



## Tutkintaselostus

B1/2010L

# Lento-onnettomuus Porvoossa 23.4.2010

OH-PAM

Piper PA-28R-200 Arrow II

Kansainvälisen siviili-ilmailun yleissopimuksen liitteen 13 (Annex 13) kohdan 3.1 mukaan ilmailuonnettomuuden ja sen vaaratilanteen tutkinnan tarkoituksena on onnettomuuksien ehkäiseminen. Tutkintaselostuksen tarkoituksena ei ole käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tämä perussääntö on ilmaistu myös turvallisuustutkintalaissa (525/2011) sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EU) N:o 996/2010. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

**Onnettomuustutkintakeskus**  
**Centralen för undersökning av olyckor**  
**Accident Investigation Board**

**Osoite / Address:** Sörnäisten rantatie 33 C **Address:** Sörnäs strandväg 33 C  
FIN-00500 HELSINKI 00500 HELSINGFORS

**Puhelin / Telefon:** (09) 1606 7643  
**Telephone:** +358 9 1606 7643

**Fax:** (09) 1606 7811  
**Fax:** +358 9 1606 7811

**Sähköposti:** onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi  
**E-post:** onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi  
**Email:** onnettomuustutkinta@om.fi or first name.last name@om.fi

**Internet:** [www.onnettomuustutkinta.fi](http://www.onnettomuustutkinta.fi)

**Henkilöstö / Personal / Personnel:**

Johtaja / Direktör / Director Veli-Pekka Nurmi  
Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director Pirjo Valkama-Joutsen  
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant Sini Järvi  
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant Leena Leskelä

Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator Avoin  
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator Tii-Maria Siitonen

Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator Esko Värhtiö  
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator Reijo Mynttinen

Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator Martti Heikkilä  
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator Risto Repo

Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents

Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator Kai Valonen



## TIIVISTELMÄ

Porvoon Emäsalossa tapahtui 23.4.2010 kello 11.32 Suomen aikaa lento-onnettomuus, jossa tarkastuslennolla ollut Espoon Moottorilentäjät ry:n omistama Piper PA-28R-200 Arrow II -tyyppinen lentokone teki pakkolaskun metsään. Lennolla tarkastettavana ollut ohjaaja sai surmansa. Tarkastuslentäjä ja koneessa ollut matkustaja loukkaantuivat vakavasti.

Lentokone oli lähtenyt mittaritarkastuslennolle Helsinki-Malmin lentoasemalta kello 10.37. Koneessa mukana olleelle matkustajalle oli tarkoitus lentää samankaltainen tarkastuslento tapahtumalennon jälkeen. Ohjaaja teki aluksi ohjelmaan kuuluvan mittarilähestymisen Helsinki-Vantaan lentoasemalle ja lensi sen jälkeen Porvoon VOR-majakan läheisyyteen. Ennen suunniteltua paluuta Helsinki-Malmin lentoasemalle ohjelmaan kuului simuloitu VOR/DME-lähestyminen. Tämän lähestymisen aikana lentokoneen moottori sammui. Pakkolaskussa kone päätyi metsään ja tuhoutui.

Ennen lentoa ohjaaja ja tarkastuslentäjä tutustuivat vallitsevaan säähän (METAR) ja lentopaikannusteisiin (TAF), mutta eivät merkitsevän sään karttaan (SWC) eivätkä yleisilmailun sääennusteeseen (GAFOR). Suunnitellulle lentoreitille oli ennustettu kohtalaista jäätämistä pilvessä. Säätila onnettomuusalueella oli vaihteleva. Ennen maahantörmäystä lentokone oli lentänyt viimeiset noin neljä minuuttia sääoloissa, joissa lämpötila oli nollan ja muutaman pakkasasteen välillä. Lisäksi lentoreitillä esiintyi voimakasta lumi-, räntä- ja raesadetta, jolloin vaakanäkyvyys oli huono.

Moottorin polttoainesäätimeen oli muodostunut jäätä, minkä seurauksena polttoaine-ilmaseos oli laihentunut liikaa aiheuttaen pieneltä tehoasetukselta tehoa lisättäessä moottorin sammumisen. Sammuminen tapahtui simuloitussa VOR/DME-lähestymisessä liu'un aikana noin 400 metrin korkeudella. Moottori ei käynnistynyt uudelleen.

Islannin tulivuoren purkauksesta peräisin olevaa vulkaanista tuhkaa ei havaittu lentokoneen osissa eikä moottorin ilmansuodattimissa. Lentokoneen teknisissä tutkimuksissa ei löydetty mitään sellaista vikaa, jolla olisi ollut vaikutusta onnettomuuteen.

Onnettomuuden syy oli lentokoneen moottorin sammuminen polttoainesäätimeen muodostuneen jään vuoksi ja siitä seurannut pakkolasku. Polttoainesäädin jäätynyt, koska lentoa jatkettiin viimeisen lähestymisharjoituksen yhteydessä sadekuuroon, missä vallitsivat jäätämislle otolliset olosuhteet.

Myötävaikuttavina tekijöinä olivat tarkastuslentäjän puutteellinen käsitys alueella vallinneiden sääolojen vaikutuksesta moottorin toimintaan sekä tarve saattaa lähes loppuunsa edennyt tarkastuslento päätökseen suunnitelman mukaisesti. Lisäksi PA-28R-200 lentokoneen käsikirjasta puuttuu ohje moottorin imuilman varajärjestelmän ennakkoivasta käyttämisestä ruiskutuslaitteen jäätymisen ehkäisemiseksi lennettäessä jäätymisen mahdollistavissa sääoloissa.

