



## Tutkintaselostus

C 9/2003 L

# Liikennelentokoneen vähäinen polttoainemäärä sen laskeutuessa Helsinki-Vantaalle 3.10.2003

OY-KBN

Airbus A330-300

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ennaltaehkäiseminen. Ilmailuonnettomuuden tutkinnan ja tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös onnettomuuksien tutkinnasta annetussa laissa (373/85) sekä Euroopan Unionin neuvoston direktiivissä 94/56/EY. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.





## TIIVISTELMÄ

Perjantaina 3.10.2003 klo 5.56 UTC (koordinoitua maailmanaikaa, Suomen kesäaika -3h, on käytetty tässä tutkintaselostuksessa) laskeutui Scandinavian Airlinesin lento SK946, tanskalaisella rekisteritunnuksella OY-KBN merkitty Airbus 330-300 Helsinki-Vantaan lentoasemalle, Suomessa, vaadittavaa loppupolttoainetta pienemmällä polttoainemäärällä.

Aikataulun mukainen lento SK946 oli lähtenyt Chicagon O'Haren lentokentältä USA:sta määräkenttänä Tukholman Arlanda Ruotsissa. Lennon suunniteltu varakenttä oli Göteborg Ruotsissa. Polttoaineen kulutus oli matkalennon aikana suurempi kuin lennon operatiivisessa lentosuunnitelmassa (OFP) laskettu kulutus. Kaikki reittireservipolttoaine 1300 kg ja ylimääräinen polttoaine 200 kg oli kulunut ennen matkalentokorkeuden jättämistä. Kun SK946 saapui Tukholman lähestymisalueelle (TMA), oli siellä huonon näkyvyyden menetelmät (LVP) käytössä. Päällikkö pyysi kategorian II (CAT II) lähestymistä. Lennonjohto selvitti SK946:n odotuskuviioon, mutta koneen päällikkö ilmoitti, että heillä ei polttoainetilanteen vuoksi ole aikaa odottamiseen ja pyysi tutkajohtamista lähestymistä varten. SK946 onnistui vaihtamaan lähestymisvuoroa saman yhtiön toisen lentokoneen kanssa. Ohjaajat odottivat lyhyttä tutkajohtamista, mutta Arlandan lentokentän kapasiteetti oli rajoitettu LVP-menetelmien käytön vuoksi. SK946 lensi lähestymisen aikana TMA:lla 20 minuuttia ja noin 65 NM:n (merimailin) matkan, kun ohjaajat olivat odottaneet 12 minuutin lentoa ja noin 40 NM:n matkaa. Ohjaajat huomasivat lähestymisen aikana, että mikäli he eivät pysty laskeutumaan Arlandaan, ei polttoainetta ole riittävästi lentämiseen suunnitellulle varakentälle Göteborgiin. He päättivät ottaa Helsinki-Vantaan uudeksi varakentäksi 400 kg pienemmän polttoainekulutuksen vuoksi. Kiihtotienäkyvyys vaihteli 400–450 m:n välillä CAT II -lähestymisen aikana. Lähestyminen oli stabiili, mutta ohjaajat eivät saaneet lentokentän lähestymis- tai kiihtotievaloja näkyviinsä ratkaisukorkeudessa. Päällikkö aloitti ylösvetomenetelmän ja perämies pyysi reittiselvityksen Helsinki-Vantaalle. SK946 otti yhteyden Tampereen aluelennonjohtoon matkalentokorkeudessa lentopinnalla 270 ja ilmoitti, että polttoainetta tulisi olemaan Helsinki-Vantaan lentoasemalle laskeuduttaessa vaadittavaa määrää vähemmän. Lennonjohto antoi suoran reittiselvityksen sekä selvityksen lähestyä vapaasti kiihtotietä 15. Lentokentän pelastusyksiköt olivat valmiudessa. SK946 laskeutui ongelmitta Helsinki-Vantaan lentoasemalle kello 5.56. Polttoainetta oli jäljellä 1800 kg.

SK946 kulutti määräkentältä Arlandasta varakentälle Helsinki-Vantaalle lentäessään 600 kg OFP:ssa laskettua enemmän polttoainetta. Ohjaajat eivät lentoa suunnitellessaan kiinnittäneet huomiota mahdolliseen lähestymisen viivästymiseen määräkentällä Arlandassa. Päällikkö ei ottanut riittävästi polttoainetta huonon näkyvyyden menetelmien käytöstä johtuneesta lentokentän kapasiteetin laskusta aiheutunutta pitkää lähestymistä varten. Polttoaineen kulutus matkalennon aikana oli laskettua suurempi, ja kaikki matkalentoreservi ja ylimääräinen polttoaine oli kulutettu reittilennon aikana. Polttoainemäärän tarkistuksia ja jäljelle jäänyttä polttoainetta ei ollut merkitty asianmukaisesti lentoyhtiön operatiivisiin lento suunnitelmiin.

Tutkintalautakunta teki Scandinavian Airlinesille kolme turvallisuussuositusta. Lautakunta kehotti lentoyhtiötä tarkistamaan operatiivisten lentosuunnitelmiansa varakenttäpolttoaineen laskentaperusteet. Lentoyhtiötä kehoitettiin kiinnittämään lentomiehistöjensä huomiota yhtiön käyttämässä RODOS-suunnittelujärjestelmässä käytettyyn lähestymispolttoaineen laskentatapaan. Päällikköjä tulisi kehottaa ottamaan ylimääräistä polttoainetta mahdollisen huonon sään tai vilkkaan liik-



teen aiheuttaman lähestymisviiveen varalta. Lisäksi lentoyhtiön tulisi ohjeistaa lentomiehistönsä tekemään ja merkitsemään operatiiviseen lentosuunnitelmaan polttoainetarkistukset myös lennon loppuosalla sekä merkitsemään operatiiviseen lentosuunnitelmaan asianmukaisesti myös lennolla kulutetun tai jäljelle jääneen polttoaineen määrä.

## SUMMARY

On Friday 3.10.2003 at 5:56 UTC (Co-ordinated universal time) landed SK946, Airbus 330-300 with Danish registration OY-KBN, operated by Scandinavian Airlines, in Helsinki-Vantaa airport, Finland, with the fuel less than the required final reserve fuel.

The scheduled flight SK946 had departed from Chicago O'Hare airport, USA, bound for Stockholm Arlanda, Sweden. The planned destination alternate airport was Gothenburg, Sweden. The fuel consumption en route was higher than calculated in the Operational Flight Plan (OFP) of the flight. All the contingency fuel of 1300 kg and extra fuel of 200 kg was used before the top of descent. There were low visibility procedures (LVP) in force in Arlanda when SK946 entered the Stockholm terminal control area (TMA). The commander requested a category II (CAT II) approach. The air traffic control cleared SK946 to holding, but the commander of SK946 reported that they do not have time for holding due to the fuel situation and requested radar vectoring for approach. SK946 managed to change the approach sequence with an other aircraft of the same airline. The pilots expected a short vectoring, but the capacity of the Arlanda airport was reduced due to the LVP. SK946 flew during approach in TMA 20 minutes and about 65 track miles instead of 12 minutes and about 40 NM which the pilots had expected. The pilots noticed during approach that they would not, in case of a missed approach, have enough fuel to fly to the planned alternate airport Gothenburg. They decided to take Helsinki-Vantaa, Finland, as a new alternate because of 400 kg less fuel consumption. The runway visual range varied in Arlanda between 400 and 450 m during the CAT II approach, which was stable, but the pilots did not obtain visual contact to the approach or runway lights at the decision height. The commander initiated a missed approach procedure and the first officer requested a route clearance to Helsinki-Vantaa. SK946 contacted the Tampere area control centre on cruising flight level 270 and reported that the flight would have less fuel than required upon landing in Helsinki-Vantaa. The ATC issued a direct routing and an approach clearance without restrictions to runway 15. The rescue services were alarmed at the airport. SK946 landed uneventfully in Helsinki-Vantaa at 5:56 o'clock with fuel of 1800 kg.

SK946 used on flight from the destination airport Arlanda to the alternate airport Helsinki-Vantaa fuel 600 kg more than calculated in the OFP. The pilots did not pay in flight planning attention to possible traffic delay in the destination airport Arlanda. The commander did not take enough fuel for a long approach caused by the low visibility procedures which involved reduced capacity of the airport. The fuel consumption during cruise was higher than calculated and all of the contingency and extra fuel was used en route. The fuel checks and total used fuel was not entered in the OFPs of the airline appropriately.

The investigation commission made three safety recommendations to Scandinavian Airlines. The commission recommended the airline to check the alternate fuel calculation basis used in the operational flight plans. The airline was recommended to draw the attention of their flight crews to



---

the approach fuel calculated by the RODOS Planning system. The commanders should be recommended to take extra fuel for a possible approach delay caused by the weather conditions and/or intense traffic. The airline recommended to order the flight crews to make the fuel checks also on the last part of the flights, enter the checks in the OFPs and check and mark the remaining block fuel or the total fuel consumed of every flight appropriately.





## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SUMMARY.....	IV
KÄYTETYT LYHENTEET.....	IX
ALKUSANAT.....	XI
<b>1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET.....</b>	<b>1</b>
1.1 Vaaratilanelento.....	1
1.1.1 Lennon valmistelu.....	1
1.1.2 Lento Chicagosta Tukholmaan.....	2
1.1.3 Katteoria II lähestyminen Arlandaan.....	4
1.1.4 Lento varakentälle Helsinki-Vantaalle.....	5
1.2 Henkilövahingot.....	6
1.3 Ilma-aluksen vahingot.....	6
1.4 Muut vahingot.....	6
1.5 Henkilöstö.....	6
1.6 Ilma-alus.....	7
1.7 Sää.....	7
1.8 Suunnistusslaitteet.....	9
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet.....	9
1.10 Lentopaikat.....	10
1.10.1 Tukholma Arlanda.....	10
1.10.2 Helsinki-Vantaa.....	10
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet.....	11
1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus.....	11
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset.....	11
1.14 Tulipalo.....	11
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat.....	11
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	11
1.16.1 Tilastotietoja lennoilta SK946 Chicago-Arlanda.....	11
1.17 Organisaatiot ja johtaminen.....	12
<b>2 ANALYYSI.....</b>	<b>13</b>
2.1 Lennon suunnittelu.....	13
2.2 Reittilento.....	13
2.3 Lähestyminen Arlandaan.....	14
2.4 Lento varakentälle Helsinki-Vantaalle.....	17
2.5 Lentoyhtiön käyttämät menetelmät.....	18



3	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	21
3.1	Toteamukset .....	21
3.2	Vaaratilanteen syy .....	23
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET .....	25
	LÄHDELUETTELO .....	27
	LIITTEET	
	Liite 1 SHK:n lausunto	





## KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
ACC	Area control centre	Aluelennonjohto
AIB	Accident investigation board	Onnettomuustutkintakeskus
APP	Approach control/approach radar controller	Lähestymislennonjohto/lähestymistutkalennonjohtaja
ARR	Arrival control/arrival radar controller	Tulolennonjohto/tulotutkalennonjohtaja
ATC	Air traffic control	Lennonjohto
ATIS	Automatic terminal information service	Lähestymisalueen automaattinen tiedotuspalvelu
CAT II	Category II instrument approach	Kategoria II mittarilähestyminen
CFMU	Central flow management unit	Ilmailukennovirtojen keskussäätely-yksikkö
DH	Decision height	Ratkaisukorkeus
DME	Distance measuring equipment	Etäisyydenmittauslaite
ETOPS	Extended range operations with two-engined aeroplanes	Pitkän matkan operaatiot kaksimoottorisilla liikennekoneilla
FCOM	Flight crew operations manual	Lentomiestöjen käyttöohjekirja
FL	Flight level	Lentopinta
FMGS	Flight management guidance envelope system	Lennon hallinta-, ohjaus- ja suoritusarvojärjestelmä
FOM	Flight operations manual	Lentotoimintakäsikirja
GPS	Global positioning system	Satelliittipaikannusjärjestelmä
HCL	Aircraft Accident Investigation Board, Denmark	Tanskan ilmailuonnettomuuksien tutkintaviranomainen
HF	High frequency	Korkeat taajuudet
ICAO	International Civil Aviation Organization	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
IFR	Instrument flight rules	Mittarilentosäännöt
ILS	Instrument landing system	Mittarilaskeutumisyjärjestelmä
IRS	Inertial reference system	Inertiavertailujärjestelmä
JAR	Joint Aviation Requirements	Yhteiseurooppalaiset ilmailuvaatimukset
KT	Knot(s)	Solmu(a)
LVP	Low visibility procedures	Huono näkyvyyden menetelmät
MCDU	Multipurpose control and display unit	Monitoiminen hallinta- ja näyttöyksikkö
METAR	Aviation routine weather report	Määräaikainen lentosääsanoma
NM	Nautical mile(s)	Merimaili(a)
OFP	Operational flight plan	Operatiivinen lentosuunnitelma
OM-A	Operations manual A	Toimintakäsikirja A
PAPI	Precision path indicator	PAPI-liukukulmavalvojärjestelmä
PF	Pilot flying	Ilma-alusta ohjaava lentäjä
PNF	Pilot not flying	Ei ohjaava lentäjä
RNAV	Area navigation	Aluesuunnistus
RNP	Required navigation performance	Vaadittu suunnistustarkkuus
RVR	Runway visual range	Kiitotienäkyvyys
SHK	Accident Investigation Board, Sweden	Ruotsin onnettomuustutkintaviranomainen



SID	Standard instrument departure	Vakiolähtöreitti
SW	Significant weather	Merkitsevä sää
TAF	Terminal area forecast	Lentopaikkaennuste
TMA	Terminal control area	Lähestymisalue
TOF	Take off fuel	Lentoonlähtöpolttoaine
TOW	Take off weight	Lentoonlähtömassa
UTC	Co-ordinated universal time	Koordinoitu maailmanaika
VHF	Very high frequency	Hyvin korkeat taajuudet (30-300 MHz)
VOR	VHF omni-directional radio range	VHF-monisuuntamajakka



## ALKUSANAT

Perjantaina 3.10.2003 klo 5.56 UTC (koordinoitua maailmanaikaa, Suomen kesäaika - 3h, on käytetty tässä tutkintaselostuksessa) laskeutui Scandinavian Airlinesin lento SK946, tanskalaisella rekisteritunnuksella OY-KBN merkitty Airbus 330-300 Helsinki-Vantaalle vaadittavaa loppupolttoainetta vähäisemmällä polttoainemäärällä.

