the tread. This squeezing action generates water pressures which can lift portions of the tire off the runway and reduce the amount of friction the tire can develop. This action is called hydroplaning, so technically, whenever a tire is moving on a wet surface, it is hydroplaning. This results in tire to ground friction which can be low at high speeds and improve as speed reduces. There are three types of hydroplaning: *Viscous*, *Dynamic* and *Reverted rubber*.

Viscous hydroplaning occurs on all wet runways and is a technical term used to describe the normal slipperiness or lubricating action of

the water (see Figure 1a). While viscous hydroplaning does reduce the friction it is not to such a low level that the wheel cannot be spun up shortly after touchdown to initiate the antiskid system. Viscous hydroplaning is the most commonly encountered cause of low friction on wet runways, and occurrences are often mistaken for dynamic hydroplaning.

Dynamic hydroplaning is the technical term for what is commonly called *hydroplaning* (see Figure 1b). During total dynamic hydroplaning the tire lifts off the pavement and rides on a wedge of water like a water ski. Because the conditions required to initiate and sustain it are extreme, it is



Richard L. Elliot
Flight Operations
Engineering
Boeing Commercial
Airplane Group



Fred H. Lorenz
Chief Pilot
Flight Training
Boeing Commercial
Airplane Group



Garrett H. DeVlieg
777 Brake & Steering Systems
Boeing Commercial
Airplane Group

Landing on Slippery Runways



Airline, Oct/Nov 1992

a phenomenon that is rarely encountered. However, when dynamic hydroplaning occurs it lifts the tire completely off the runway and causes such a substantial loss of tire friction that wheel spinup may not occur.

The conditions required to cause dynamic hydroplaning are high speed, standing water and poor surface *macrotexture*. These conditions must continue without interruption to keep the tire on its plane. In the absence of any of these conditions, dynamic hydroplaning will either not occur at all or will affect only a portion of the tire footprint.

Reverted rubber hydroplaning can occur whenever a locked tire is skidded along a very wet or icy runway for a time long enough to generate frictional heat in the footprint area (see Figure 1c). Reverted rubber hydroplaning can be initiated at any speed above about 20 knots and results in tire friction levels comparable to that of icy runways.

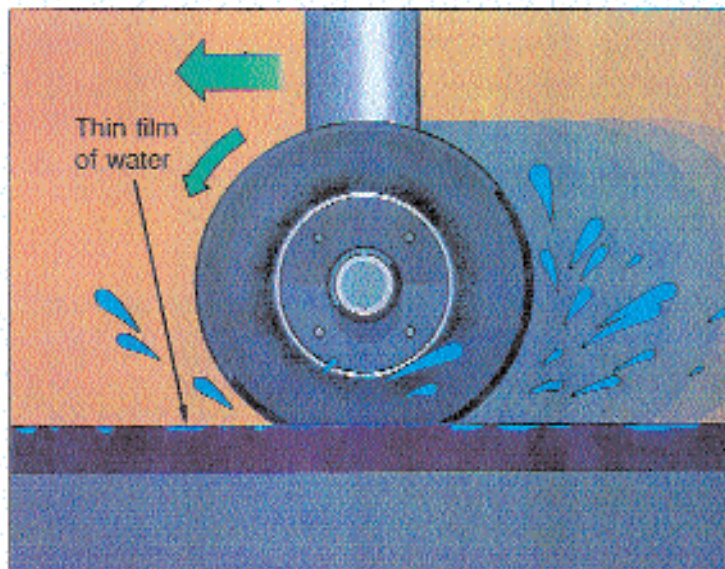


Figure 1a. Viscous hydroplaning (normal wet runway friction). A thin film of water acts like a lubricant. The macrotexture of the runway surface (sandpaper-like roughness) breaks up the water film and greatly improves traction.