Tutkintalautakunta teki Yhdysvaltain ilmailuviranomaiselle (FAA) turvallisuussuosituksen, jossa esitettiin PA-28R-200 lentokoneen lentokäsikirjan päivittämistä varoituksella ruiskutuslaitteen mahdollisesta jäätymisestä ja ohjeella jäätymisen ennaltaehkäisemiseksi kuten on saman koneen myöhäisempien versioiden käsikirjoissa.





## SAMMANDRAG

### FLYGOLYCKA I BORGÅ DEN 23.4.2010

I Borgå, Emsalö inträffade 23.4.2010 klockan 11.32 finsk tid en flygolycka, där ett flygplan av typen Piper PA-28R-200 Arrow II ägd av Espoon Moottorilentäjät ry gjorde en nödlandning i skogen. Den pilot som skulle kontrolleras avled. Instruktören och en passagerare ombord skadades allvarligt.

Flygplanet var på en kontrollflygning för instrumentbehörighet från Helsingfors-Malm flygplats kl 10:37. Den passagerare som medföljde i flygplanet skulle ha gjort en liknande kontrollflygning efter den aktuella olycksflygningen. Piloten gjorde först en i programmet ingående instrumentflygning till Helsingfors-Vanda flygplats och flög därefter i närheten av Borgå VOR-fyr. Innan den planerade returflygningen till Helsingfors-Malm flygplats ingick i programmet en simulerad VOR/DME-inflygning. Under denna inflygning stannade motorn. Vid nödlandningen hamnade flygplanet i skogen och förstördes.

Innan flygningen studerade piloten och instruktören det rådande vädret (METAR) och flygplatsprognosen (TAF), men inte kartan över signifikant väder (SWC) och inte heller allmänflygets väderprognos (GAFOR). Måttlig isbildning i moln prognostiserades för den planerade flygrutten. Vädret i olycksområdet var varierade. Innan störtningen till marken hade flygplanet under de senaste fyra minuterna flugit under väderförhållanden där temperaturen var mellan noll och några minusgrader. Dessutom förekom det under flygningen kraftigt snöfall samt snöblandat regn och hagel, vilket gjorde att den horisontella sikten var dålig.

Det hade bildats is i motorns bränsleregulator, vilket ledde till att i bränsle-luftblandningen blev för mager, vilket leder till att motorn stannade när motoreffekten ökades från en låg effektinställning. Motorstoppet uppkom under den simulerade VOR/DME-inflygningen i glidbanan på ungefär 400 meters höjd. Motorn kunde inte startas om.

Vulkanisk aska från Islands vulkanutbrott kunde inte hittas i flygplanets komponenter eller motorns luftfilter. Vid den tekniska undersökningen av flygplanet kunde man inte hitta något tekniskt fel som skulle ha kunnat inverka på olycksförloppet.

Orsaken till olyckan var att flygplanets motor stannade på grund av isbildning i bränsleregulatorn vilket ledde till nödlandningen. Bränsleregulatorn frös, eftersom flygningen efter den sista inflygningsövningen fortsatte in i en regnskur, där det rådde gynnsamma förhållanden för isbildning.

Bidragande faktorer var instruktörens bristande förståelse om hur rådande väderleksförhållanden påverkade motorns funktion samt behovet av att slutföra den nästan färdiga kontrollflygningen enligt programmet. Dessutom saknas det i flyghandboken till PA-28R-200 instruktioner om att använda reservsystemet för motorns insugsluft för att förebygga isbildning i insprutningens regulator när isbildningsförhållanden råder.

Haveriutredningen lämnade en säkerhetsrekommendation till USA:s luftfartsmyndighet (FAA), med förslag om att uppdatera flyghandboken till PA-28R-200 med en varning för möjligheten till



isbildning i insprutningsregulatorn och en instruktion om förebyggande av isbildning, på samma sätt som redan finns i senare versioner av flyghandböcker till samma flygmaskinstyp.



## SUMMARY

### AIRCRAFT ACCIDENT IN PORVOO ON 23 APRIL 2010

An accident occurred at Emäsalo near the city Porvoo on 23 April 2010 at 11:32 Finnish time. A Piper PA-28R-200 Arrow II, owned by *Espoon Moottorilentäjät ry* (ESMO Flying Club), made a forced landing in the woods during an instrument check flight. The pilot was fatally injured and the flight examiner as well as the passenger was seriously injured.

The aircraft took off for an instrument check flight from Helsinki-Malmi aerodrome at 10:37. The intention was to carry out a similar check flight for the passenger on the following flight. To begin with, the pilot flew an instrument approach to Helsinki-Vantaa aerodrome, as per the flight's programme, after which he flew close to the VOR beacon at Porvoo. Before returning to Helsinki-Malmi, the itinerary included a simulated VOR/DME approach. The engine failed during the simulated approach. The aircraft crashed into the woods and was destroyed in the subsequent forced landing.

Prior to the flight pilots checked the actual (METAR) and forecasted (TAF) weather, but not the Significant Weather Chart (SWC) or the General Aviation Forecast (GAFOR). The forecast included moderate icing in cloud on their intended route. The weather in the accident area kept changing. For approximately four minutes prior to the collision with the ground the aircraft was flying in conditions where the ambient temperature varied between zero and a few degrees below freezing. Furthermore, on their route they encountered heavy snow, rain and snow mixed (a.k.a. sleet) and hail, which made horizontal visibility poor.

Ice formed on the fuel injector unit, which made the fuel-air mixture too lean. This caused the engine to fail when engine power was increased from a low power setting. The engine failed at the approximate altitude of 400 m in a descent during the simulated VOR/DME approach. The engine would not restart.

No traces of volcanic ash resulting from the eruption in Iceland were found in any parts of the aircraft or the engine's air filter. Technical inspections found no such defects that could have contributed to the accident.