Helsingin lennonjohto teki tapahtumasta vaaratilanneilmoituksen.

Onnettomuustutkintakeskus päätti 6.10.2003 tutkia tapahtuman ja määräsi liikennelentäjä Jussi Hailan tutkintalautakunnan puheenjohtajaksi. Liikennelentäjä/ lennonjohtaja Antti Ruuth määrättiin jäseneksi tutkintalautakuntaan.

Onnettomuustutkintakeskus ilmoitti tutkinnasta ICAO:n Annex 13:n mukaisesti Tanskan tutkintaviranomaiselle HCL:lle ja Ruotsin tutkintaviranomaiselle SHK:lle. Tanska ja Ruotsi nimesivät valtuutetut edustajansa osallistumaan tutkintaan.

Tutkijat haastattelivat SK946:n ohjaamomiehistöä Arlandassa 14.10.2003. Helsingin lennonjohdon työpisteissä olleita lennonjohtajia haastateltiin puhelimitse 8.10.2003. SHK:n edustaja toimitti tutkintalautakunnalle Arlandan lennonjohdon lausunnon ja tutkatietoja SK946:n lentoradasta.

Tutkintalautakunta lähetti tutkintaselostuksen lopullisen luonnoksen lausunnolle ICAO:n Annex 13:n mukaisesti 12.2.2004. Saadut lausunnot on huomioitu lopullisessa tutkintaselostuksessa.

Tutkinta saatiin päätökseen 3.6.2004.





## 1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

### 1.1 Vaaratilanelento

#### 1.1.1 Lennon valmistelu

Scandinavian Airlinesin lennon SK946, Chicago-Tukholma, ohjaamomiehistö lähti hotellista tunti ja 45 minuuttia ennen lennon aikataulun mukaista lähtöaikaa. Miehistöön kuului kolme lentäjää; päällikkö, perämies ja varaohjaaja (relief pilot). Perämies oli siirtymäkoulutuksessa muuntaakseen aikaisemman Airbus A340 -tyyppikelpuutuksensa myös A330 -kelpuutukseksi.

Lennon suunnittelu tapahtui yhtiön normaalien menetelmien mukaisesti. Päällikkö ja perämies tekivät polttoainelaskelmat käyttäen lentoyhtiön toimintakäsikirjan (FOM) mukaista RODOS Planning – Longhaul Aircraft -laskentamenetelmää. Laskelmat olivat käytettävissä klo 17.41 UTC tulostetun operationaalisen lentosuunnitelman (OFP) muodossa. Aikataulun mukainen lähtöaika oli 21.15 UTC. Varaohjaaja valmisteli ETOPS -kartat (pitkän matkan operaatiot kaksimoottorisille lentokoneilla).

Ohjaajien käyttämien säätietojen mukaan sää lähtökentällä Chicagon O'Harella oli hyvä. Määräkentälle Tukholman Arlandaan ennustettiin ajoittain sumua ja 500 m:n näkyvyyttä aamulla klo 6–7. Lennon aikataulun mukainen saapumisaika oli klo 5.35.

Operatiivisessa lentosuunnitelmassa oli seuraavat laskelmat ja merkinnät:

Vasemmassa numerosarakkeessa on OFP:ssa tulostetut laskelmat ja oikeassa ohjaajien tekemät merkinnät.

ZFW (zero fuel weight, massa ilman polttoainetta)	161.2/	162.8
TOF (take off fuel, lentoonlähtöpolttoaine)	50.1/	50.3
TOW (take off weight, lentoonlähtömassa)	211.3/	213.1
TRIP (trip fuel, matkalentokulutus)	42.4/	42.4
LW (landing weight, laskeutumismassa)	168.9/	170.7

Lennon reserveistä oli OFP:ssa seuraava laskelma:

CONT FUEL 3: 1.3/0:16, COMP 0.0/0:00, ADD FUEL 0.0/0:00, FINAL RES 2.3/0:30.

Lisäksi olivat laskelmat:

ALTN	WC	ALTN FUEL	FUEL 30 NM	TOTFUEL/TIME
GOT/ESGG	-30	4.1/0:46	7.0/FL280	50.8/ 8:58

Ohjaajat olivat merkinneet kohtaan XTRA FUEL 0.2/0:02 ja merkinneet kohtaan TOT-FUEL/TIME 51.0/8:52. He olivat tehneet FUEL 30 NM:n (7.0) yläpuolelle merkinnän "MIN DIV;6.4".

FUEL INFO FOR OPTIONAL ALTN:

TKU/EFTU	+17	2.7/0:34	5.6/FL170	49.4/ 8:38
HEL/EFHK	+19	3.7/0:41	6.6./FL290	50.4/ 8:45.

OFP:ssa oli ilmoitettu lentokoneyksilön OY-KBN konekohtainen polttoaineen kulutuskerroin "fuel factor" F-F -1.

Miehistö päätteli, että sääongelmia ei lennon aikana tulisi olemaan. He olivat yksimielisiä 51.0 t polttoainetankkauksesta, jossa oli 200 kg ylimääräistä OFP:ssa lasketun 50.8 t:n lisäksi. Laskelmat sisälsivät 0.7 t rullauspolttoainetta, 42.4 t Arlandaan lentoa ja lähestymistä varten, 1.3 t reittivarapolttoainetta (contingency fuel) ja 6.4 t suunnitellulle varakentälle, Göteborgiin, lentämistä varten. Laskettu polttoaineen kulutus määräkentältä Arlandasta varakentälle Göteborgiin oli 4.1 t ja loppupolttoainereservi oli 2.3 t (final reserve fuel).

Päällikkö sai tiedon, että lentoonlähtöpaino (TOW) tulisi olemaan 1.6 t suurempi kuin OFP:ssa laskettu 211.3 t ja päätti tämän vuoksi ottaa edellä mainitun 200 kg ylimääräistä polttoainetta.

### 1.1.2 Lento Chicagosta Tukholmaan

Lentoonlähtöaika oli 21.45 UTC. Lentoonlähtöpolttoaine (TOF) oli 50.3 t, kun OFP:ssa oli laskettu 50.1 t. SK946 sai lentosuunnitelman mukaisen lentopinnan ja pienen reititioikaisun. Tuulikomponentti oli ennustetun mukainen. Ohjaajat käyttivät matkalentopeutta Mach 0.82. Perämies ohjasi konetta (PF) ja päällikkö toimi lennon alkuosalla ei ohjaavana lentäjänä (PNF). Ohjaajat jakoivat lähdön jälkeisen ajan aktiivi työaikaan ja lepokaan. Päällikkö valitsi viimeisen lepovuoron. Hän lepäsi suunnilleen kaksi tuntia ennen matkalentokorkeuden jättämistä.

Polttoaineen kulutus oli laskettua suurempi. 200 kg laskettua enemmän, oli kulutettu 45 minuuttia lentoonlähden jälkeen. Kahden tunnin ja 58 minuutin lennon jälkeen polttoainetta oli jäljellä 500 kg vähemmän kuin OFP:ssa oli laskettu. Ohjaajat kertoivat tutkijoille, etteivät he ole huolestuneita polttoainetilanteesta niin kauan kuin se on reittivarapolttoaineen puitteissa. Heidän lausuntojensa mukaan on tavallista, että polttoainemäärä menee lasketun alapuolelle ja palaa takaisin laskettuun arvoon, eivätkä polttoainemäärämittarit ole A330:ssä kovin luotettavat. Pituuspiirillä 30° läntistä (W), neljän tunnin ja 36 minuutin lennon jälkeen, SK946 oli kuluttanut 900 kg enemmän kuin oli ennalta laskettu, ja lento oli neljä minuuttia myöhässä OFP:ssa lasketusta ajasta. Päällikkö aloitti näihin aikoihin lepovuoronsa.

Viiden ja puolen tunnin lennon jälkeen polttoainemäärä oli 1100 kg alle suunnitellun. Kaikki reittivarapolttoaine 1300 kg oli tällöin kulutettu. Ylimääräinen polttoaine 200 kg, oli myöskin kulutettu ilmoittautumispaikka SOPAR:illa. Polttoainemäärä oli 1300 kg alle OFP:ssa lasketun, yhteensä oli kulunut 1500 kg laskettua enemmän. Lento oli viisi minuuttia jäljessä lasketusta aikataulusta.

Kun SK946 lähestyi Tukholman Arlandan lentoasemaa siellä oli huonon näkyvyyden menetelmät (LVP) käytössä. Päällikkö päätti pyytää CAT II -lähestymistä ja otti ilmoittautumispaikka *ELTOK:lta koneen ohjaimet itselleen, kun lentokorkeutta oli 10000 jalkaa* (3000 m). SK946:n CAT II -laskeutumismini oli RVR 400 m. Lennonjohto selvitti SK946:n odotuskuvioon, mutta päällikkö ilmoitti, ettei heillä ole aikaa odotukseen. Sen



sijaan hän pyysi välitöntä tutkajohtamista kiitotielle 01L polttoainetilanteen vuoksi. SK946 onnistui lentoyhtiön paikallisen toimintakeskuksen avulla vaihtamaan lähestymisvuoroa saman yhtiön toisen lentokoneen kanssa. Tämä liittyi odotuskuvioon SK946:n sijasta. Lentoyhtiö Scandinavian Airlinesillä on käsikirjassaan maininta, jonka mukaan kaikilla lennoilla, paitsi mannerten välisillä (longhaul), tulisi ruuhka-aikana olla ylimääräistä polttoainetta Arlandaa lähestyessään 15 minuutin lentoa varten.