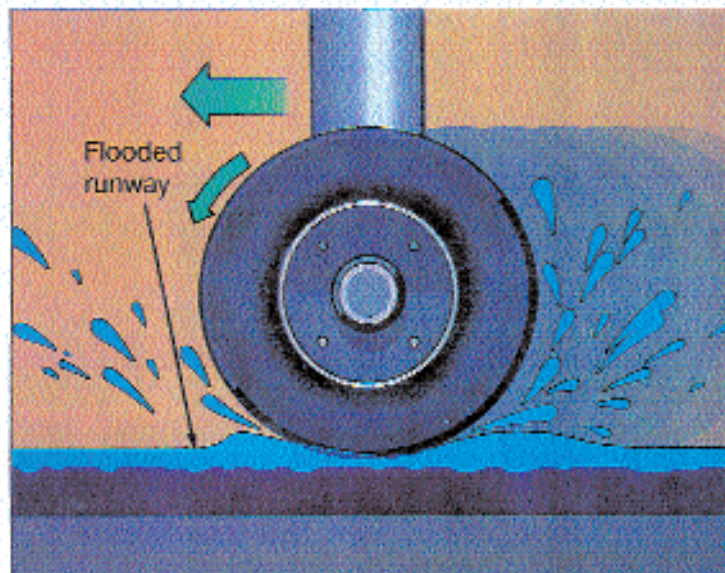


Figure 1b. Dynamic hydroplaning. At high speed the tire planes on deep, standing water. Tire grooves and runway surface macrotexture (slippery or grooved surface) help drain water from the footprint and improve friction.

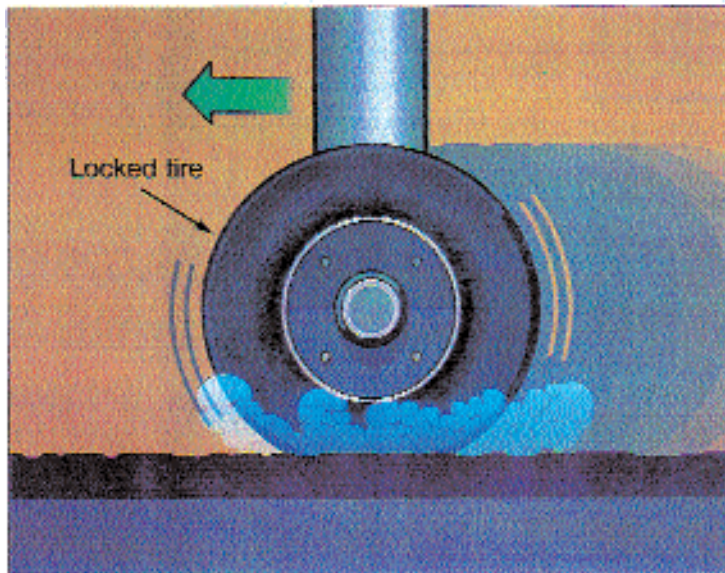


Figure 1c. Reversed rubber hydroplaning. When a tire locks up on a smooth wet or icy surface, the friction heat generates steam. The steam pressure then lifts the tire off the runway, and the steam heat reverts the rubber to a black gummy deposit.

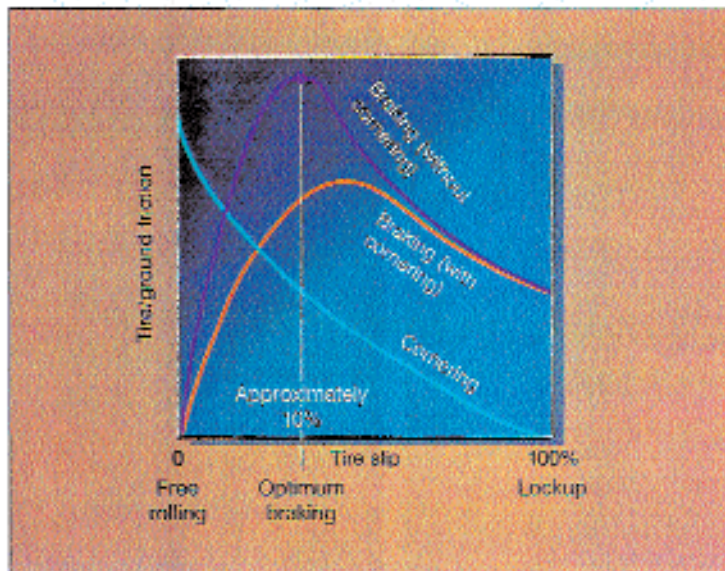


Figure 2. Combined braking and cornering. Tire cornering capability is reduced during braking or when the wheels are not fully spun up. Locked wheels eliminate cornering capability.

Icy Runways

Icy runways, including frost or snow covered runways, can be very slippery at all speeds when the temperature is near freezing. Very cold icy and snow covered runways are capable of generating fairly high friction.