The accident was caused because the engine failed due to ice formation in the fuel injector unit and because of the subsequent forced landing. Ice formed in the fuel injector unit when the flight was continued into a rain shower during the final simulated approach where the conditions for icing were favourable.

Contributing factors included the flight examiner's insufficient understanding of the consequences of the prevailing weather conditions on engine performance as well as the need to wrap up the almost completed check flight as planned. Moreover, the Operation Manual (OM) of the PA-28R-200 does not provide instructions for the preventive use of alternate air to avert ice formation in the fuel injector in icing conditions.

The investigation commission made a safety recommendation to the Federal Aviation Administration (FAA) in which the commission proposed updating the Operation Manual of the PA-28R-200



with a warning about the potential for ice formation in the fuel injector unit along with instructions on icing prevention, akin to later versions of the Operation Manuals for the same aircraft type.





## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	III
SAMMANDRAG.....	V
SUMMARY .....	VII
KÄYTETYT LYHENTEET .....	XI
ALKUSANAT .....	XIII
<b>1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET .....</b>	<b>1</b>
1.1 Onnettomuuslento .....	1
1.2 Henkilövahingot .....	2
1.3 Ilma-aluksen vahingot.....	2
1.4 Muut vahingot .....	2
1.5 Henkilöstö .....	3
1.6 Ilma-alus .....	5
1.6.1 Ilma-aluksen perustiedot .....	5
1.6.2 Huoltotoiminnan tarkastelu .....	6
1.6.3 Massa ja massakeskiö .....	6
1.7 Sää.....	6
1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat.....	8
1.9 Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet .....	9
1.10 Lentopaikka.....	9
1.11 Lennonrekisteröintilaitteet.....	9
1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus.....	9
1.13 Lääketieteelliset tutkimukset.....	11
1.14 Tulipalo .....	11
1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat .....	11
1.15.1 Hälytykset ja ilmoitukset .....	11
1.15.2 Etsintä- ja pelastustoiminta .....	12
1.15.3 Pelastumisnäkökohdat .....	12
1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	13
1.16.1 Potkurin ja moottorin tutkimus .....	13
1.16.2 Polttoainesäätimen testaus .....	14
1.16.3 Moottorin imuilman varailmaventtiilin toimintakoe.....	14
1.16.4 Moottorin toiminta-arvojen valvontajärjestelmä EDM-700 .....	15
1.16.5 Istuinvöiden lujuuskoe .....	16
1.17 Organisaatiot ja johtaminen.....	17
1.18 Muut tiedot .....	17
1.18.1 Aikaisemmat samankaltaiset tapaukset .....	17
1.18.2 Vertailulento.....	17
1.18.3 Lentokoneen lentokäsikirja.....	17



---

2	ANALYYSI .....	19
2.1	Lennon valmistelu ja tapahtumat lennolla .....	19
2.2	Sääolosuhteet lennon aikana .....	20
2.3	Inhimilliset tekijät ja päätöksenteko .....	22
2.3.1	Bow Tie -malli .....	22
2.3.2	Lennon toteuttaminen jäätävissä olosuhteissa .....	23
2.3.3	Lentäminen sadekuuroon.....	24
2.4	Imuilman varaventtiilin toiminta .....	25
2.5	Bendix RSA-5AD1 -ruiskutussäätimen toimintaperiaate .....	25
2.6	Ruiskutussäätimen jäätyminen.....	26
2.7	Moottoriarvojen tarkastelu .....	28
2.8	Lentokoneen lentokäsikirja .....	30
3	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
3.1	Toteamukset .....	31
3.2	Onnettomuuden syyt .....	33
4	TURVALLISUUSSUOSITUKSET .....	35
4.1	Toteutetut toimenpiteet .....	35
4.2	Turvallisuussuositukset .....	35
4.3	Muita huomioita ja ehdotuksia .....	35



## KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Englanniksi	Suomeksi
CHT	Cylinder Head Temperature	Sylinterinpään lämpötila
DME	Distance Measuring Equipment	Etäisyyden mittauslaite
EGT	Exhaust Gas Temperature	Pakokaasun lämpötila
ft	Feet	Jalkaa
GAFOR	General Aviation Forecast	Yleisilmailun sääennuste
g	Normal Acceleration	Normaali kiihtyvyys (9,81 m/s <sup>2</sup> )
gal/h	Gallons per Hour (US)	Gallonaa tunnissa
GPS	Global Positioning System	Satelliittipaikannusjärjestelmä
hPa	Hectopascal	Hehtopascal
ICAO	International Civil Aviation Organization	Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö
IFR	Instrument Flight Rules	Mittarilentosäännöt
ILS	Instrument Landing System	Mittarilähestymisjärjestelmä
IMC	Instrument Meteorological Conditions	Mittarisääolosuhteet
inHg	Inches Mercury	Elohopeatuuma
IR	Instrument Rating	Mittarikelpuus
JAR	Joint Aviation Requirements	Yhteiseurooppalaiset ilmailuvaatimukset
kN	Kilo Newton	Kilo Newton
lbs	Pound	Naula (0,45 kg)
MCC	Multi Crew Co-operation	Miehistöyhteistyö
METAR	Aviation routine weather report	Määräaikainen lentosääsanoma
MHz	Megahertz	Megahertsi (taajuus)
NTSB	National Transportation Safety Board	Yhdysvaltain onnettomuustutkintaviranomainen



QNH	Altimeter setting related to pressure on mean sea level	Korkeusmittarin asetus, jolla määritetään korkeus keskimääräisestä meren pinnasta
r/min	Revolutions per Minute	Kierrosta minuutissa
SWC	Significant Weather Chart	Merkittävän sään kartta
TAF	Aerodrome Forecast	Lentopaikkaennuste
VFR	Visual Flight Rules	Näkölentosäännöt
VMC	Visual Meteorological Conditions	Näkösääolosuhteet
VOR	VHF omnidirectional radio range	VHF-monisuuntamajakka



## ALKUSANAT

Porvoon Emäsalossa tapahtui 23.4.2010 klo 11.32 Suomen aikaa lento-onnettomuus, jossa tarkastuslennolla ollut Espoon Moottorilentäjät ry:n omistama ja käyttämä Piper PA-28R-200 Arrow II -tyyppinen lentokone OH-PAM tuhoutui ja tarkastettavana ollut ohjaaja sai surmansa. Tarkastuslentäjä ja koneessa ollut matkustaja vammautuivat vakavasti.