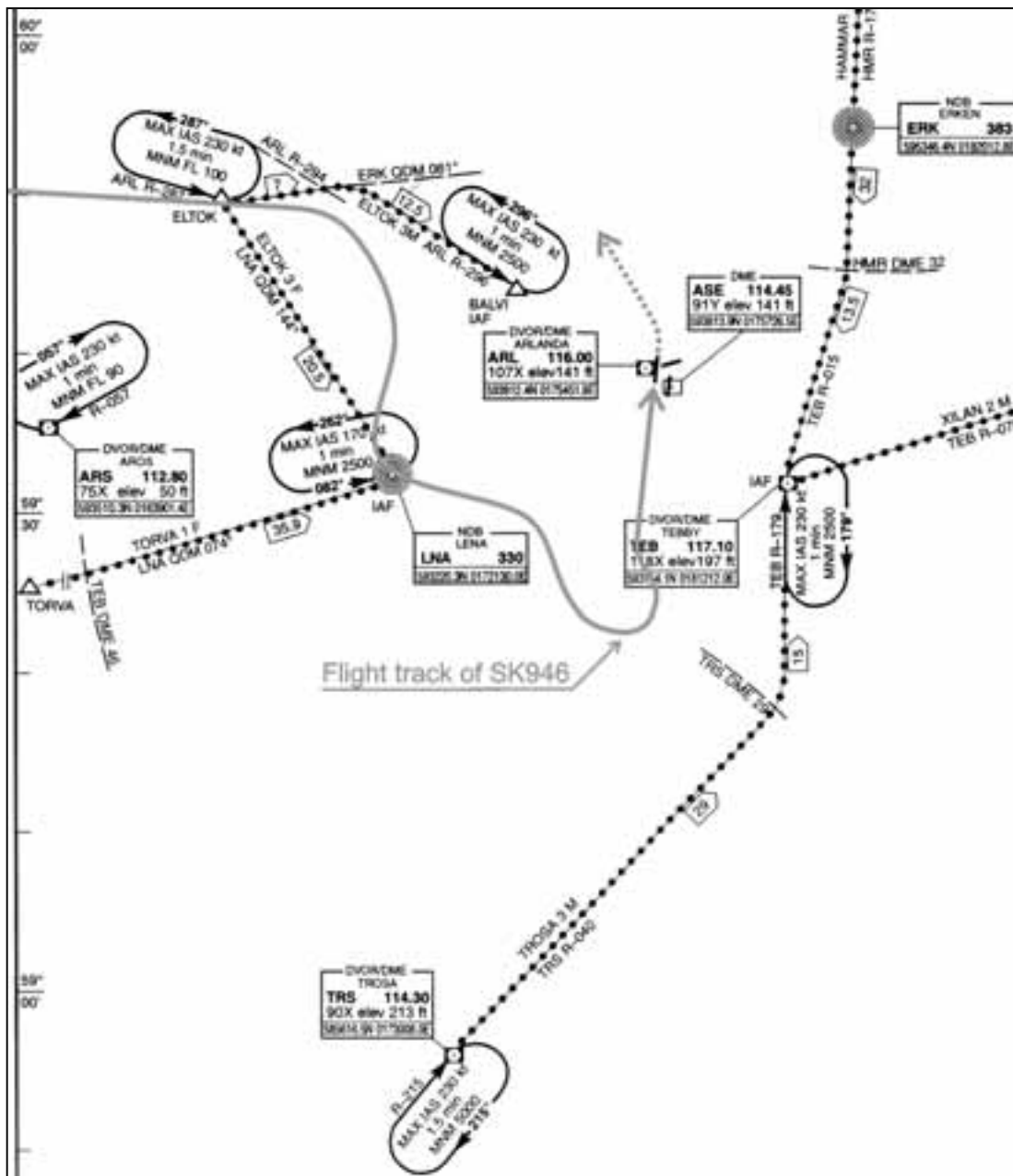
RODOS Planning -laskentajärjestelmän mukaan on polttoaine pisteestä 30 NM ennen määräkenttää laskettu seuraavasti:

*Lennoilla tarvittava polttoaine pisteestä 30 NM ennen kiitotien kynnystä ja 3500 jalkaa sen yläpuolella perustuu lentämiseen kone sileässä asussa 10 NM:iin ja kone laskuasussa 10 NM:n jälkeen, ylösvetoon, nousuun lasketulle lentopinnalle seuraten tavallisesti käytettyä pisintä vakiolähtöreittiä, matkalentoon pisimmän lentomatkan nopeudella (long range cruise), laskeutumiseen alkulähestymismajakalle, lähestymiseen epäsuotuisimmalle kiitotielle, laskeutumiseen ja loppuvarapolttoainemäärään (final reserve).*

SK946:n OFP:ssa ilmoitettu 30 NM:n polttoainemäärä oli *FUEL 30/7.0*. Ohjaajat tarkistivat, että polttoainetta oli jäljellä 7.0 t, kun SK946 ohitti ELTOK:in klo 4.56. OFP:ssa oli ELTOK:ia seuraavalla lokiosan viimeisellä rivillä teksti: *STAR Stockholm/Arlanda 30* (etäisyys merimailia) *12* (lentoaika minuuttia). Suora etäisyys ELTOK:lta ARL VOR:lle (VHF-monisuuntamajakka) on 29.9 NM. VOR sijaitsee Arlandan lentokentällä, kiitotien 01L vasemmalla puolella sen keskivaiheilla. Täten normaalissa tutkajohtamisessa ja mittarilähestymisessä kuljettava matka ELTOK:lta kiitotien 01L kynnykselle on noin 40–45 NM.

SK946 lensi ELTOK:lta kiitotien 01L ylösvestopisteeseen 20 minuuttia. Laskettuna keskimääräisellä 210 KT:n keskinopeudella se lensi noin 65 NM. Arlandan lennonjohto ilmoitti lausunnossaan, että SK946 sai tutkajohtamisessa normaalin palvelun muuhun liikenteeseen nähden. Kuvassa 1 näkyy SK946:n Arlandan tutkatietoihin perustuva lento-reitti tutkajohtamisen aikana.

Ohjaajat kertoivat haastattelussa, että he olivat odottaneet etuoikeutta muuhun liikenteeseen nähden ja ihmettelivät lentämäänsä pitkää reittiä. He huomasivat lähestymisen aikana, ettei heillä, mahdollisessa ylösveotapauksessa, olisi riittävästi polttoainetta suunnitellulle varakentälle, Göteborgiin, lentämistä varten. OFP:ssa oli laskettuna tarvittava polttoaine myös kahdelle vaihtoehdoiselle varakentälle (fuel info for optional alternate). Laskettu polttoaineen kulutus Göteborgiin oli 4.1 t ja vaihtoehdoisille varakentille Turkuun 2.7 t ja Helsinki-Vantaalle 3.7 t. Turussa oli myös sumua ja näkyvyys alle laskeutumisminin. Ohjaajat päättivät ottaa Helsinki-Vantaan uudeksi varakentäksi, koska sinne lentämiseen oli laskettu kuluvan polttoainetta 400 kg vähemmän kuin Göteborgiin. He eivät ilmoittaneet varakentän vaihdosta lennonjohdolle eivätkä syöttäneet uutta reittiä lentokoneen lennonhallinta- ja valvontajärjestelmään (FMGS).



Kuva 1. SK946:n lähestymisreitti Arlandan tutkatietojen perusteella

### 1.1.3 Kategoria II lähestyminen Arlandaan

Ohjaajien lausuntojen mukaan CAT II -lähestyminen kiitotielle 01L oli stabiili, mutta konetta ohjannut päällikkö ei saanut lähestymis- tai kiitotievaloja näkyviinsä 165 jalkan ratkaisukorkeudessa. DH mitataan koneen alimmasta kohdasta, laskuasussa päälaskutelineiden pyöristä, ja esitetään ohjaamossa radiokorkeusmittarin näyttönä. A330:n lento-ohjekäsikirjan (FCOM) mukaan ohjaamo on 34 jalkaa pyörien yläpuolella, ja ohjaajat istuvat 199 jalkaa kiitotien pinnan tason yläpuolella, kun A330 on Arlandan kiitotien 01L CAT II -lähestymisen ratkaisukorkeudessa.





Päällikkö aloitti ylösvedon klo 5.16 ja perämies pyysi lennonjohtoselvityksen Helsinki-Vantaalle. Ohjaajat näkivät kiitotievalot hetkellisesti ylösvedon aikana. Ylösvedon alkaessa polttoainetta oli jäljellä 6.1 t. Arlandasta Helsinki-Vantaalle lentämiseen tarvittava vähimmäispolttoainemäärä oli OFP:n laskelmien mukaan 6.0 t sisältäen 3700 kg matkalentopolttoainetta ja 2300 kg:n loppupolttoainereservin.

Ruotsin Ilmailukäsikirjassa (AIP) julkaistu kiitotien 01L keskeytetyn lähestymisen menetelmä oli:

*Nouse suoraan 600 jalkaan tai ARL DME 1.0 (ARL DME:n jälkeen) kumpi on myöhemmin. Kaarra vasemmalle tosilentosuuntaan 330 astetta, nouse 1500 jalkaan, tutkajohtaminen uuteen lähestymiseen.*

SK946 nousi 1500 jalan korkeuteen ja sai hetkeä myöhemmin selvityksen nousta 3000 jalkaan. Vähän aikaa kului ennen kuin lennonjohto pystyi antamaan uuden reittiselvityksen, joka siltä pyydettiin ilman ennakkoinformaatiota. Lennonjohdon piti koordinoida SK946:n nousu lähestyvään liikenteeseen nähden sekä reittiselvitys Helsinki-Vantaalle. Ohjaajat kertoivat, että heidän piti säilyttää matala lentokorkeus melko pitkän aikaa, mikä oli polttoainetalouden kannalta epäedullista. Lennonjohdon tutkatietojen mukaan SK946 lensi 3000 jalan korkeudessa 2–3 minuuttia. Tallenteen mukaan SK946 läpäisi lentopinnan 83 (noin 2500 m) viisi minuuttia ylösvedon aloittamisen jälkeen.

#### 1.1.4 Lento varakentälle Helsinki-Vantaalle

SK946 otti radiolla yhteyden Tampereen aluelennonjohtoon (ACC) klo 5.27.50, 11 minuuttia ja 50 sekuntia ylösvedon jälkeen, ja ilmoitti säilyttävänsä lentopintaa 270. OFP:ssa laskettu matkalentokorkeus oli lentopinta 290. Tutkatunnistuksen jälkeen SK946 sai selvityksen suoraan VTI VOR -majakalle, joka on lännestä lähestyvän liikenteen tuloportti Helsingin lähestymisalueelle (TMA). SK946 ilmoitti ACC:lle klo 5.31.40: *"Sir, we calculate now that we have upon landing at Helsinki less than our minimum fuel, so formally we are getting into an emergency situation due to the fuel."* (Sir, tämänhetkisten laskelmiemme mukaan meillä on Helsinkiin laskeuduttaessa minimiämme vähemmän polttoainetta, joten muodollisesti olemme tulossa hätätilanteeseen polttoaineen vuoksi). Sää Helsinki-Vantaalla oli hyvä, taivas melkein kirkas ja tuuli heikkoa. Lennonjohto antoi tuloseelvityksen transiititolareittiä, mutta koneen miehistö pyysi tutkajohtamista. ACC ilmoitti välittävänsä pyynnön Helsingin lähestymislennonjohdolle (APP). ACC antoi tuloseelvityksen kiitotielle 15 klo 5.42.00 ja laskeutumisselvityksen klo 5.42.40, kun ohjaajat olivat sitä pyytäneet. Radiopuhelinliikennetaltiointien mukaan SK946 sai lentää kohti Helsinki-Vantaata ilman lennonjohtorajoituksia. ACC luovutti SK946:n Helsingin APP:lle klo 5.45.30. APP tarjosi tutkatunnistuksen jälkeen lyhyttä lähestymistä, mutta ohjaajat pyysivät normaalia lähestymistä. ACC ja APP käyttivät liikenteen luovutuksessa elektronista tiedonsiirtoa (silent co-ordination). Tarkka tieto SK946:n polttoainetilanteesta ei välittynyt APP -tutkalennonjohtajalle. Hän kysyi kahdesti haluaako päällikkö julistaa hätätilanteen vai ei, mutta ei saanut selvää vastausta. Helsingin APP:n lennonjohtajat olivat epävarmoja tilanteesta, mutta päättivät kutsua pelastuspalvelun paikalle ja tekivät täyden hälytyksen polttoainehätätilanteen tarkistuslistan mukaisesti.



SK946 ilmoitti klo 5.50.00: *"Approach, Scandinavian 946, if for any unforeseen reason we have to make a missed approach, we will make a circuit for the new attempt."* (Lähestyminen, Scandinavian 946, jos meidän jonkin odottamattoman syyn vuoksi pitää tehdä ylösveto, haluamme tehdä näkölähestymislaskukierroksen uutta yritystä varten). APP vastasi: *"Scandinavian 946, roger, in case of missed approach, you will make a visual approach runway 15."* (Scandinavian 946, selvä, ylösvetotapauksessa teet näkölähestymisen kiitotielle 15). APP lisäsi muutamia sekunteja myöhemmin: *"If necessary for shorter track miles, the runway 22 left is available in case of missed approach."* (Jos tarpeen kuljettavan matkan lyhentämiseksi, kiitotie 22 vasen on käytettävissä ylösvetotapauksessa).

SK946 laskeutui ongelmitta klo 5.56. Polttoainetta oli jäljellä 1800 kg. Loppupolttoainereservi 2300 kg oli laskettu lentokoneen senhetkinen lentomassa ja varakentän korkeus merenpinnasta huomioiden. Polttoainemäärä vastasi lentokentän yläpuolella 1500 jalan (450 m) korkeudessa sileässä lentoasussa taloudellisimmalla nopeudella (green dot speed) 30 minuutin lentoon tarvittavaa polttoainetta. SK946 oli kuluttanut polttoainetta Arlandan ylösvedon aloituksen ja Helsinki-Vantaalle laskeutumisen välillä 4300 kg, kun OFP:ssa laskettu kulutus oli 3700 kg.

## 1.2 Henkilövahingot

Henkilövahinkoja ei tullut.

## 1.3 Ilma-aluksen vahingot

Ei vahinkoja.