Tire Braking

Braking is the primary means of stopping the aircraft. When the brakes are applied, the tire is made to roll slower than its *synchronous* or free-rolling speed. The result is called slip. A tire generates maximum braking friction when it is slipping approximately 10% slower than synchronous speed. When larger slip values occur, the braking force is reduced (see Figure 2).

A vertical load must be placed on the tire in order to generate a braking force. There is no optimum level of vertical load, the more the better. Therefore, actions which quickly place high vertical load on the tires will promote more rapid wheel spinup and higher braking forces. For all Boeing jet transport aircraft at landing flap settings, lowering the nose and raising the speedbrakes places 65%-100% of the airplane weight onto the tires (Note: for certain models deploying the speedbrakes and lowering the nose will place more than 100% of the airplane weight on its tires due to *negative* lift coefficients being generated at taxi attitudes). Therefore, both actions are considered essential to prompt wheel spinup and the generation of effective braking forces.

Tire Cornering

The other important function of tire to ground friction is the production of cornering forces. Tire cornering forces are the primary means of controlling

runway tracking on the ground - even on slippery runways. Cornering forces act perpendicular to the direction of motion of the tire and are generated when a tire is yawed with respect to its actual direction of travel. On slippery runways a tire develops its maximum cornering force at about five degrees of yaw - beyond that point the side force component decreases rapidly. A high vertical load and minimum tire rotational slip also increase the cornering force available.

Combining Cornering and Braking

Tires must often generate both braking and cornering forces simultaneously such as when making crosswind landings. The behavior of the tire under this condition is very complex and difficult to quantify.

Good tire-to-ground friction and high vertical loads help both braking and cornering. The pilot cannot alter the available friction but he can maximize the vertical load on the tires.

Whereas a certain amount of tire rotational slip is necessary to generate braking force, the same slip reduces the tire cornering force. One way of envisioning this is to imagine the total friction force developed by the tire having to be shared between braking and cornering, the result being that, when used together, both suffer to some degree. When combined braking and cornering are required, the degree to which cornering suffers depends upon how much rotational slip is present. As the slip increases, the cornering force reduces. A locked tire generates no cornering force at all. Therefore, spinning the tires up at touchdown is essential to maintain runway tracking capability.

During antiskid controlled braking, the degradation in tire cornering depends upon the amount of slip the

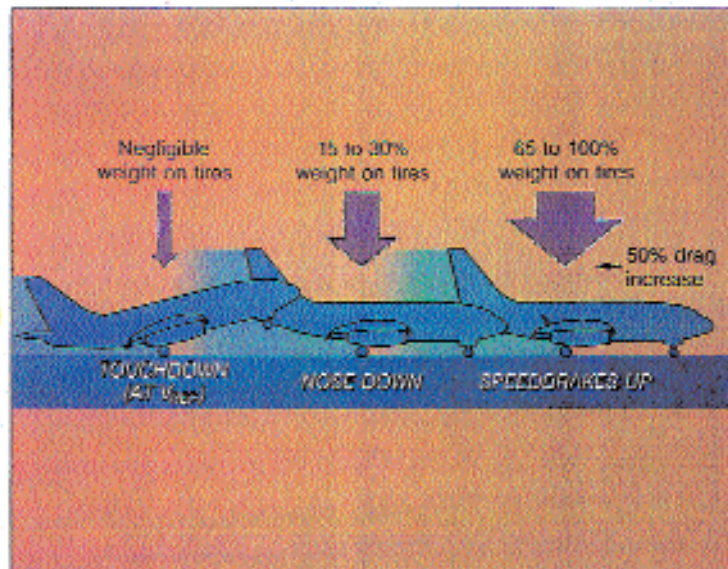


Figure 3. Placing weight on tires. Lowering the nose and raising the speedbrakes promptly after touchdown transfers aircraft weight onto the tires for directional control and wheel braking. Raising the speedbrakes also increases aerodynamic drag significantly.

antiskid system allows. As a general rule, newer antiskid systems allow less slip than older ones and can be expected to have less effect on tire cornering capability. The degradation in cornering during braking is quite small at moderate tire yaw angles. If a lateral skid should develop, immediately releasing the brakes will maximize the tire cornering friction to regain directional control.

AIRCRAFT SYSTEMS

All Boeing commercial jet aircraft are equipped with multiple stopping systems: spoilers/speedbrakes, thrust reversers, and wheel brakes. Knowing how to use each system most effectively is important when landing on a slippery runway.