Lentokone oli tapahtumahetkellä mittaritarkastuslennolla tekemässä simuloitua VOR/DME-lähestymistä. Ohjaajan yrittäessä lisätä lähestymisen aikana tehoa koneen moottori sammui eikä yrityksistä huolimatta käynnistynyt uudelleen. Pakkolaskussa kone päättyi metsään ja tuhoutui.

Onnettomuustutkintakeskus asetti 26.4.2010 päätöksellään B1/2010L tutkintalautakunnan. Puheenjohtajaksi nimettiin tutkija Hannu Halonen ja jäseniksi tutkijat Hannu Aaltio, Ismo Aaltonen ja Esko Lähteenmäki. Inhimillisiä tekijöitä tutkimaan kutsuttiin psykologian maisteri Jaakko Kulomäki Maanpuolustuskorkeakoulusta.

Tutkintaselostuksessa käytetyt kellonajat ovat Suomen aikaa.

Onnettomuustutkintakeskus sai tiedon tapahtumasta klo 11.34. Onnettomuustutkintakeskuksen tutkijat tekivät onnettomuuspaikkatutkinnan yhteistoiminnassa Itä-Uudenmaan poliisin kanssa 23. ja 24.4.2010. Lentokoneen hylky siirrettiin 24.4.2010 Hyvinkäälle Konekorhonen Oy:n hallitiloihin, joissa hylky tutkittiin ja koneen moottori purettiin ja tarkastettiin. Koneen polttoainejärjestelmän toiminta tarkastettiin Patria Aviation Laiteosastolla. Koneessa ollut moottoriarvotallennin lähetettiin Yhdysvaltain onnettomuustutkintaviranomaiselle (NTSB) tiedoston purkua varten. Tallentimesta saatu tieto analysoitiin Suomessa. Onnettomuudessa katkenneet istuinvyöt koevedettiin Tampereen Ammattikorkeakoulun tuotekehityslaboratoriossa. Vulkaanisen tuhkaesiintymän varalta koneen ilmansuodatin tutkittiin Puolustusvoimien Teknillisessä Tutkimuslaitoksessa. Lentokonemekaanikko Hans Tefke teki lentokoneen huoltotoiminnan tarkastelun. Koneesta ei löydetty mitään sellaista teknistä vikaa, jolla olisi voinut olla vaikutusta onnettomuuteen.

Samanlaisella lentokoneella, jossa oli vastaava moottoriarvotallennin, lennettiin vertailulento. Lennon tulokset vahvistivat lautakunnan käsityksen onnettomuuskoneen lentoradasta ja moottorin käytöstä.

Onnettomuushetken sää selvitettiin ja analysoitiin yhdessä Ilmatieteen laitoksen kanssa.

Onnettomuudesta ilmoitettiin NTSB:lle 19.5.2010.

Tutkintaselostuksesta pyydettiin lausunnot asianosaisilta sekä Trafilta, Finavialta, Yhdysvaltain ilmailuviranomaiselta (FAA) ja Euroopan lentoturvallisuusvirastolta (EASA). Selostus lähetettiin tiedoksi Yhdysvaltain onnettomuustutkintaviranomaiselle (NTSB). Lausunnot saatiin Trafilta, Finavialta ja EASA:lta. Lausunnot huomioitiin tutkintaselostuksen lopullisessa versiossa.

Tutkintaselostus valmistui 23.05.2011 ja se käännettiin englannin kielelle.

Tutkinnassa käytetty lähdeaineisto on taltioituna Onnettomuustutkintakeskuksessa.