## 1.4 Muut vahingot

Ei muita vahinkoja

## 1.5 Henkilöstö

**SK946:n päällikkö:** Mies, 55 v.  
Lupakirja: Liikennelentäjä, voimassa 15.2.2006 saakka  
Lääketieteellinen kelp. tod: Luokka 1, Norja, voimassa 26.4.2004 saakka  
Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

**SK946:n perämies:** Mies, 40 v.  
Lupakirja: Liikennelentäjä, voimassa 14.6.2006 saakka  
Lääketieteellinen kelp. tod: Luokka 1, Ruotsi, voimassa 12.11.2003 saakka  
Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.



Perämies oli Arlandan CAT II -lähestymistä lukuun ottamatta konetta ohjaava lentäjä. Hän oli lennolla siirtymäkoulutuksessa muuntaakseen aikaisemman A340 -kelpuutuksensa myös A330 -kelpuutukseksi.

**SK946:n varaohjaaja:** Mies, 57 v.  
 Lupakirja: Liikennelentäjä, voimassa 24.2.2007 saakka  
 Lääketieteellinen kelp. tod: Luokka 1, Ruotsi, voimassa 3.3.2004 saakka  
 Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

**APP:n vuoro esimies:** Nainen, 42 v.  
 Lupakirja: Lennonjohtaja, voimassa 1.3.2004 saakka  
 Lääketieteellinen kelp. tod: Lennonjohtaja, voimassa 1.3.2004 saakka  
 Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

**APP -tutkalennonjohtaja:** Mies 35 v.  
 Lupakirja: Lennonjohtaja, voimassa 29.8.2004 saakka  
 Lääketieteellinen kelp. tod: Lennonjohtaja, voimassa 29.8.2004 saakka  
 Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

**ARR -tutkalennonjohtaja:** Mies, 31 v.  
 Lupakirja: Lennonjohtaja, voimassa 16.10.2004 saakka  
 Lääketieteellinen kelp. tod: Lennonjohtaja, voimassa 16.10.2004 saakka  
 Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

**Lähilennonjohtaja:** Mies, 26 v.  
 Lupakirja: Lennonjohtaja, voimassa 14.6.2004 saakka  
 Lääketieteellinen kelp. tod: Lennonjohtaja, voimassa 14.6.2004 saakka  
 Kelpuutukset: Kaikki vaadittavat kelpuutukset olivat voimassa.

## 1.6 Ilma-alus

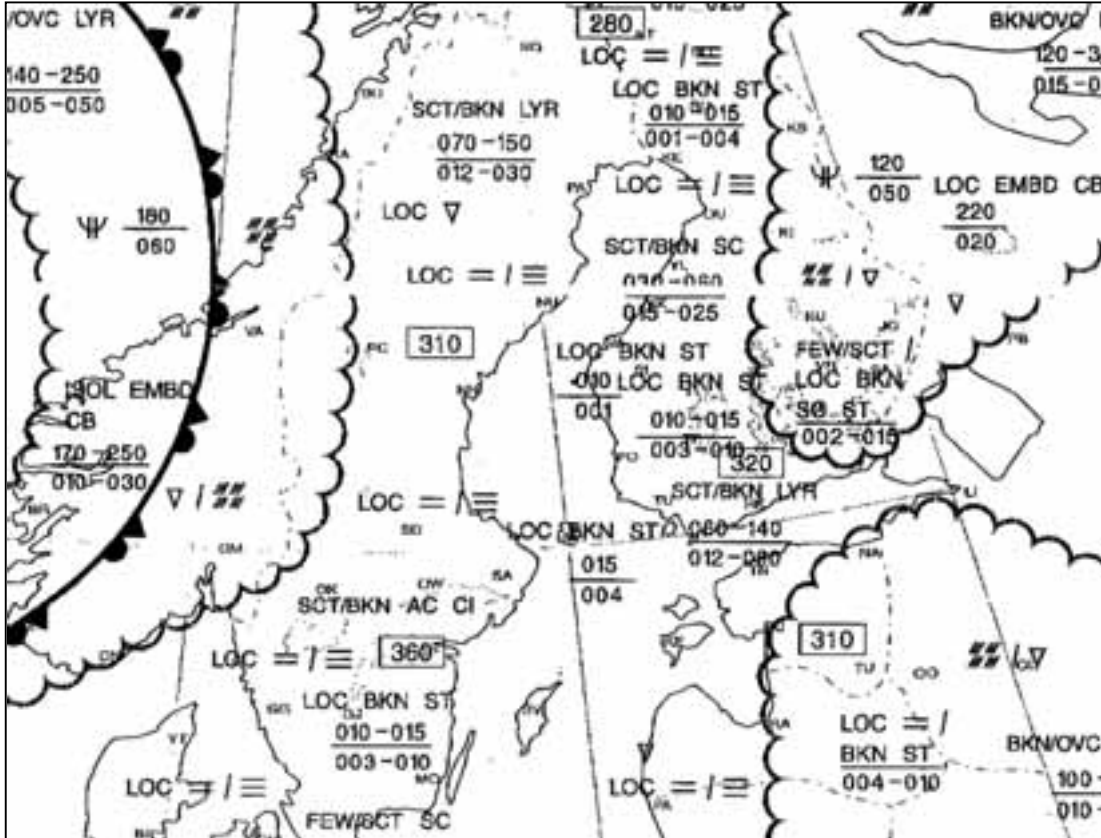
SK946, OY-KBN, oli Airbus 330-300 kaksimoottorinen, 261-matkustajapaikkainen liikennelentokone, jota käytti Scandinavian Airlines. Koneen suurin sallittu lentoonlähtöpaino oli 233 000 kg.

## 1.7 Sää

Itämeren ja Itä-Ruotsin yläpuolella oli korkeapaineen selänne. Taivas oli pilvetön, mutta paikoitellen, varsinkin meren ja suurten järvien läheisyydessä, esiintyi aamusumuja.

Arlandassa heikko etelätuuli kuljetti kosteaa ilmaa Mälaren -järveltä lentokentälle. Maasto pakotti ilmassaan nousemaan ylöspäin ja aiheutti siihen pyörteisyyttä, minkä

seurauksena Arlandassa oli sumua. Meteorologinen näkyvyys oli 200 m ja kiitotienäkyvyys (RVR) vaihteli klo 3.20–6.20 välillä 300–500 m.



Kuva 2. SW kartta voimassa klo 6 UTC 3.10.2003

Ohjaajilla oli lentoa Chicagossa valmistellessaan käytössä seuraava Arlandan sääennuste:

FTSN32 ESSA 022200. Lentopaikkaennuste; TAF voimassa 3.10 klo 6–24

Tuuli 190° 8 solmua, näkyvyys 10 km, pilvet scattered 3000 jalkaa, ajoittain klo 6–7 UTC näkyvyys 500 m sumua, pystysuora näkyvyys 200 jalkaa, ajoittain klo 7–9 UTC näkyvyys 4000 m utua, pilvet broken 800 jalkaa, 30% todennäköisyydellä klo 13–24 UTC sadetta.

Arlandan sääkeskuksen ilmoittama Tukholma Arlandan sää 3.10.2003:

Lentopaikkaennuste, TAF, voimassa klo 3-12 UTC:

Tuuli, suunta vaihtelee 3 solmua, näkyvyys 5 km, utua, pilvet scattered 200 jalkaa, 30 %:n todennäköisyydellä klo 3–7 näkyvyys 700 m, sumua.

Korjattu lentopaikkaennuste, TAF, klo 2.00, voimassa klo 3–12 UTC:

Tuuli, suunta vaihtelee 3 solmua, näkyvyys 5 km utua, pilvet scattered 200 jalkaa, 40 %:n todennäköisyydellä klo 3–7 näkyvyys 300 m, sumua, pystysuora näkyvyys



200 jalkaa, 30 %:n todennäköisyydellä klo 7–9 näkyvyys 4 km, utua, pilvet broken 700 jalkaa.

Arlandan määräaikaiset lentosääsanomat, METAR:

Klo 4.20 UTC: Tuuli 170° 4 solmua, näkyvyys 250 m, RVR kiitotielle 01L 550 m, ei muutosta odotettavissa, kiitotielle 19R 600 m, ei muutosta odotettavissa, pystysuora näkyvyys 200 jalkaa, lämpötila +8 °C, kastepiste +7 °C, QNH 1007, ei muutosta odotettavissa.

Klo 4.20 UTC: Tuuli 190° 4 solmua, näkyvyys 200 m, RVR kiitotielle 01L 500 m, ei muutosta odotettavissa, kiitotielle 19R 500 m, ei muutosta odotettavissa, pystysuora näkyvyys 200 jalkaa, lämpötila ja kastepiste +7 °C, QNH 1007, ei muutosta odotettavissa.

Klo 5.20 UTC: Tuuli 170° 6 solmua, näkyvyys 200 m, RVR kiitotielle 01L 450 m, ei muutosta odotettavissa, kiitotielle 19R 450 m, ei muutosta odotettavissa, sumua, pystysuora näkyvyys 200 jalkaa, lämpötila +8 °C, kastepiste +7 °C, QNH 1007, ei muutosta odotettavissa.

Helsinki-Vantaan sää 3.10.2003.

Määräaikainen lentosääsanoma, METAR:

Klo 5.50 UTC: Tuuli, suunta vaihtelee 2 solmua, näkyvyys yli 10 km, pilvet few 800 jalkaa, broken 6600 jalkaa, lämpötila +6 °C, kastepiste 0 °C, QNH 1008, ei muutosta odotettavissa.

## 1.8 Suunnistuslaitteet

Liikennelentokone oli varustettu uudenaikaisella lennon hallinta-, ohjaus- ja suoritusarvojärjestelmällä (FMGS, Flight Management Guidance Envelope System). Se tuottaa optimoituja pysty- ja sivusuuntaisia profiileja (vertikaali- ja lateraaliprofiileja) sekä profiiliennusteita kaikista lennon vaiheista ja laskee suoritusarvo- ja ohjauskomentoja. Ohjaajien on mahdollista saada tietoja ja modifioida valittuja navigointi- ja suoritusarvotietoja sekä muita FMGS:n toimintoja monikäyttöisen hallinta- ja näyttöyksikön avulla (MCDU, Multipurpose Control and Display Unit). Optimointien ja ennusteiden laskenta sisältyy suoritusarvotoimintoon ja sen laskelmia voidaan hyödyntää lennon aikana.

FMGS käyttää lateraalinavigoinnissa GPS/IRS-tietoja (Global Positioning System/ Inertial Reference System). Se on hyväksytty perus- (B) ja tarkkuus (P) aluenavigointiin (BRNAV ja PRNAV), sekä myös RNP 10 -navigointivaatimusten mukaisessa ilmatilassa käytettäväksi, esimerkiksi lennettäessä valtamerien tai asumattomien alueiden yläpuolella.

## 1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

VHF(very high frequency)-radiopuhelinyhteyksiä käytettiin SK946:n ja lennonjohdon välisessä liikenteessä paitsi läntisen Atlantin yläpuolella käytettiin HF(high frequency)-radioyhteyksiä. Radiopuhelinyhteyksissä ei ole ilmoitettu olleen häiriöitä.



Suomen ilmatilassa käydyt VHF-radiokeskustelut on kuunneltu Tampereen alueenlennonjohdon ja Helsingin lennonjohdon tallenteista.

## 1.10 Lentopaikat

### 1.10.1 Tukholma Arlanda

Arlandan lentokentän mittapisteen koordinaatit ovat 59°39.07' P, 017°55.07' I. Mittapiste on 137 jalkaa (41.9 m) ja kiitotien 01L kynnys 98 jalkaa (30 m) merenpinnan yläpuolella. Lentokentällä on kolme kiitotietä. CAT II -lähestymistä varten on menetelmät ja laitteet kiitoteille 01L, 01R ja 19L. Kiitotie 01L, jota SK946 lähestyi, on varustettu korkeatehoisilla lähestymis-, reuna-, keskilinja-, kynnys-, ja kosketuskohtavaloilla sekä PAPI-liukukulmavaloilla.

Ruotsin ilmailukäsikirjan (AIP) kappaleessa AD 2-ESSA-1-19 on ilmoitettu:

*ESSA (Tukholma, Arlanda) AD 2.23 yleistä*

1. *Huonon näkyvyyden menetelmät LVP (low visibility procedures)*

- 1.4. *LVP on voimassa, kun kiitotienäkyvyys RVR menee alle 600 m:n ja/tai pilvikorkeus/pystysuora näkyvyys laskee alle 200 jalan. LVP:n käytöstä ilmoitetaan ATIS-tiedotteessa (Automatic terminal information service).*
- 1.5. *CAT II -operaatiot edellyttävät 7 NM:n pitkäsiiporastusta lähestyvien välillä tarkoituksena pitää ILS:n kriittinen ja häiriöalue vapaana jokaista laskeutumista varten.*
- 1.6. *CAT II -operaatiot alentavat laskeutumiskapasiteetin 65 %:iin. Johtotorni (Supervisor TWR) informoi myös ilmaliikennevirtojen keskussäätelyyksikköä (CFMU) liikennerajoituksista sekä odotettavissa olevasta liikennemäärästä.*

Meteorologinen näkyvyys on mahdollista muuntaa kiitotienäkyvyydeksi kertomalla se päiväolosuhteissa luvulla 1.5, esim. näkyvyys 500 m x 1.5 = RVR 750 m. Lennon suunnittelussa oli käytettävissä sääennuste, jonka mukaan Arlandassa oli ajoittain sumua ja näkyvyys 500 m SK946:n saapumisen aikaan.