Speedbrakes

All Boeing jet transports are equipped

with wing-mounted spoiler panels which double as on ground speedbrakes. Deploying the speedbrakes reduces wing lift, thereby placing the aircraft weight onto the tires (see Figure 3). Speedbrakes also significantly increase aerodynamic drag, which aids in decelerating the aircraft. On Boeing airplanes, deploying the speedbrakes transfers more than half of the airplane's weight onto the tires at high speed and increases the aerodynamic drag by 50% or more.

Many Boeing Model 727, 757, 747, 757 and 767 airplanes incorporate systems to automatically deploy the speedbrakes after touchdown. If installed, it is recommended that the auto speedbrake system be armed prior to landing and that deployment be confirmed promptly after touchdown. Moderately firm touchdowns will promote prompt

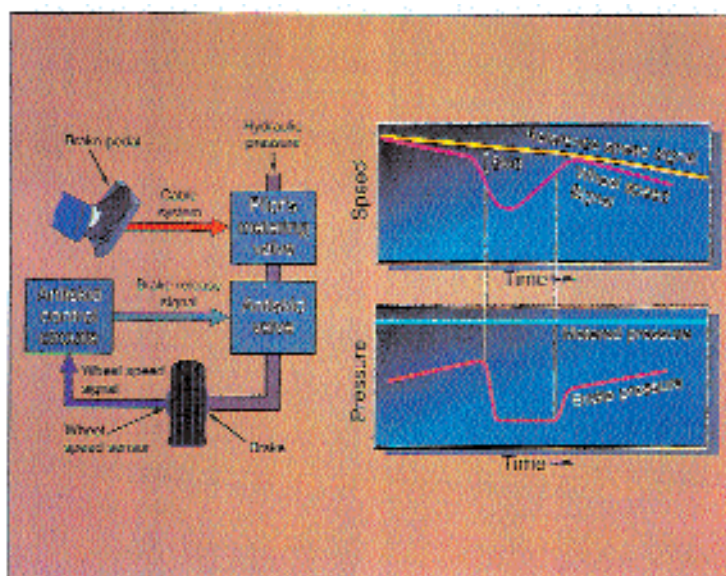


Figure 4. Antiskid control. The antiskid system monitors the wheel speed and reduces the brake pressure when a skid occurs. This allows tire/ground friction to spin the wheel back up and correct the skidding condition. The system then allows the braking effort to resume.

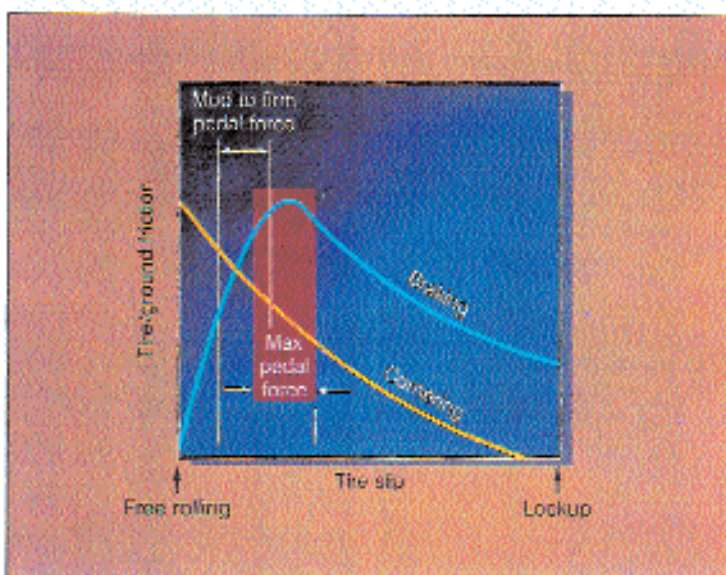


Figure 5. Antiskid controlled braking. During antiskid cycling, a moderate to firm brake pedal application provides good braking effectiveness with a minimal degradation in tire cornering capability. A maximum pedal application optimizes the braking effectiveness but further reduces tire cornering capability.

wheel spinup and shock strut compression, which are key activation signals in 727 and 737 airplanes, as is true until in the 747, 757 and 767 models.