## 1 TAPAHTUMAT JA TUTKIMUKSET

### 1.1 Onnettomuuslento

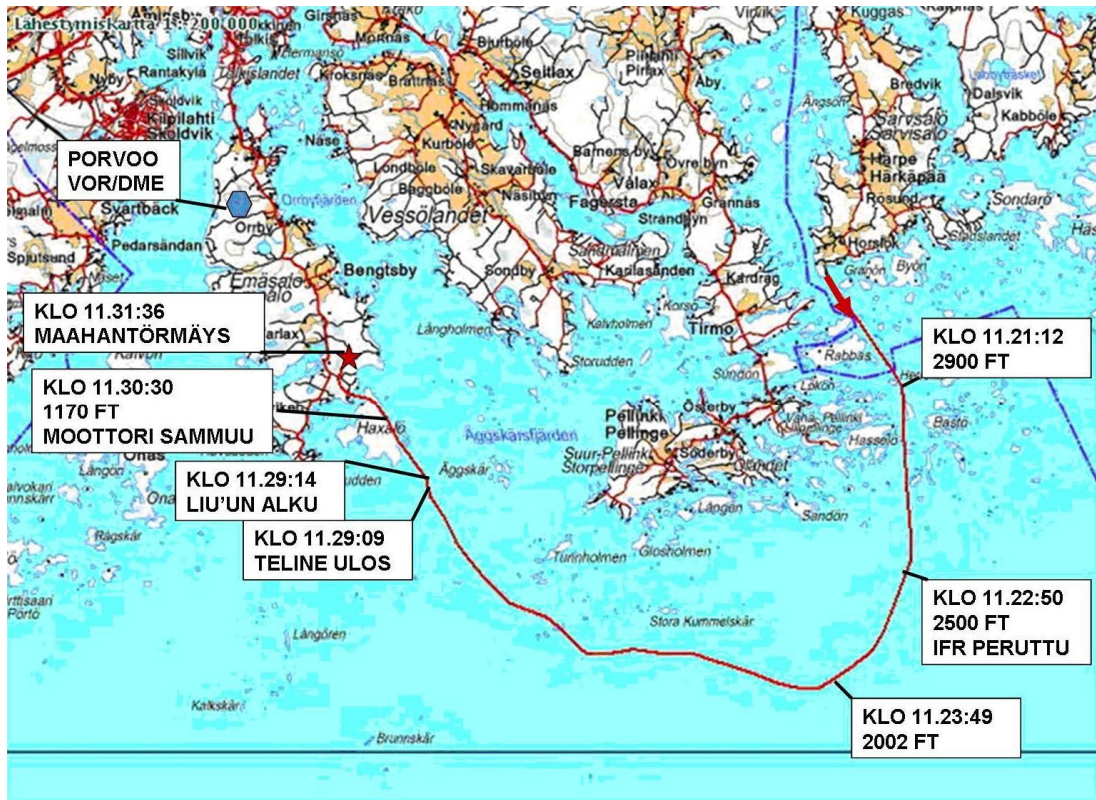
Espoon Moottorilentäjät ry:n Piper Arrow II -tyyppisellä lentokoneella OH-PAM oli tarkoitus lentää perjantaina 23.4.2010 kaksi mittaritarkastuslentoa. Ennen aiottuja lentoja ohjaajat tutustuivat Helsinki-Malmin lentoaseman lennonneuvonnassa Helsinki-Malmin ja Helsinki-Vantaan lentoasemien säähavaintoihin (METAR) ja lentopaikkaennusteisiin (TAF). Tarkastuslentäjä teki lennoista mittarilentosuunnitelmat, joiden mukaan hän toimi lennoilla päällikkönä. Muu lennonvalmistelu tehtiin ennen lähtöä lentokoneessa. Tarkastuslentäjä hoiti radiopuhelinliikenteen koko lennon ajan hätäkutsua lukuun ottamatta.

Lentoonlähtö tapahtui Helsinki-Malmin lentoasemalta klo 10.37. Tarkastettavan ohjaajan ja tarkastuslentäjän lisäksi koneessa oli matkustajana henkilö, jolle oli tarkoitus lentää mittaritarkastuslento välittömästi ensimmäisen tarkastuslennon jälkeen.

Tarkastettavalla ohjaajalla oli lennon aikana edessään mittarilentokoulutuksessa käytävä levy, jonka tarkoitus oli rajoittaa ohjaajan näkökenttää ulos eteenpäin. Lentoonlähdön jälkeen lentokoneen lennonjohtovastuu siirtyi Malmin lähilennonjohdolta Helsingin lähestymislennonjohdolle. Lähestymislennonjohdon johdossa ja valvonnassa ohjaaja teki ILS-mittarilähestymisen Helsinki-Vantaan kiitotielle 22L. Lähestymisen jälkeen ohjaaja lensi Porvoon VOR-majakkan läheisyyteen jatkamaan tarkastuslentoa kuuluvaa lento-ohjelmaa. Lento-ohjelman loppuksi oli tarkoitus tehdä näkölento-olosuhteissa (VMC) simuloitu Helsinki-Vantaan kiitotien 33 VOR/DME-lähestyminen käyttäen hyväksi Porvoon VOR-majakkaa.

Kello 11.20 ohjaaja aloitti laskeutumisen 3000 jalan (900 m) korkeudesta 2000 jalkaan (600 m). Klo 11.22 tarkastuslentäjä ilmoitti Helsingin lähestymislennonjohtoon päättävänsä mittarilentosuunnitelman ja jatkavansa lentoa näkölentosääntöjen mukaisesti. Ohjaaja aloitti laskeutumisen 2000 jalan korkeudesta simuloitun VOR/DME-lähestymisen loppulähestymislinjalla klo 11.29.

Korkeuden vähennyttyä noin 1300 jalkaan (390 m) yritti ohjaaja lisätä moottoriin tehoa. Moottori ei vastannut tehonlisäykseen, vaan sammui. Tämän jälkeen tarkastuslentäjä alkoi ohjata konetta ja aloitti toimenpiteet saadakseen moottorin käyntiin. Tarkastuslentäjä pyysi ohjaajaa ilmoittamaan lennonjohdolle moottorihäiriöstä. Moottori ei tehdyistä toimenpiteistä huolimatta käynnistynyt. Tarkastuslentäjä ohjasi konetta loppulennon ajan. Ennen pakkolaskua kone ohitti GSM-maston 120 metrin sivuttaisetäisyydeltä noin 300 jalan (90 m) korkeudessa. Pakkolaskussa klo 11.32 kone päätyi metsään ja tuhoutui.



Kuva 1. Lennon kulku klo 11.18 alkaen. Korkeudet ovat GPS-korkeuksia.

## 1.2 Henkilövahingot

Vammat	Miehistö	Matkustajat	Muut
Kuolemaan johtaneet	1	-	-
Vakavat	1	1	-
Lievät/ei vammoja	-	-	-

## 1.3 Ilma-aluksen vahingot

Ilma-alus tuhoutui.

## 1.4 Muut vahingot

Lentokone katkaisi 11 kpl tukkipuun kokoista puuta. Lentobensiiniä joutui maastoon noin 140 litraa.