Tämän menetelmän tarkoituksena on mahdollistaa meteorologisen näkyvyyden muuntaminen kiitotienäkyvyydeksi kun RVR ei ole mitattu tai ilmoitettu. Menetelmää ei ole tarkoitus käyttää lennon suunnittelussa.

### 1.10.2 Helsinki-Vantaa

Helsinki-Vantaan lentokentän mittapisteen koordinaatit ovat 60°19.02' P, 024°57.48' I. Mittapiste on 179 jalkaa (55 m) merenpinnan yläpuolella. Lentokentällä on kolme kiitotietä. Kiitotielle 15, jota SK946 käytti, on CAT I ILS -mittarilähestymismenetelmä. Kiitotie on varustettu korkeatehoisilla lähestymis-, reuna-, kynnys-, keskilinja- ja kosketuskohtavaloilla sekä PAPI-liukukulmavaloilla.



### **1.11 Lennonrekisteröintilaitteet**

Lennonrekisteröintilaitteiden tietoja ei ollut tutkinnassa käytettävissä.

### **1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus**

Onnettomuutta ei tapahtunut.

### **1.13 Lääketieteelliset tutkimukset**

Lääketieteellisiä tutkimuksia ei tehty.

### **1.14 Tulipalo**

Tulipaloa ei syttynyt.

### **1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat**

Helsingin lähestymislennonjohdon vuoro esimies teki hätätilannehälytyksen, kun SK946 oli ilmoittanut polttoainemäärän menevän alle vaaditun loppupolttoainereservin. Lentokonetyyppin edellyttämät pelastusyksiköt olivat lentoasemalla asianmukaisilla paikoillaan toimintavalmiudessa, kun SK946 laskeutui.

### **1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset**

#### **1.16.1 Tilastotietoja lennoilta SK946 Chicago-Arlanda**

Tutkijoilla oli käytettävissään kopiot operatiivisen lentosuunnitelman (OFP) master- kappaleista samalla reittitunnuksella SK946 aikavälillä 8.9.2003–15.10.2003 A330:llä lennetyltä 34 lennolta. Jokaisesta OFP:sta tarkistettiin laskettu- ja toteutunut lentoonlähtöpaino ja lentoonlähtöpolttoaine. Ennustettujen sääolosuhteiden toteutumista seurattiin vertaamalla laskettua ja toteutunutta lentoaikaa reittipisteissä. Kaikki ohjaajien tekemät merkinnät tarkistettiin ja verrattiin OFP:n laskelmiin. Lennoilla kulutetun polttoaineen tarkkaa vertailua ei ollut käytössä olleiden lentosuunnitelmien perusteella mahdollista tehdä, koska kokonaispolttoaineen kulutusta tai lennon jälkeen jäljelle jäänyttä polttoainetta ei ollut merkitty yhteenkään näistä lentosuunnitelmalomakkeista. Viimeinen polttoainetarkistus oli merkitty kolmella lennolla viimeisen 45 minuutin aikana, 13 lennolla välillä 45–90 minuuttia ennen laskeutumista ja 28 lennolla aikaisemmin kuin 90 minuuttia enne laskeutumista.

Lentoonlähtöpolttoaine (TOF) oli kuudessa tapauksessa sama kuin OFP:ssa laskettu. Lentoonlähtömassa (TOW) oli kolmessa näistä tapauksista pienempi ja kolmessa suurempi kuin OFP:ssa laskettu. Maksimierot olivat -7.2 t ja +2.9 t. 18 tapauksessa ylimääräistä polttoainetta oli otettu 0.1–2.0 t ja 10 tapauksessa yli 2.0 t. Suurin otettu ylimääräinen polttoainemäärä oli 6.7 t.

Tutkijoiden tekemän tarkastelun perusteella kolmasosa näistä lennoista oli kuluttanut Chicagosta pituuspiirille 10 W polttoainetta OFP:n laskelmien mukaisesti tai vähemmän ja kaksi kolmasosaa laskettua enemmän. Tuuliolosuhteista riippuen lentoaika pituuspiiriltä 10 W (läntistä pituutta) Arlandaan on noin kaksi tuntia. 11 tapauksessa polttoainetta oli kulutettu vähemmän kuin OFP:ssa oli laskettu. Suurin ero laskettuun arvoon verrattuna oli +0.9 t. Kulutus oli 23 tapauksessa laskettua arvoa suurempi maksimieron ollessa -2.2 t. Seitsemässä tapauksessa kulutusero oli 1.2 t tai enemmän.

Lentoaika lähdöstä 10 W:lle oli kaikilla lennoilla sama tai pitempi kuin OFP:ssa laskettu. Suurin ero oli +11 minuuttia.

### 1.17 Organisaatiot ja johtaminen

Scandinavian Airlines kuului SAS -ryhmään edustaen noin 44 % ryhmän liikevaihdosta. SAS -ryhmän muut liiketoiminta-alueet olivat: Tytär- ja yhteistoimintaa harjoittavat lentoyhtiöt, Lentoyhtiöiden tukitoiminnot, Lentoliikenteeseen liittyvät liiketoiminta ja Hotellit. Scandinavian Airlines oli Norjan, Ruotsin ja Tanskan yhteinen kansallinen lentoyhtiö, joka operoi noin 200 lentokoneella, joista kolme oli Airbus 330-300 -konetyyppiä. Yhtiön pääkonttori oli Tukholmassa.

Scandinavian Airlines oli muiden lentoyhtiöiden tavoin toiminut viime vuosina vaativassa ympäristössä. Matkustuskysyntä oli laskenut ja halpalentoyhtiöiden kilpailu kiihtynyt. Lentoyhtiö oli karsinut reittejään ja vähentänyt henkilökuntaansa alentaakseen kustannuksiaan.

Scandinavian Airlines toimi SAS:n lentotoimintakäsikirjan (Flight Operations Manual, FOM) ja miehistön lento-ohjekäsikirjan (Flight Crew Operating Manual, FCOM) mukaisesti. Lentoyhtiön ilmoituksen mukaan käsikirjat täyttävät yhteiseurooppalaisten ilmailuvaatimusten (JAR) mukaisten käsikirjojen, OM-A ja OM-B, ehdot. Skandinavian maiden siviili-ilmailuviranomaiset ovat hyväksyneet lentoyhtiön toimintamenetelmät.





## 2 ANALYYSI

### 2.1 Lennon suunnittelu

Lento suunniteltiin yhtiön normaalien menetelmien mukaisesti. Päällikkö ja perämies tekivät polttoainelaskelmat käyttäen RODOS Planning - Longhaul Aircraft -järjestelmän tulostetta. Varaohjaaja valmisteli ETOPS-kartat.

Sää lähtökentällä, reitillä ja suunnitellulla varakentällä Göteborgissa oli hyvä. Määrä-  
kentällä Arlandassa oli hyvä sää, mutta sinne oli ennustettu ajoittain klo 06 - 07 sumua  
ja näkyvyudeksi 500 m. SK946:n aikataulun mukainen saapumisaika Arlandaan oli klo  
05.35. Ohjaajat päättelivät, että mitään ongelmia ei olisi odotettavissa ja sopivat 51.0  
tonnin polttoainetankkauksesta. OFP:n polttoainelaskelma sisälsi 0.7 t rullauspoltto-  
ainetta, 42.4 t matkalentokulutuksen Arlandaan, 1.3 t reittivarapolttoainetta ja 6.4 t vara-  
kenttäpolttoainetta Arlandasta Göteborgiin lentoa varten. Varakenttäpolttoaine käsitti 4.1  
t matkalentoa varten sekä 2.3 t loppupolttoainereservin (final reserve fuel). Päällikkö sai  
tiedon, että koneen lentoonlähtömassa (TOW) tulisi olemaan 1.6 t suurempi kuin  
OFP:ssa laskettu 211.3 t ja päätti tästä syystä ottaa 0.2 t ylimääräistä polttoainetta. To-  
teutunut TOW oli 213.1 t eli 1800 kg suurempi kuin OFP:ssa laskettu. Lentokoneen suu-  
rin sallittu rakenteellinen lentoonlähtömassa oli 233 t.

SK946 lähti seitsemän minuuttia aikataulusta myöhässä. Rullaus oli normaali ja len-  
toonlähtöpolttoaine (TOF) oli 50.3 t.

### 2.2 Reittilento

SK946 sai suunnitellun matkalentokorkeuden ja tunti ja 25 minuuttia lähdön jälkeen vä-  
häisen reittioikaisun. Polttoainetta kului enemmän kuin OFP:ssa oli laskettu. Ylimää-  
räistä oli kulunut 200 kg 45 minuutin lennon jälkeen ja 2 h 48 min lähdöstä oli reittivara-  
polttoainetta kulunut 700 kg. Pituuspiirillä 30 W, 4 h 36 min lähdöstä oli kulunut 900 kg  
laskettua enemmän ja lento oli neljä minuuttia OFP:ssa lasketusta ajasta myöhässä.

Päällikkö oli mennyt lepäämään ja perämies ja varaohjaaja lensivät konetta. He kertoivat  
haastattelussa tutkijoille, etteivät he olleet huolissaan polttoaineen kulutuksesta. Heidän  
lausuntonsa mukaan on tavallista, että polttoainemäärä menee alle lasketun arvon ja  
palaa taas takaisin laskettuun, eivätkä A330:n polttoaineen määrämittarit ole kovin luot-  
teettavat. Jos polttoaineen määrämittarit ovat epäluotettavat, tulisi polttoaineen kulutusta  
seurata erityisen tarkasti vertaamalla kulutetun polttoaineen mittarien näyttöä lentoko-  
neen polttoaineen määrämittarien näyttämään sekä käyttää taloudellisempaa lentome-  
netelmää, jos polttoaineen määrämittarien epäillään näyttävän väärin.

Ohjaajat lensivät suunnitellulla matkalentokorkeudella lennonjohdon hyväksymällä no-  
peudella Mach 0.82. Atlantin reittijärjestelmässä lentäessäänkin ohjaajien olisi ollut  
mahdollista toimia aktiivisesti ja käyttäneet koneen FMGS:n lennon optimointiin tarkoi-  
tettua laskentaominaisuutta. Vaikka radiopuhelinliikenne hoidettiin Atlantin yläpuolella



HF -radiolla, olisi pienellä viiveellä ollut mahdollista pyytää edullisempaa lentopintaa tai taloudellisempaa matkalentonopeutta.

SK946 oli pituuspiirillä 10 W kuluttanut reittivarapolttoaineensa 1.3 t kokonaan ja oli viisi minuuttia jäljessä OFP:ssa lasketusta ajasta. Ilmoittautumispaikka SOPAR:lla polttoainetta oli kulunut 1.5 t laskettua enemmän. Tämän paikan jälkeen ohjaajat eivät olleet merkinneet polttoainetarkistuksia OFP:aan.

Päällikkö suhtautui johtajuuteensa kevyesti matkalennon aikana. Hän lepäsi eikä seurannut lennon edistymistä. Polttoainetta olisi ollut mahdollista säästää matkalennon aikana 500–600 kg, jos ohjaajat olisivat käyttäneet konetta ja sen laitteita lennon taloudellisuus tavoitteena, koska koneen lentomassa oli kevyt ja laaja suoritusarvoalue olisi ollut käytettävissä polttoaineen säästämiseksi. Kun polttoaineen määrä menee alle ennalta lasketun arvon ohjaajien hyvä toimintatapa on yrittää parantaa lennon polttoainetaloutta.

Perämies ja varaohjaaja kertoivat haastattelussa, että reittivarapolttoaine on tarkoitettu käytettäväksi reitillä odottamattoman lisäkulutuksen kattamiseksi, eikä sitä ole tarkoitettu säästettäväksi lähestymistä varten. Nyt kyseessä olevalla lennolla ei ollut odottamattomia tekijöitä, kuten OFP:ssa suunniteltua matalampaa lentopintaa tai pidempää lento-reittiä. Polttoaineen kulutus oli laskettua suurempi koko lennon ajan ja ylimääräistä polttoainetta olisi tarvittu lähestymistä varten.