Thrust Reversers

Thrust reversers provide a powerful stopping force that is not dependent upon runway friction. On very slippery runways the thrust reversers may be the most effective stopping means available. Since reverse thrust is most effective at high speed, it is important both to initiate reverse early in the landing roll and to increase thrust promptly to the limits recommended for the specific airplane model.

Antiskid Systems

The brakes are the primary means for stopping the aircraft and are applied separately on each side of the aircraft by pressing the respective brake pedal (see Figure 4). The pedal force applied is transmitted through cables to valves in the wheel well which convert the force to hydraulic fluid pressure. This pressure is then routed to the brakes. Antiskid systems minimize tire skidding and prevent wheel lockups during braking by reducing the pilot's applied brake pressure. Over the years, these systems have progressed from fairly simple devices, intended to prevent tire blow-outs, to very sophisticated systems which optimize braking effectiveness under all runway conditions. Although many different systems are currently in commercial service, they all share the same design objectives and many common operating principles.

In the antiskid system, the actual speed of the wheel is measured by a transducer in the axle and is compared to a reference wheel speed. If the actual wheel speed drops below the (continued on page 13)

reference, a skid is detected and the antiskid system reduces the brake pressure to allow the tire-to-ground friction to increase the wheel speed. When the antiskid system detects that the skid has been corrected, it allows the brake pressure to increase.

An essential element in the skid control circuit is the reference wheel speed signal. Without this signal, skidding or locked wheels cannot be detected. The reference signal is initially generated at touchdown by spinning up the wheels. On dry runways this occurs almost instantaneously. However, wheel spinup is slower on wet runways. If brake pressure is applied prior to wheel spinup, locked wheels can result.

Airplane tests on very slippery and flooded runways indicate that prompt wheel spinup occurs once sufficient load has been placed on the tires. These tests show that, even on flooded runways, sufficient wheel spinup to establish an antiskid reference for skid detection can be expected to occur by the time the spoilers are raised and the nose is lowered.

Most antiskid systems also employ touchdown protection and locked wheel protection.

Touchdown protection is a feature whereby an artificial skid release signal holds the brakes released for a brief moment after touchdown to ensure wheel spinup. It allows earlier brake application should the wheels spin up sooner and override the feature.

Locked wheel protection allows an antiskid channel that has lost its own reference to borrow a reference signal from another rolling wheel to detect its own locked condition.

The antiskid system can detect and correct a skidding condition much

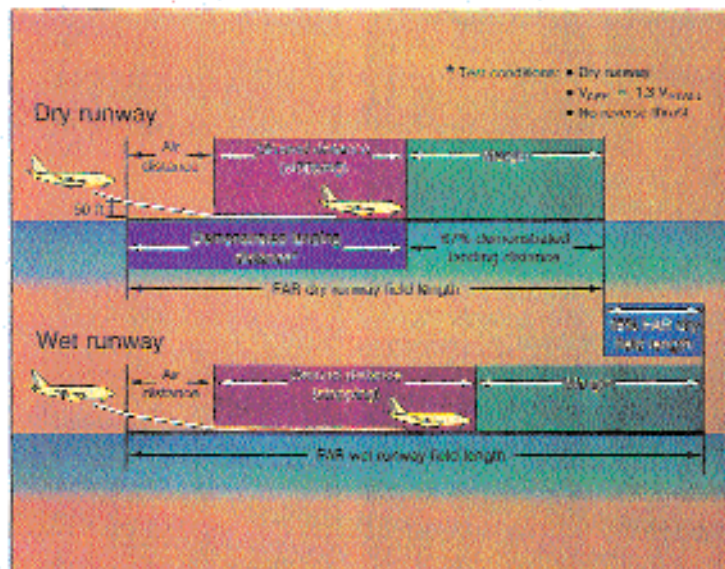


Figure 6. FAR landing field length. The FAR factors provide stopping distance available equal to nearly twice the actual stopping distance required for wet or dry runways.

faster than a pilot can. All antiskid systems since the early Model 707 airplanes have been designed to give optimum braking effectiveness when the brake pedals are fully applied. Cycling or pumping the pedals, in an effort to beat the antiskid system, alternately causes excessive wheel skidding and prolonged brake releases, which impairs both braking and cornering effectiveness (see figure 5).

In the early days of anti-skid systems, some airlines developed procedures for delaying wheel brake application to 100 knots or less on runways where hydroplaning conditions are suspected. This has presumably been done to ensure wheel spinup prior to brake application so that an antiskid wheel speed reference signal will exist for detecting locked wheels. Boeing strongly recommends against delayed braking techniques, even when hydroplaning is suspected.