## 1.5 Henkilöstö

### Ilma-aluksen päällikkö

Ikä 68 v.

#### Lupakirjat:

Yksityislentäjän lupakirja, voimassa 7.7.2014 saakka

#### Lääketieteellinen kelpoisuustodistus

JAR luokka 2 IR, voimassa 27.2.2011 saakka huomautuksella: käytettävä moniteholaseja, varasilmälaseja pidettävä mukana

#### Kelpuutukset:

Lennonopettaja, yksimoottoriset maakoneet, voimassa 31.3.2012 saakka

Lennonopettaja, yksimoottoriset vesikoneet, voimassa 31.3.2012 saakka

Lennonopettaja, monimoottoriset maakoneet, voimassa 31.3.2012 saakka

Mittarilennonopettaja, yksimoottoriset maakoneet, voimassa 31.3.2012 saakka

Mittarilennonopettaja, monimoottoriset maakoneet, voimassa 31.3.2012 saakka

JAR-tarkastuslentäjä, lentokoe, voimassa 5.5.2012 saakka

JAR-mittaritarkastuslentäjä, voimassa 5.5.2012 saakka

JAR-MCC-kouluttaja, lentokoneet, voimassa 1.2.2011 saakka

Hinauslentäjän kelpuutus, kertakaikkinen

Yölentokelpuutus, lentokone, kertakaikkinen

Radiopuhelimen hoitaja IFR, kertakaikkinen

Kielitaito, englanti, taso 5, voimassa 7.7.2014 saakka

Kielitaito, suomi, taso 6, kertakaikkinen

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla kone-tyypeillä	00 h 54 min	22 h 00 min	54 h 00 min	27425 h 00 min
Ko. ilma-alustyyppillä	00 h 54 min	13 h 00 min	18 h 00 min	2215 h 00 min

### Ilma-aluksen ohjaaja

Ikä 55 v.

### Lupakirjat:

Yksityislentäjän lupakirja, voimassa 6.6.2010 saakka

### Lääketieteellinen kelpoisuustodistus

JAR luokka 2 IR, voimassa 24.5.2010 saakka huomautukset: lähinäköä korjaavat silmälasit oltava käytössä ja varasilmälasit pidettävä mukana

### Kelpuutukset:

Mäntämoottorikäyttöiset yksimoottorilentokoneet, voimassa 6.6.2010 saakka

Mittarilentokelpuus, mäntämoottorikäyttöiset yksimoottorilentokoneet, voimassa 31.5.2010 saakka

Yölentokelpuus, kertakaikkinen.

Radiopuhelimen hoitaja, IFR.

Lentokokemus	Viimeisen 24 h aikana	Viimeisen 30 vrk aikana	Viimeisen 90 vrk aikana	Yhteensä tuntia ja laskua
Kaikilla kone-tyypeillä	00 h 54 min 0 laskua	1 h 25 min 1 lasku	1 h 25 min 1 lasku	642 h 30 min 928 laskua
Ko. ilma-alustyyppillä	00 h 54 min 0 laskua	1 h 25 min 1 lasku	1 h 25 min 1 lasku	153 h 40 min 154 laskua

### Ilma-aluksen matkustaja

Lennot mukana olleella matkustajalla oli yksityislentäjän lupakirja mittarilentokelpuutuksin. Hänelle oli tarkoitus lentää mittaritarkastuslento tapahtumalennon jälkeen. Hänen lentokokemuksensa oli 1822 h 25 min, josta mittarilentoaikaa 1364 h 50 min.

Ilmailumääräyksen TRG M1-5 mukaan ilma-aluksessa ei tarkastuslennon kannalta välttämättömän miehistön lisäksi saa olla muita henkilöitä. Välttämättömiksi henkilöiksi katsotaan myös muut tarkastettavat, jotka suorittavat oman tarkastuslentonsa saman lennon yhteydessä.



## 1.6 Ilma-alus

### 1.6.1 Ilma-aluksen perustiedot

Ilma-alus oli yhdellä nelisynterisellä mäntämootorilla varustettu metallirakenteinen, alatasoinen, nelipaikkainen lentokone, jossa oli sisään vedettävä laskuteline.

#### Lentokone:

Tyyppi:	Piper PA-28R-200 Arrow II
Rekisteritunnus:	OH-PAM
Omistaja ja käyttäjä:	Espoon Moottorilentäjät r.y.
Ilma-alusluokka:	Normaali
Valmistaja:	Piper Aircraft Corporation, USA
Sarjanumero ja valmistusvuosi:	28R-7635265, 1976
Lentokelpoisuus voimassa:	31.5.2010 saakka
Suurin lentoonlähtömassa:	1204 kg
Kokonaislentoaika:	3254 h 20 min

#### Moottori:

Tyyppi:	Lycoming IO-360 C1C
Valmistusnumero:	L-15509-51A
Valmistaja:	Avco Lycoming, USA
Kokonaiskäyntiaika:	3254 h 20 min
Käyntiaika:	645 h peruskorjauksen jälkeen
Polttoaine:	Lentobensiini Avgas 100LL

#### Potkuri:

Tyyppi:	McCauley B3D36C424/74SA-0
Sarjanumero:	951118
Valmistusvuosi:	1993

Valmistaja:	McCauley Accessory Division, Cessna Aircraft Company
Kokonaiskäyntiaika:	1140 h 15 min

### 1.6.2 Huoltotoiminnan tarkastelu

Lentokone oli rekisteröity 24.6.1976. Viimeinen lentokelpoisuustodistus oli myönnetty 11.5.2009. Todistus lentokelpoisuuden tarkastamisesta oli voimassa 31.5.2010 asti 12.5.2009 tehdyn tarkastuksen perusteella. Todistus oli kirjoitettu kansallisten vaatimusten mukaisesti. Lentokoneen huolto-ohjelman mukainen 50 tunnin huolto oli tehty 8.4.2010 Joen Service Oy:ssä lentoajalla 3244 h.