### 2.3 Lähestyminen Arlandaan

Kun SK946 jätti matkalentokorkeutensa ja lähestyi Arlandaa, oli kiitotienäkyvyys (RVR) kiitotielle 01L 500 m. Huonon näkyvyyden menetelmät (LVP) olivat käytössä. Päällikkö otti paikkansa ohjaamon vasemmalla istuimella ja koneen ohjaimet ilmoittautumispaikka ELTOK:lta. Ohjaajat pyysivät CAT II -lähestymistä. Lennonjohto (ATC) selvitti SK946:n odotuskuviioon, mutta ohjaajat ilmoittivat, etteivät he voi polttoainetilanteen vuoksi odottaa ja pyysivät lähestymisselvitystä. SK946 onnistui vaihtamaan lähestymisvuoroa saman yhtiön toisen koneen kanssa lentoyhtiön paikallisen liikennevalvonnan avulla. Varaohjaajan lausunnon mukaan yhtiön käsikirjassa on annettu ohje ottaa ylimääräistä polttoainetta 15 minuutin lentoa varten saavuttaessa aamun ruuhka-aikaan Arlandaan. Tämä ohje ei kuitenkaan koske pitkän matkan lentoja, jollainen SK946 oli. Ohjaajien lausuntojen mukaan yhtiön normaali toimintatapa on vaihtaa lähestymisvuoroa toisen yhtiön koneen kanssa, jos tällä on parempi polttoainetilanne. Menettely ei ole ICAO:n suositusten mukainen ja on ristiriidassa Euroopan liikennettä säätelevän CFMU-järjestelmän kanssa.

SK946:n OFP:ssa laskettu polttoaine pisteessä 30 NM ennen laskeutumiskiitotien kynnystä oli 7.0 t. OFP:n lokiosassa oli ELTOK:in jälkeisellä rivillä tulostettuna lyhenne STAR, etäisyys 30 (NM) ja aika 12 minuuttia. Ohjaajat kertoivat, että heillä oli polttoainetta 7.0 t ilmoittautumispaikka ELTOK:lla. Lentokoneen FMGS:n lennon jälkeisen tulosteen (FM ACTIVE POST FLIGHT REPORT) mukaan polttoainetta oli 7.2 t. Suora etäisyys ELTOK:lta kiitotien 01L kynnykselle on vähän yli 30 NM ja normaalissa tutka-johtamisessa tulee kuljettavaksi matkaksi noin 40–45 NM. Täten RODOS-laskelman tarkoittama 30 NM:n piste ei ole ELTOK:lla vaan noin kolme minuuttia sen jälkeen.



RODOS-laskelmassa ELTOK:in jälkeisellä rivillä oleva teksti ”STAR Stockholm/Arlanda 30...12” on harhaanjohtava, koska se on mahdollista ymmärtää niin, että vakiotuloreittiä pitkin matka Arlandaan on 30 NM ja lentoaika 12 minuuttia. Kun ohjaajat olivat laskeneet arvioitua tuloaikaansa Arlandaan, he olivat lisänneet ELTOK:in aikaan 4.51 12 minuuttia ja saaneet tuloajaksi 5.03. Näiden merkintöjen perusteella ohjaajilla oli käsitys, että lentoaika ELTOK:lta laskeutumiseen olisi 12 minuuttia.

LVP oli käytössä ja menetelmien käyttö alensi, Ruotsin AIP:n mukaan, laskeutumiskapasiteetin 65 %:iin. CAT II -lähestymiset aiheuttavat seitsemän merimailin pitkätaispörästyksen loppulähestymisen aikana ja pidemmän lentoradan koko lähestyvälle liikenteelle. ATC antaa koneille nopeusrajoituksia, josta syystä ei ole mahdollista lentää sileässä lentoasussa 10 NM:n etäisyydelle kiitotien kynnyksestä, kuten RODOS-laskelmissa edellytetään. CAT II -lähestymiseen Arlandassa kuuluu enemmän polttoainetta kuin SK946:n lennon suunnittelussa käytetyssä RODOS-järjestelmässä on laskettu. Ohjaajien tulisi lentoa suunnitellessaan ottaa huomioon lähestymismenetelmä, jota he mahdollisesti määräkentällä tulevat käyttämään. Ei ole hyvän ilmailutavan eikä korkean ammattitaidon mukaista käyttää huonossa säässä varakenttäpolttoainetta määräkentälle lähestymiseen, jos tilanne johtuu lennon puutteellisesta valmistelusta.

Ohjaajat kertoivat, että he odottivat olevansa lähestymisvuorossa etuoikeutettuja muihin liikenteeseen nähden, kun he olivat saaneet luvan lähestyä ilman odotuskuviota. Päällikkö kertoi, että he kuvittelivat olevansa jo vasemmalla perusosalla, kun he saivat tutkalennonjohtajalta kaartokäskyn oikealle loppulähestymissuunnan vastaiseen suuntaan. Koneen FMGS:n taltioinnin mukaan lento ELTOK:lta kiitotien 01L kynnykselle kesti 20 minuuttia, kun OFP:n mukaan sen oli laskettu kestävän 12 minuuttia. Laskettuna lentoajasta keskimääräisellä 210 solmun nopeudella, SK946 lensi ELTOK:lta kiitotien kynnykselle noin 65 matkamailia, kun OFP:ssa oli laskettu 30 NM. Lentoreitti näkyi kuvassa 1.

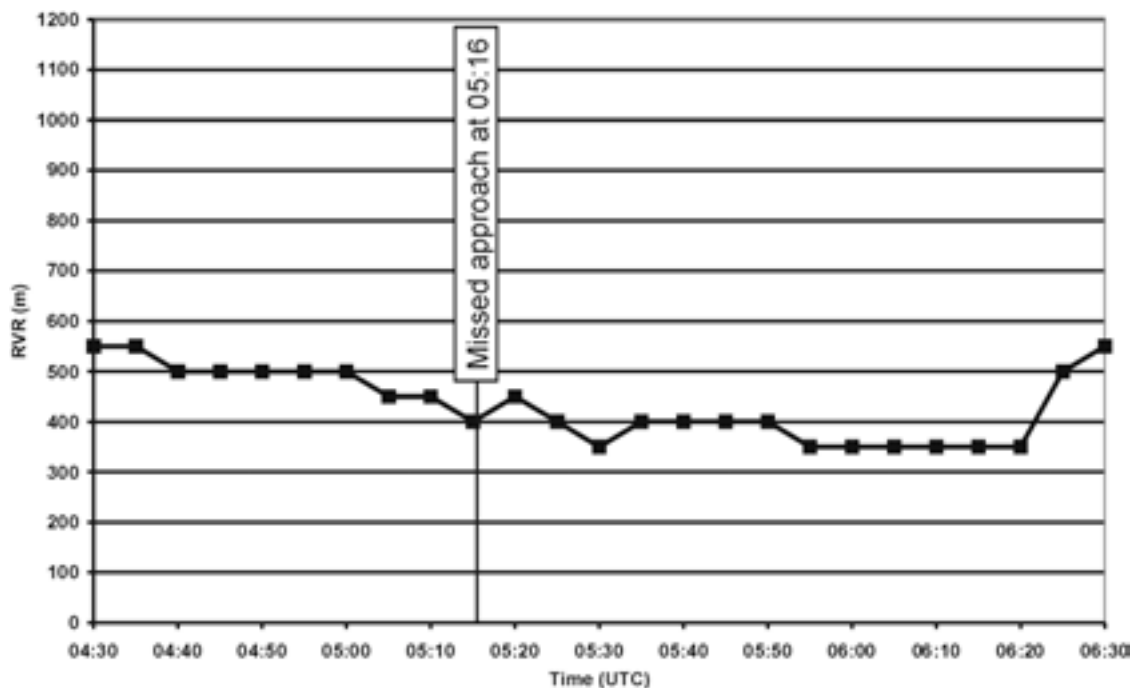
Kiitotienäkyvyys käytetyllä kiitotie 01L:llä oli CAT II -lähestymisen aikana laskeutumisminimin 400 m yläpuolella. Lähestyminen oli stabiili, mutta ohjaajat eivät nähneet lähestymis- tai kiitotievaloja radiokorkeusmittarin ilmoittamasta 165 jalan ratkaisukorkeudesta. Päällikkö aloitti ylösvedon klo 5.16. Ohjaajat näkivät kiitotievalot hetkellisesti ylösvedon aikana. Polttoainetta oli ylösvedon alkaessa 6.1 t ja OFP:n laskelmien mukainen polttoaineen vähimmäismäärä Arlandan ylösvetopisteestä Helsinki-Vantaan lentokentälle oli 6.0 t.

FMGS:n FM POSTFLIGHT raportin mukaan SK946 kulutti ELTOK:lta ylösvetopisteeseen polttoainetta 1100 kg. Lentoaika oli 20 minuuttia ja keskimääräinen kulutus 55 kg/min. Tähän kulutukseen verrattuna OFP:ssa laskettu määrä 600 kg 12 minuutin lähestymistä varten (50 kg/min) ei ole riittävä Arlandan LVP-olosuhteissa tutkajohtamisen avulla tehtävään CAT II -lähestymiseen. Scandinavian Airlinesin tulisi kehottaa päällikköitä ottamaan riittävästi polttoainetta lähestymistä varten huomioiden mahdolliset muusta liikenteestä ja sääolosuhteista aiheutuneet viiveet.

Ratkaisukorkeus mitataan lentokoneen alimmasta kohdasta, laskeuduttaessa päälaskutelineen pyöristä. A330 FCOM:in mukaan ohjaamo on 34 jalkaa päälaskutelineen pyö-

riä ylempänä, joten ohjaajat istuvat kiitotien 01L CAT II -ratkaisukorkeudessa 199 jalkaa kiitotien pinnan yläpuolella. Tästä asemasta vaaditaan huomattavasti suurempi viistonäkyvyys kiitotievalojen näkemiseen kuin pienemmissä liikennekoneissa, joissa ohjaamo on CAT II -ratkaisukorkeudessa vain vähän yli 100 jalkaa kiitotien yläpuolella. Tämä on otettu huomioon määritettäessä A330:n laskeutumisessa vaadittavaa RVR -minimiä, mutta käytännössä on mahdollista, että tiheän sumun ja 400 m:n RVR:n vallitessa viistonäkyvyys 199 jalan korkeudesta ei ole riittävä laskeutumisen onnistumiseksi, kuten tässä tapauksessa kävi.

Klo 5.20 ilmoitettu tuuli oli 170° kuusi solmua. Lähestymisen aikana vallitsi 5-8 solmun myötätuuli. Tuuli kuljetti kosteaa ilmaa lentokentälle ja loppulähestymislinjalle Arlandan eteläpuoliselta Mälaren järveltä. Maasto aiheutti turbulenssia ja pakotti kostean ilman nousemaan ylöspäin, mikä sai sumun tihentymään lentokentällä RVR:n vaihdelta 400–500 m:n välillä SK946:n lähestymisen aikana. Kiitotienäkyvyys oli Arlandan sääaseman mukaan 10 min SK946:n ylösvedon jälkeen 350 m ja klo 5.50 METAR:in mukaan pystysuora näkyvyys oli 100 jalkaa.



Kuva 3. RVR Arlandan kiitotieellä 01L aikavälillä 4.30–6.30 UTC 3.10.2003

SK946:n ohjaajat arvioivat lentoa Chicagossa suunnitellessaan, ettei ajoittain ennustetulla sumulla ja 500 m:n näkyvyydellä ole vaikutusta heidän lentoonsa. Ohjaajilla oli epärealistinen käsitys, että heidät johdettaisiin Arlandassa lähestymään vuorolla yksi lyhyttä lähestymisreittiä, kun he olivat vaihtaneet lähestymisvuoroa toisen koneen kanssa, vaikka LVP oli voimassa ja käytettiin CAT II -lähestymisiä. Arvioituna SK946:n lentämästä matkasta ja ajasta, sen lähestymisvuoro ohittaessaan ELTOK:in oli suunnilleen 6-8. Ohjaajat olivat tutkajohtamisen aikana vaihtaneet varakenttensä Göteborgista Helsinki-Vantaaseen, koska jälkimmäiselle lentämiseen oli laskettu tarvittavan 400 kg vähemmän polttoainetta. He eivät ilmoittaneet lennonjohdolle varakentän muutoksesta, joten ylös-



vedon jälkeinen reittiselvityksen pyyntö Helsinki-Vantaalle tuli lennonjohtajalle yllätyksenä. Ohjaajat olivat varmoja laskeutumisesta Arlandaan eivätkä olleet henkisesti valmistautuneita ylösvedoon ja varakentälle lähtöön.