In reviewing histories of landing overruns and data from wet runway landing tests, two important facts stand out. First, delayed braking is frequently a contributing cause of overruns. Second, the tire-to-ground friction that can be developed at high speed when landing on wet or flooded runways, although quite small, is still sufficient to spin up the wheels and provide a significant and sometimes necessary braking force for stopping the aircraft short of an overrun. Boeing recommends that braking be initiated as soon as the spoilers have been raised, the nose is down, and the airplane is tracking on the runway. Steady brake pedal pressures should be used.

Autobrakes

Autobrakes operate in parallel with the pilot's brake pedals. At touchdown the brakes apply smoothly and automatically as soon as the main

wheels spin up. Even on very slippery runways this can be expected to occur right after spoiler deployment, but may be so smooth as not to be initially felt.

The autobrake system can be of significant value during slippery runway operations by automatically applying smooth, efficient braking as soon as wheel spinup occurs and by freeing the pilot to concentrate on directional control duties during the touchdown and landing roll.

FAR LANDING DISTANCE:

The total landing distance is the sum of the air and ground distances. The U.S. Federal Aviation Regulations (FARs) define the minimum dry runway landing field length to be equal to the flight test demonstrated air and ground distance increased by 67% (see Figure 6). The air distance begins at 50 feet over the threshold at the minimum approach speed. The stop is made with spoilers extended and maximum wheel braking but without the use of reverse thrust. Minimum U.S. FAR wet runway landing field length is derived from the dry runway testing by increasing the FAR dry distance by an additional 15%.

Most landings take place on runways that are much longer than the minimum distances established by FARs for dry and wet runways.

FACTORS AFFECTING OVERALL LANDING DISTANCE

Preparation for the stop begins during the approach. A well planned and properly executed approach, flare and touchdown maximizes the runway available for stopping.

Approach Speed

Excess approach speed is a contributing

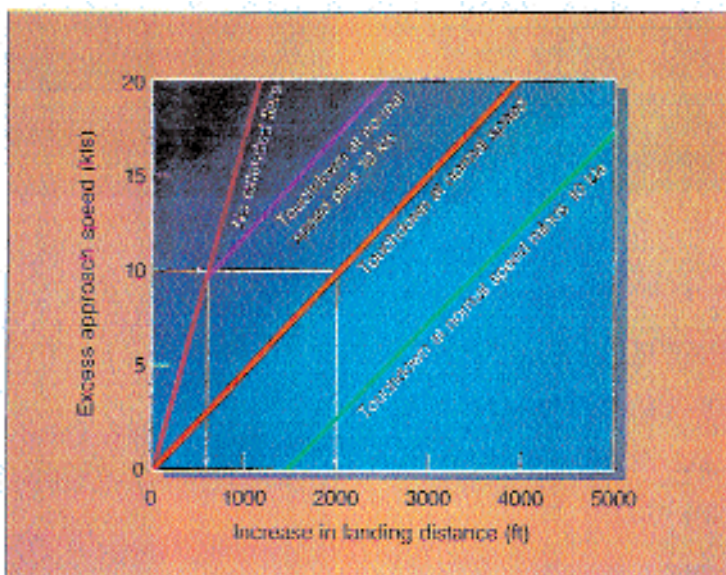


Figure 7. Effect of excess approach speed and extended flare on landing distance. An extended flare is more likely to occur if excess approach speed is present. The landing distance increases up to 200 feet per knot of excess speed bled off during an extended flare.

cause in almost every overrun. Excess speed increases the tendency of the airplane to float during the flare and to rebound during touchdown, and increases the stopping distance required once on the runway (see Figure 7).

The effect of excess speed on the tendency of an airplane to float during the flare is difficult to describe analytically; some aircraft types are more susceptible to this than others. However, if the touchdown is delayed while 10 knots of speed are bled off in flare, the total landing distance will increase by about 1,400-2,000 feet for airplanes at heavy gross weights.

Once the airplane is on the ground and in a stopping mode, the increase in actual distance of 10 knots excess touchdown speed is 200-400 feet on a dry runway or as much as 600-900 feet on a very slippery runway. For a typical slippery runway (wet or very

icy), an increase of 500 feet for 10 knots is representative. Thus, decelerating the aircraft on the ground by using spoilers, reversers and brakes is 3 to 10 times more effective than decelerating in an extended flare (see Figure 7).