Huoltotoiminnan tarkastelussa havaittiin puutteita huolto-ohjelmassa ja teknisessä kirjainpidossa. Tutkintaan toimitettujen asiakirjojen perusteella jatkuvan lentokelpoisuuden valvonta ei ollut toteutunut. Havaitut puutteet eivät vaikuttaneet lentokoneen lentokuntoon eivätkä onnettomuuden syntymiseen, mutta puutteiden vuoksi lentokone ei ollut ilmailunormien mukaan lentokelpoinen.

### 1.6.3 Massa ja massakeskiö

Punnitustodistuksen mukaan lentokoneen perusmassa oli 816 kg. Tarkastuslentäjän ja ohjaajan yhteismassa oli 189 kg, takamatkustajan massa 94 kg, arvioitu matkatavaran massa 5 kg ja polttoaineen massa 124 kg. Lähtöhetken massaksi on laskettu 1228 kg. Lentokoneen suurin sallittu lentoonlähtömassa on 1204 kg. Laskelman mukaan lentoonlähtöhetkellä oli ylipainoa 24 kg. Massakeskiö oli sallitulla alueella. Lennolle ei tehty massa- eikä massakeskiölaskelmaa. Ylipainolla ei ollut vaikutusta onnettomuuden syntymiseen.

## 1.7 Sää

Ilmatieteen laitoksen selvityksen mukaan Suomen yllä oli laaja matalapaineen alue, johon kuului useita osakeskuksia. Suomessa vallitsi epävakaata luoteisvirtaus ja päivän aikana tuli monin paikoin vesi-, räntä- ja lumikuuroja. Länsiluoteisen tuulen voimakkuus oli 7–10 solmua ja puuskat 12–14 solmua. Näkyvyys oli poutaisilla alueilla hyvä, mutta kuurosateisilla alueilla näkyvyys huononi 3–6 km:iin. Kuurosadealue tiivistyi rannikolla. Tällöin näkyvyys räntä- ja lumisateessa oli alle yksi kilometri. Lämpötila oli poutaisilla alueilla 2,0–2,5 astetta ja sadekuurojen alla 0,4–1,3 astetta. Sadekuurojen yhteydessä yhteisen pilvikerroksen alarajan yläpuolella esiintyi vähintään kohtalaista jäätämistä.

Poutaisessa säässä merellä oli vähän (1/8–2/8) tai osittain (3/8–4/8) pilvistä alarajan ollessa 1500–2500 jalkaa (450–750 m) ja osittain tai lähes (5/8–7/8) pilvistä 2500–4500 jalkaa (750–1350 m). Sadenauhan kohdalla oli vähän tai osittain pilvistä alarajan ollessa 300–1100 jalkaa (90–330 m) ja lähes pilvistä 2200–4400 jalkaa (660–1320 m).



### **Määräaikainen lentosääsanoma (METAR)**

Helsinki-Malmin lentoasema klo 10.20:

Tuuli 320 astetta 4 solmua, näkyvyys yli 10 km. Pilvet, vähän pilviä 900 jalkaa (270 m), osittain pilvistä 1100 jalkaa (330 m) ja lähes pilvistä 4700 jalkaa (1410 m). Lämpötila 4 astetta ja kastepiste 2 astetta. QNH 999 hPa.

Helsinki-Malmin lentoasema klo 11.20:

Tuuli 320 astetta 9 solmua, näkyvyys yli 10 km. Pilvet, vähän pilviä 1200 jalkaa (360 m), osittain pilvistä 1500 jalkaa (450 m) ja lähes pilvistä 7500 jalkaa (2300 m). Lämpötila 3 astetta ja kastepiste 1 aste. QNH 1000 hPa.

Helsinki-Vantaan lentoasema klo 09.50:

Tuuli 320 astetta 5 solmua, näkyvyys yli 10 km. Pilvet, lähes pilvistä 700 jalkaa (210 m) ja lähes pilvistä 3500 jalkaa (1050 m). Lämpötila 3 astetta ja kastepiste 1 aste. QNH 999 hPa. Sanoman lopussa ennustettiin seuraavalle kahden tunnin jaksolle osittain pilvistä 700 jalkaa (210 m) ja lähes pilvistä 1200 jalkaa (360 m).

### **Lentopaikkaennuste (Aerodrome Forecast, TAF)**

Helsinki-Malmin lentoasema (EFHF) klo 08.32:

24 tunnin ennuste. Tuuli 300 astetta 4 solmua, näkyvyys yli 10 km. Pilvet, vähän pilviä 400 jalkaa (120 m), lähes pilvistä 800 jalkaa (240 m). 30 % todennäköisyydellä klo 9–10 ennustettiin lähes pilvistä 400 jalkaa (120 m). Klo 10-12 ennustettiin osittain pilvistä 1000 jalkaa (300 m) ja lähes pilvistä 3000 jalkaa (900 m).