## 2.4 Lento varakentälle Helsinki-Vantaalle

Arlandan kiitotielle 01L on julkaistu seuraava ylösvetomenetelmä: *Nouse suoraan 600 jalkaan tai 1.0 DME mailia ohi ARL VOR:n kumpi on myöhemmin, kaarra sen jälkeen vasemmalle tosilentosuuntaan 330° nousten 1500 jalkaan, tutkajohtaminen uuteen lähestymiseen.* Päällikkö päätti ylösvedon jälkeen lähteä Helsinki-Vantaan lentokentälle polttoainetilanteen vuoksi. SK946 nousi 1500 jalan korkeuteen, jossa sen piti menetelmän mukaisesti lentää hetken aikaa ennen kuin se sai nousta 3000 jalkaan. Tämä korkeus piti säilyttää lähestyvän liikenteen vuoksi ennen selvitystä ylempään korkeuteen. Ohjaajat kritisoivat lentämistä matalassa korkeudessa, mutta tämänkaltaisissa nopeissa tilanteissa, kun koneella ei ole voimassa ole reittilentosuunnitelmaa, kestää hetken aikaa ennen kuin lennonjohto voi antaa reittiselvityksen. Pitää myös hyväksyä pieni viive selvityksessä korkeampaan lentokorkeuteen. Käytettävissä olevien tietojen mukaan SK946 sai normaalia lennonjohtopalvelua ja lensi matalassa korkeudessa ainoastaan muutamia minutteja.

SK946 sai reittiselvityksen Helsinki-Vantaalle, otti yhteyden Tampereen aluelennonjohtoon (ACC) klo 5.27.50 ja ilmoitti lentävänsä lentopinnalla 270. Se oli noussut matkalentokorkeuteen ylösvedon aloituksesta alle 12 minuutissa, joka merkitsee keskimääräistä pystynopeutta yli 2200 jalkaa minuutissa. OFP:n laskelmissa oli Arlandan ja Helsinki-Vantaan välillä käytetty matkalentokorkeutena FL 290, mutta 2000 jalkaa alemman lentokorkeuden vaikutus polttoainetalouteen on minimaalinen käytettäessä A330 FCOM:in ohjeen mukaista pisimmän lentomatkan (long range cruise) nopeutta.

SK946 sai ACC:n tutkatunnistuksen jälkeen selvityksen suoraan VOR VTI:lle, joka on Helsinki-Vantaan lähestymisalueen tulopiste lännestä lähestyttäessä. SK946 ilmoitti klo 5.31.40 ACC:lle: *"Sir, we calculate now that we have upon landing at Helsinki less than our minimum fuel, so formally we are getting into an emergency situation due to the fuel."* (Me laskemme nyt, että meillä tulee Helsinkiin laskeuduttaessa olemaan polttoainetta alle minimimme, joten muodollisesti me olemme tulossa hätätilanteeseen polttoaineen vuoksi). Lennonjohtajan kannalta olisi koneen tullut tehdä selkeä hätäilmoitus (*fuel emergency*), koska ohjaajat tiesivät, että laskeuduttaessa tulisi olemaan polttoainetta alle vaaditun loppupolttoainemäärän. Lennonjohtajan täytyy harkita, minkälaisen hälytyksen hän tekee. Pelastusyksiköt tarvitsevat vähän enemmän valmistautumisaikaa ison (heavy) lentokoneen vaaratilanteen varalta. Sää Helsinki-Vantaalla oli hyvä; taivas lähes pilvetön ja tuuli heikkoa. ACC antoi klo 5.42.00 tulokset selvityksen kiitotielle 15 ja selvityksen alas matkalentokorkeudesta klo 5.42.40. SK946 sai lentää rajoituksetta ja ohjaajat voivat suunnitella lentoprofiilinsa vapaasti.

Tampere ACC luovutti SK946:n Helsingin lähestymislennonjohtolle (APP) klo 5.45.30. APP tarjosi tutkatunnistuksen jälkeen lyhyttä lähestymistä, mutta ohjaajat pyysivät normaalia lähestymistä. SK946 ilmoitti klo 5.50.00: *"Approach, Scandinavian 946, if for any unforeseen reason, we have to make a missed approach, we will make a circuit for the*

*new attempt.*" (Lähestyminen, Scandinavian 946, mikäli meidän jonkin ennalta arvaamattoman syyn vuoksi pitää tehdä ylösveto, me haluamme tehdä laskukierroksen uutta yritystä varten). APP vastasi: *"Scandinavian 946, roger, in case of missed approach; you will make a visual approach runway 15."* (Scandinavian 946, selvä, ylösvetotapauksessa teet näkölähestymisen kiitotielle 15). APP lisäsi muutamaa sekuntia myöhemmin: *"If necessary for shorter track miles, the runway 22 left is available in case of missed approach."* (Jos tarpeen kuljettavan matkan lyhentämiseksi, kiitotie 22 vasen on käytettävissä ylösvetotapauksessa). SK946 sai lennonjohdolta erinomaisen hyvää palvelua, ja ohjaajat voivat suunnitella laskeutumisensa mahdollisimman taloudelliseksi ja turvallisiksi.

Pelastuspalvelu oli hälytetty ja valmiusasemissaan SK946:n laskeutumisen varalta. Kone laskeutui ongelmitta klo 5.56. Polttoainetta oli jäljellä 1800 kg. Lentoyhtiön A330 FCOM:in mukaan varakentän yläpuolella vaadittavaa 30 min odotusaikaa vastaava polttoainemäärä 1500 jalan korkeudessa optiminopeudella (green dot speed) sileässä lentoasussa lennettäessä on 2300 kg. Laskennassa huomioidaan lentokoneen senhetkinen lentomassa ja varakentän korkeus merenpintatasosta. Tämän FCOM:in laskentatavan mukaan jäljelle jäänyt 1800 kg vastasi noin 23 min lentoaikaa, mutta mahdollinen ylösveto kuluttaa polttoainetta noin 500 kg, mikä vähentää käytettävissä olevaa lentoaikaa merkittävästi.

Lentoyhtiön lentotoimintakäsikirjaan (FOM) sisältyvän RODOS -järjestelmän laskentaperusteiden mukaan varakenttäpolttoaine lasketaan käyttäen määräkentällä pisimmän va-kiolähtöreitin antamaa kiitotietä ja varakentällä laskeutumisessa epäedullisinta kiitotietä. Arlandassa kiitotie 26 olisi antanut epäedullisimman lähtöreitin, mutta SK946 käytti 01L:n lähtöreittiä ja laskeutui Helsinki-Vantaalla edullisimmalle kiitotielle 15, jolloin lentomatka oli RODOS-laskelmassa käytettyä lyhyempi. Matkalentokorkeus varakentälle oli FL 270 suunnitellun FL 290:n sijasta, mutta kulutusero on marginaalinen lennettäessä pisimmän lentomatkan nopeutta (long range cruise). SK946 oli jo saavuttanut lentopinnan 270, kun se kutsui radiolla Tampereen ACC:a 11 min 50 s ylösvedon jälkeen. Lento kulutti polttoainetta ylösvedosta Arlandassa laskeutumiseen Helsinki-Vantaalle 4300 kg. OFP:ssa laskettu kulutus oli 3700 kg. Lentoyhtiö Scandinavian Airlinesin tulisi tarkistaa käyttämänsä RODOS Planning -laskentajärjestelmän varakenttälaskennan perusteet.

## 2.5 Lentoyhtiön käyttämät menetelmät

Tutkinnassa oli käytettävissä kopiot 34 lennolta SK946 Chicago-Arlanda täytetyistä operationaalisista A330:n lentosuunnitelmista aikaväliltä 8.9.2003–15.10.2003. Kokonaispolttoaineen kulutusta tai lennon jälkeen jäljelle jäänyttä polttoainetta ei ollut merkitty yhteenkään näistä kopioista. Viimeinen polttoainetarkistus oli merkitty välillä 45 min – 2 h 32 min ennen laskeutumista. Jotta jälkeinpäin olisi mahdollista tarkistaa polttoaineen kulutus, pitäisi tarkistusmerkinnät kirjata ylös matkalentokorkeuden jättämiseen asti. Samoin pitäisi merkitä lennon kokonaiskulutus. Scandinavian Airlinesin tulisi ohjeistaa lentäjänsä tekemään asianmukaiset merkinnät.

Lentosuunnitelmien tarkastelun perusteella kolmasosalla näistä lennoista oli Chicagosta pituuspiirille 10W kulunut polttoainetta laskelmien mukaisesti tai vähemmän ja kahdella



kolmasosalla lennoista enemmän. Kolmessa tapauksessa ylimääräistä polttoainetta oli kulunut laskettua reittivarapolttoainetta (contingency) enemmän suurimman eron ollessa -2.2 t OFP:ssa laskettuun verrattuna. Polttoaineen kulutuslaskelmat matkalennon osalta näyttävät realistisilta. Lentokonetta on mahdollista operoida reittivarapolttoaineen puitteissa optimoimalla polttoaineen kulutus lennon aikana. Olettaen että loppulento pituuspiiriltä 10 W meni RODOS-laskelmien mukaisesti, kolmella näistä lennoista, mikäli olisi pitänyt lentää varakentälle, olisi varakentällä jäljelle jäänyt polttoainemäärä ollut vähemmän kuin laskettu loppupolttoaine (final reserve fuel) 2.3 t.

Lentoyhtiön tapa vaihtaa lähestyvien koneiden välistä lähestymisjärjestystä polttoainetilanteen mukaan lentokentän lähestymisalueella ilmoittamatta hätätilannetta ei ole ICAO:n lennonjohtomääräysten tai suositusten mukainen ja on ristiriidassa eurooppalaisen CFMU-liikenteenhallinjärjestelmän kanssa. Tapa lisää työkuormaa lennonjohdossa, häiritsee ennalta laskettua liikennevirtaa ja haittaa lentoturvallisuutta. Scandinavian Airlinesin tuli antaa lentäjilleen ohje ottaa riittävästi polttoainetta mukaan lukien määräkentän mahdollisesta hitaasta liikennevirrasta tai odotuksesta aiheutuva polttoaineen lisäkulutus.

RODOS Planning systeemissä käytetty laskentamalli polttoaineen kulutukselle pisteestä 30 NM ennen laskeutumiskiitotien kynnystä on käyttökelpoinen hyvässä säässä ja hiljaisessa liikenteessä, mutta kun liikenne vilkastuu ja/tai sää huononee ja liikenne hidastuu, eivät laskelmat ole realistisia. Ohjaajien on vaikea määrittää pistettä silloin, kun lähestymisessä ei käytetä vakiotuloreittejä vaan ATC käyttää tutkajohtamista. Erityisen vaikeaa määrittäminen on silloin, kun liikenne ruuhkautunut. Tässä tapauksessa SK946:n piti lentää noin 65 matkamailia kiitotien kynnykselle ennalta määritetyn 30 NM:n pisteen jälkeen. Vilkkaassa liikenteessä ja/tai LVP:n ollessa käytössä, ei yleensä ole mahdollista lentää sileässä lentoasussa 10 NM:n etäisyydelle kiitotien kynnyksestä, kuten laskentamalli edellyttää. Scandinavian Airlinesin tulisi kiinnittää lentäjiensä huomiota käytettyihin polttoainemarginaaleihin ja kehottaa päälliköitään ottamaan pitkän lähestymisen tai odotuksen varalta riittävästi ylimääräistä polttoainetta.

Polttoaine on huomattava kustannuserä lentotoiminnassa ja sen kuljettaminen lisää kustannuksia. Lentoyhtiön käyttämän peukalosäännön mukaan Chicagosta Arlandaan kuljetettavasta ylimääräisestä polttoaineesta noin neljännes kuluu tämän ylimääräisen polttoaineen kuljettamiseen. Hyvällä lennon suunnittelulla ja lentokoneen ja sen laitteiden tehokkaalla käytöllä on mahdollista saavuttaa optimaalinen polttoainetalous lentoturvallisuudesta tinkimättä.