Approach speed wind corrections should not exceed 20 knots and, when properly used, are not considered to be excess speed. This additive provides a necessary and adequate speed margin for anticipated wind conditions during the approach without an excessive increase in stopping distance.

Approach Path Angle

Excess height at the threshold increases the total landing distance by increasing the distance to touchdown. Following a 3° glide slope with the aircraft 50 feet above the normal path increases the distance to touchdown by approximately 1,000 feet. The penalty



Figure 8. Stopping forces. The total stopping force available is the sum of the drag, reverse thrust and braking components. The total force determines the deceleration and thus the stopping distance.

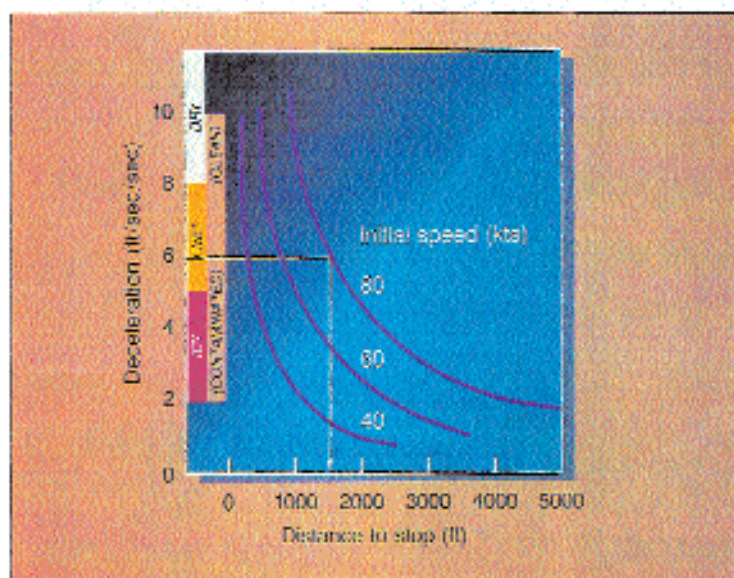


Figure 9. A long distance is required for stopping when the runway is slippery even if the initial speed is low.

is even more severe when a shallower glide path is used or when the runway has a downhill slope in the touchdown area. Attempting to correct the threshold height late in the final approach can lead to a hard touchdown, a bounced landing, a short landing, or an extended flare. If for any reason the approach path is not maintained, and it is likely that touchdown will occur too short or too far beyond the touchdown zone, a go-around should be initiated.

Flare and Touchdown

The nominal rate of descent during the approach is 500-800 feet-per-minute (8-13 feet-per-second). The flare maneuver arrests the approach rate of descent so that the touchdown sink rate is 2-4 feet-per-second.

It is considered by many that the ideal landing includes a smooth touchdown at the target point. But too often, when trying to *graze it on*, the flare is extended and the airplane touches down far beyond the target zone. An extended flare is most likely to result when the approach speed is excessive and a smooth touchdown is attempted. Planning a moderately firm touchdown helps prevent an extended flare.

Rollout

The stopping forces available are aerodynamic drag, reverse thrust and wheel braking. The total force that can be generated is the sum of these three components and depends upon the aircraft's speed, the prevailing runway condition and pilot technique (see Figure 8). Aerodynamic drag and reverse thrust are most effective at high speeds.

A review of overrun accidents indicates that, in many cases, the stopping forces available were not used effectively during the initial and mid-portions of

LANDING PROCEDURES (All Models, All Runways)	
APPROACH	
<ul style="list-style-type: none"> • On Speed • On Centerline (No Drift) • On Glide Path 	
TOUCHDOWN	
<ul style="list-style-type: none"> • Moderately Firm • On Target • Immediately Lower Nose 	
STOPPING	
<ul style="list-style-type: none"> • Speedbrakes Up • Brakes, Where <ul style="list-style-type: none"> - Nose Down - Speedbrakes Up - Tracking • Reverse Thrust 	
} Prompt Application	

Table 1. This table lists pertinent components for the landing procedure, regardless of airplane model and is applicable to any runway.