### 3 JOHTOPÄÄTÖKSET

#### 3.1 Toteamukset

1. Lentäjillä oli vaadittavat lupakirjat ja kelpuutukset.
2. Lennonjohtajilla oli vaadittavat lupakirjat ja kelpuutukset.
3. Ilma-aluksen lentokelpoisuustodistus oli voimassa.
4. Lentokoneen lentoonlähtömassa (TOW) oli 1.6 t suurempi kuin operatiivisessa lentosuunnitelmassa (OFP) laskettu massa.
5. Pääliikkö päätti ottaa 200 kg ylimääräistä polttoainetta suuremman TOW:n vuoksi.
6. SK946:n polttoaineen kulutus oli OFP:ssa laskettua suurempi. Kaikki reittivarapolttoaine (contingency) 1.3 t ja ylimääräinen polttoaine 200 kg oli kulunut ilmoittautumispaikka SOPAR:illa 6 h 28 min lähdön jälkeen.
7. Määräkentällä Arlandassa oli huonon näkyvyyden menetelmät (LVP) käytössä.
8. Pääliikkö pyysi kategoria II (CAT II) -lähestymistä. CAT II lähestymisen sääminiminsä oli RVR 400 m.
9. Kun SK946 tuli Tukholman lähestymisalueelle (TMA), lennonjohto (ATC) selvitti sen odotuskuvioon, mutta pääliikkö ilmoitti, että SK946:lla ei ole polttoainetilanteen vuoksi aikaa odottaa ja pyysi tutkajohtamista lähestymiseen.
10. SK946 onnistui lentoyhtiön paikallisen liikennevalvonnan avulla vaihtamaan lähestymisvuoroa saman yhtiön toisen koneen kanssa. Menetelmä ei ole ICAO:n suositusten mukainen.
11. Ohjaajilla oli mielikuva, että he saisivat etuoikeuden muuhun liikenteeseen nähden ja tutkajohtamisen lyhyttä reittiä lähestymiseen.
12. Ohjaajat olettivat, että lentoaika ilmoittautumispaikka ELTOK:lta kiitotien 01L kynnykselle olisi 12 minuuttia, mutta heidän piti lentää 20 minuuttia ja noin 65 NM.
13. Tutkajohtamisessa CAT II -lähestymiseen lyhin mahdollinen kuljettava matka ELTOK:lta kiitotien 01L kynnykselle on noin 45 NM.
14. Arlandan ATC ilmoitti, että SK946 sai normaalin palvelun muun liikenteen joukossa.
15. Polttoaineen kulutuksen laskentaperusteet pisteestä 30 NM ennen kiitotien kynnystä on kuvattu Scandinavian Airlinesin käyttämässä RODOS Planning – Longhaul Aircraft - ohjeessa. Laskenta perustuu lentämiseen sileässä lentoasussa 10 NM:n etäisyydelle kynnyksestä ja lentokone laskeutumisasussa tämän jälkeen. Tällainen lentoprofiili on

mahdollinen hyvässä säässä ja hiljaisessa liikenteessä, mutta huonossa säässä ja/tai vilkkaassa liikenteessä pitäisi ottaa ylimääräistä polttoainetta pidempää ja hitaampaa lähestymistä varten.

16. Ohjaajat huomasivat lähestymisen aikana, että ylösvetotapauksessa heillä ei olisi riittävästi polttoainetta suunnitellulle varakentälle Göteborgiin lentämistä varten. He muuttivat varakentäkseen Helsinki-Vantaan, koska OFP:n laskelmien mukaan sinne lentämiseen tarvittaisiin 400 kg Göteborgia vähemmän polttoainetta.
17. RVR vaihteli lähestymisen aikana välillä 400–450 m. CAT II -lähestyminen oli stabiili, mutta ohjaajat eivät saaneet lähestymis- tai kiitotievaloja näkyviinsä 165 jalan ratkaisukorkeudessa (DH).
18. Päällikkö aloitti ylösvedon ja perämies pyysi lennonjohdolta reittiselvityksen Helsinki-Vantaan lentokentälle.
19. Jäljellä oleva polttoainemäärä oli ylösvedon alkaessa 6.1 t. Laskettu vaadittava polttoainemäärä oli 6.0 t sisältäen 3.7 t matka polttoainetta ja 2.3 t loppupolttoainereservin (final reserve fuel).
20. Ohjaajat huomasivat lennon aikana, ettei heillä olisi vaadittavaa loppupolttoainetta (final reserve fuel) Helsinki-Vantaalle laskeuduttaessa ja ilmoittivat sen Tampereen alueennonjohdolle (ACC).
21. ACC antoi SK946:lle suoran reittiselvityksen ja vapaan lentoprofiilin kohti Helsinki-Vantaan kiitotietä 15.
22. Helsingin ATC antoi pelastuspalvelulle täyden hätätilannehälytyksen.
23. SK946 laskeutui ongelmitta. Polttoainetta oli jäljellä 1.8 t, kun vaadittu loppupolttoainemäärä oli 2.3 t.
24. SK946 oli kuluttanut polttoainetta ylösvedosta Arlandassa laskeutumiseen Helsinki-Vantaalle 4.3 t, kun OFP:ssa laskettu kulutus oli 3.7 t. Polttoaineen kulutus oli noin 16 % laskettua suurempi.
25. Scandinavian Airlinesin varakenttäpolttoainelaskelmat eivät ole realistisia, koska SK946 lensi lyhyemmän matkan kuin laskentaperusteissa on esitetty ja kuitenkin kulutti laskettua enemmän polttoainetta.
26. Lennonaikaista kokonaispolttoaineen kulutusta tai jäljelle jäänyttä polttoainetta ei ollut merkitty tutkijoiden käytössä olleisiin 34 operationaaliseen lentosuunnitelmaan. Viimeinen polttoainetarkistus oli merkitty aikavälillä 45 min - 2 h 32 min ennen laskeutumista. Jotta polttoaineen kulutus olisi mahdollista jälkikäteen tarkistaa, polttoainetarkistukset pitäisi merkitä matkalentokorkeuden jättämiseen asti. Samoin pitäisi merkitä polttoaineen kokonaiskulutus.



### 3.2 Vaaratilanteen syy

Vaaratilanteen syynä oli huomattavasti Scandinavian Airlinesin Operatiivisessa lentosuunnitelmassa laskettua suurempi polttoaineen kulutus lennettäessä ylös vedosta määräkentällä Tukholman Arlandassa varakentälle Helsinki-Vantaalle.

Myötävaikuttavia tekijöitä olivat:

SK946:lla ei ollut lasketun vähimmäisvarakenttäpolttoaineen lisäksi ylimääräistä polttoainetta, koska

- Polttoaineenkulutus oli matkalennon aikana lennon Operatiivisessa lentosuunnitelmassa laskettua suurempi, ja kaikki reittivarapolttoaine ja ylimääräinen polttoaine kului matkalennon aikana.
- SK946 kulutti lähestymisen aikana Arlandassa polttoainetta 500 kg Operatiivisessa lentosuunnitelmassa laskettua enemmän huonon näkyvyyden menetelmien käytöstä aiheutuneen pitkän lähestymisen vuoksi. Lentomiehistö ei lentoa suunnitellessaan ottanut huomioon huonon näkyvyyden menetelmien käyttömahdollisuutta ja pitkää lähestymistä Arlandassa, eikä päällikkö ottanut lähestymistä varten ylimääräistä polttoainetta.





#### 4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

SK946 kulutti polttoainetta lennolla ylösvedosta Arlandassa laskeutumiseen Helsinki-Vantaalle 4.3 t, kun laskettu polttoaineen kulutus oli 3.7 t. Polttoaineen kulutus oli 16 % ennalta laskettua suurempi. Ylösvetomenetelmä määräkentällä ei ollut pisimmän lentomatkan antamalta kiitotieltä, eikä SK946 laskeutunut varakentällä epäedullisimmalle kiitotielle, kuten *RODOS Planning* järjestelmän varakenttäpolttoaineen laskentaperusteiksi on ilmoitettu.

1. Scandinavian Airlinesin tulisi tarkistaa lentoyhtiön operatiivisessa lentosuunnitelmassa käyttämät varakenttäpolttoaineen laskentaperusteet.

*RODOS Planning – Longhaul Aircraft* polttoaineen kulutuksen laskentaperusteissa on kuvattu lento 30 NM:n pisteestä laskeutumiskiitotien kynnykselle sekä varakentälle. Laskettu lentoaika 30 NM:n pisteestä kiitotien kynnykselle on 12 minuuttia ja polttoaineen kulutus 600 kg. SK946:n OFP:ssa oli tulostettuna lentoaika 12 min ja jäljellä oleva matka 30 NM *ELTOK*:lla. SK946 lensi tästä pisteestä ylösvetopisteeseen 20 min ja noin 65 NM sekä kulutti polttoainetta 1100 kg. Laskentamallissa oletetaan, että lähestyminen lennetään kone sileässä lentoasussa 10 NM:n etäisyydelle kynnyksestä ja sen jälkeen laskeutumisasussa. Vilkaassa liikenteessä ja huonon näkyvyyden vallitessa liikennevirta hidastuu ja lähestyvien lentokoneiden pitää ATC:n antamien nopeusrajoitusten vuoksi käyttää siipien laippajärjestelmiä jo ennen 10 NM:n etäisyyttä, mikä lisää polttoaineen kulutusta huomattavasti. Näissä olosuhteissa myös lennettävä matka pitenee, mikä lisää lentoaikaa ja polttoaineen kulutusta.

2. Scandinavian Airlinesin tulisi kiinnittää lentomiehistöjensä huomiota *RODOS Planning* -järjestelmän perusteisiin laskea lähestymispolttoaine. Päälliköille tulisi suositella ylimääräisen polttoaineen ottamista mahdollisen sääolosuhteiden ja/tai vilkaan liikenteen aiheuttaman lähestymisen viivästymisen varalta.

Tutkinnassa oli käytävissä kopiot 34:llä A330 lennolla Chicago-Arlanda aikavälillä 8.9.2003-15.10.2003 täytetystä operatiivisesta lentosuunnitelmasta. Polttoaineen kokonaiskulutusta tai jäljelle jäänyttä polttoainetta ei ollut merkitty näihin kopioihin. Viimeinen polttoaineen tarkistus oli merkitty 45 min – 2 h 32 min ennen laskeutumista. Jotta voitaisiin jälkepäin todentaa lennon kulku, tulisi polttoainetarkistukset merkitä matkalentokorkeuden jättämiseen asti. Koko lennon aikana kulutettu polttoainemäärä tulisi myös voida tarkistaa.

3. Scandinavian Airlinesin tulisi ohjeistaa lentomiehistönsä tekemään polttoainetarkistukset myös lennon loppuvaiheessa ja merkitsemään ne operatiiviseen lentosuunnitelmaan. Myös kokonaispolttoaineen kulutus tai lennon jälkeen jäljelle jäänyt polttoaine tulisi merkitä asianmukaisesti.

Helsinki 3.6.2004

Jussi Haila

Antti Ruuth





## LÄHDELUETTELO

Seuraava lähdemateriaali on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa:

1. Helsingin lennonjohdon tekemä vaaratilanneilmoitus
2. Onnettomuustutkintakeskuksen päätös n:o C 9/2003 L
3. Asianosaisten kuulemispöytäkirjat
4. Lupakirjatiedot
5. Säättiedot
6. Lentoyhtiön toimittamat asiakirjat
7. Tampereen aluelennonjohdon ja Helsingin lennonjohdon radiopuhelinliikennetaltioinnit
8. Arlandan lennonjohdon toimittamat tiedot
9. Saadut lausunnot
10. Tutkintalautakunnan diaari







Statens haverikommission  
Swedish Accident Investigation Board

2004-05-11

IntL-04/04

Accident Investigation Board  
Sörnästen rantatie 33 C  
00580 Helsinki  
Finland

**Amendment to Investigation Report C 9/2003 L regarding the incident at Helsinki-Vantaa airport on October 3, 2002 involving a SAS aircraft, A330-300B, registration OY-KBN**

---

Many thanks for the Final Report and for the fruitful cooperation during the investigation. Unfortunately the Final Report was issued without the final comments to the Draft Final Report given by the Swedish accredited representative incorporated.

Since some of the comments are considered to be important, the Swedish AIB would like the Accident Investigation Board Finland to complete the Final Report with the amendments below:

**Chapter 3.2, Probable cause**

*The following text is suggested:*

The cause of the incident was that the actual fuel consumption from missed approach in the destination airport Stockholm Arlanda to landing at alternate airport Helsinki-Vantaa was considerably higher than the RODOS-calculation in the Operational Flight Plan of Scandinavian Airlines.

*The following factors are suggested to be moved from "Contributing factors" to Chapter 3.1, "Findings":*

- The fuel consumption during cruise was higher than calculated in the Operational Flight Plan of the flight and all of the contingency and extra fuel was used en route.
- SK946 used 500 kg more fuel during approach in Arlanda than calculated in the Operational Flight Plan of the flight because of a long approach caused by use of low visibility procedures. The flight crew did not take into account in the flight planning a possibility of low visibility procedures and a long approach in Arlanda and the commander did not take extra fuel for approach.

---

**Statens haverikommission Swedish Accident Investigation Board**

Postal address	Visiting address	Phone	Fax	E-mail	Internet
P.O. Box 12538 • SE-102 29 Stockholm Sweden	Wennerbergsgatan 10 Stockholm	+46 8 441 38 20	+46 8 441 38 21	info@havkom.se	www.havkom.se

*The following "Contributing factor" is suggested to be added:*

The consumed approach fuel at Stockholm Arlanda was considerably higher than the RODOS-calculation in the Operational Flight Plan.

Yours faithfully

Mats Öfverstedt  
Accredited representative

---

**Statens haverikommission Swedish Accident Investigation Board**

*Postal address*  
P.O. Box 12538  
SE-102 29 Stockholm  
Sweden

*Visiting address*  
Wennerbergsgatan 10  
Stockholm

*Phone*  
+46 8 441 38 20

*Fax*  
+46 8 441 38 21

*E-mail*  
info@havkom.se

*Internet*  
www.havkom.se