MODEL	STANDING WATER HYDROPLANE SPEED (KTGS)	SLUSH HYDROPLANE SPEED (KTGS)	APPROACH SPEED AT MAX LANDING WEIGHT (KIAS)
707-300/400	115-120	125-130	136
727-100/200	105-112	114-121	130-140
737-200/300ADV	104-108	112-117	133
737-300/400/500	111-125	121-135	126-136
757-200	113	122	137
767-200/300	116-122	126-133	136-145
747-100/200/300	123-129	133-140	141-152
747-400	137	137	145-154

Table 2. The hydroplaning speeds depicted in this table are based on FAA definitions; similar figures based on CAA criteria are 10% higher.

The minimum stopping distance that can be achieved will occur on a dry runway with spoilers extended, thrust reversers and brakes used at their maximum capacity. This minimum distance increases when reduced friction is present and when all of the available stopping forces are not used effectively (see Figure 10). For example, failure to use both reversers and spoilers on a wet runway results in a stopping distance that is about 2.5 times the reference dry runway distance.

In addition, approaching with excess speed, touching down far beyond the target zone, and failing to use spoilers, brakes and reversers effectively are particularly costly on wet runways.

RECOMMENDED PROCEDURES

The slippery runway landing procedures reviewed below are recommended for all Boeing transports for all runway conditions, slippery or not (see Table 1). These procedures are the result of thorough investigation of the capabilities and limitations of the airplane stopping systems, the environmental problems associated with contaminated runway surfaces and the stopping distance required. They provide some operational margins for unplanned deviations that may be encountered in service, but it must be clearly understood that the maximum safety margins will be available only when the approach, flare and rollout tasks are properly executed.

Approach

Set up the aircraft for landing in the touchdown zone, on centerline, with minimum lateral

drift, and without excess speed. This allows the maximum practical runway remaining on which to stop, and utilizes the speed from which the stop is made.

The approach speed should be as low as possible commensurate with landing conditions. Selecting the proper speed additive to account for prevailing approach conditions is very important. The recommended wind additive provides adequate safety margin for both approach and the landing roll.

For most operation situations, planning to touch down 1,000 feet beyond the threshold is optimum. This provides adequate protection against landing short and leaves the maximum practical runway ahead for making the stop.

Arming the subsonic speedbrake and automatic braking systems (if installed) during approach provides added assurance that the stopping effort will start promptly after touchdown. Verify auto speedbrake deployment and auto brake application, and deploy/apply manually if necessary.

Typical recommended approach speeds must be adhered to, particularly during adverse weather conditions. Hydroplane speeds for slush and standing water as compared to the approach speed at maximum landing weight for each Boeing jetliner model are shown in Table 2.

Flare and Touchdown

The landing flare should be performed so that the touchdown is moderately firm. Attempting to achieve a very smooth touchdown (grossed fold) can consume excessive amounts of runway and jeopardize directional control capability by failing to provide wheel spinup to establish runway tracking forces.

Lowering the nose as soon as the main wheels touch down helps place the aircraft on the ground by placing load on the tires. This also helps to spin up the wheels and establish runway tracking capability.

The last chance to initiate a go-around is during the flare. If it appears that the aircraft might not be stopped on the remaining runway, then a go-around should be initiated. Do not attempt a go-around after reverse thrust has been initiated.

Rollout

Deploy the speedbrakes as soon as possible after main gear touchdown to place a high load on the tires. Lowering the nose and deploying the speedbrakes may be done simultaneously. If the landing is made with auto speedbrakes armed, then their deployment should be confirmed (and manually amended if necessary) as soon as possible after touchdown.

If spoilers are not used, initiate braking as soon as the spoilers have been moved, the nose wheels have contacted the runway, and the aircraft is tracking the runway. Apply the brakes smoothly and symmetrically with moderate to firm steady pedal pressure.

Initiate reverse thrust as soon as possible after main gear touchdown. Since the actions of deploying the speedbrakes and applying reverse thrust must be done one at a time, it is recommended that the speedbrakes be raised first as they have the added benefit of increasing runway tracking capability. Reverse thrust effectiveness at idle is very low, and it is necessary to increase power in order to generate the most effective stopping force.

SUMMARY

Close adherence to recommended procedures is especially important when landing on slippery runways. Maximizing the maximum margins to avoid landing overruns requires a well managed, stable approach, touchdown on speed in the touchdown zone, and prompt application of all stopping devices.

Boeing recommends that pilots make this and other pertinent material on winter operations available for review by their crews prior to the onset of the coming winter.