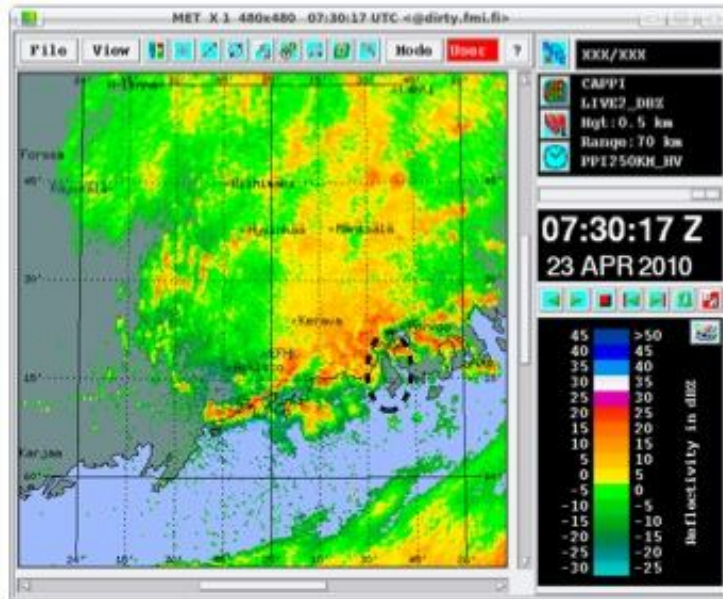
Lentopaikkaennuste Helsinki-Vantaan lentoasemalle oli Helsinki-Malmin lentoaseman ennusteen mukainen.

### **Merkitsevän sään kartta (SWC)**

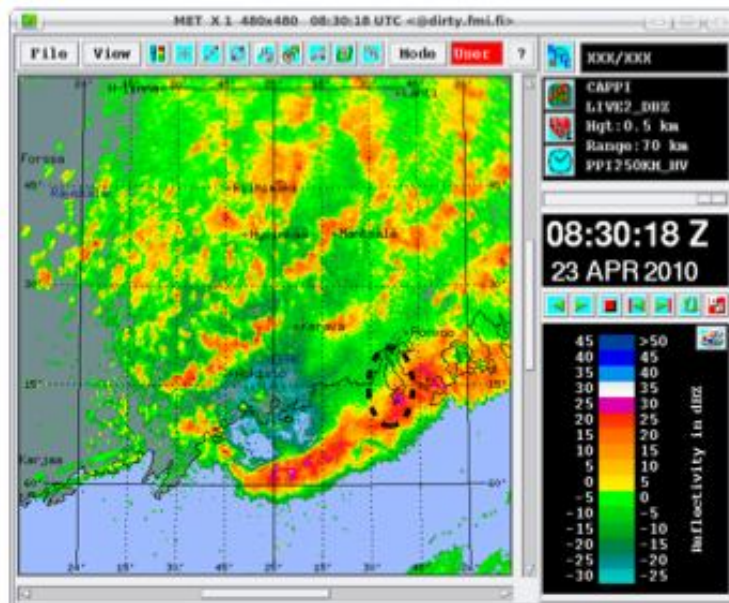
Merkitsevän sään kartassa ennustettiin suunnitellulle lentoalueelle okluusiorintamaa, pilvisyyttä maan pinnasta lentopinnalle 140 (14000ft / 4200 m), vesi- ja/tai lumisateita, tiikusadetta ja kohtalaista jäätämistä pilvessä.

### **Yleisilmailun sääennuste (GAFOR) klo 6–15:**

Maan eteläosissa oleva kapea räntä- ja lumisadealue liikkuu hitaasti kaakkoon, sen jälkipuolella on aluksi enimmäkseen poutaa, päivällä paikoin räntäkuuroja. Luoteistuulta 3–10 solmua, 600 metrin korkeudessa 10–20 solmua. Paikoin kohtalaista jäätämistä pilvessä maanpinnan ja lentopinnan 120 (3600 m) välillä ja heikkoja räntäsadekuuroja. Lämpötilan nollarajan ennustettiin olevan välillä maanpinta–1000 jalkaa (300 m).



Kuva 2. Säättukan kuva klo 10.30. Kehittymässä oleva sadenauha näkyy rannikolla. Emäsalossa (kuvassa merkitty soikiolla) on vielä poutaista.



Kuva 3. Säättukan kuva klo 11.30. Voimistunut sadenauha on liikkeessä eteläkaakkoon päin ja on juuri ylittänyt tai ylittämässä Emäsalon.

### 1.8 Suunnistuslaitteet ja tutkat

Lentokone oli tapahtumalennon alussa Helsinki-Malmin lähilennonjohdon ja sen jälkeen Helsingin lähestymislennonjohdon valvonnassa. Lennon loppuvaiheessa lentokone lensi valvomattomassa ilmatilassa. Lentokoneen toisiotutkavastaaja toimi normaalisti.



## 1.9. Radiopuhelin- ja puhelinyhteydet

Lentokoneelle annettiin lupa lentoonlähtöön Helsinki-Malmin lähilennonjohdon taajuudella 131.250 MHz. Lentoonlähdön jälkeen kone siirrettiin Helsingin lähestymislennonjohdon taajuudelle 119.100 MHz ja edelleen Helsingin lähilennonjohdon taajuudelle 118.600 MHz ILS-lähestymisen aikana. Koneen lähestyessä Porvoon VOR-majakkaa, se siirrettiin taas taajuudelle 119.100 MHz. Tällä taajuudella ohjaaja ilmoitti moottorihäiriöstä. Pian ilmoituksen jälkeen radioyhteys menetettiin.

Radiokuuluvuus oli koko lennon ajan moitteeton.

Puhelinyhteydet lennonjohtoyksiköiden välillä toimivat moitteettomasti. Yhteys hätäkeskukseen saatiin nopeasti.

## 1.10 Lentopaikka

Ohjaaja teki lentoonlähdön Helsinki-Malmin lentoaseman kiitotieltä 36. Lentoasemalla annetaan lennonjohtopalvelua ja se on varustettu mittarilähestymislaitteilla. Ohjaaja teki lennon alkuvaiheessa ILS-mittarilähestymisen Helsinki-Vantaan kiitotielle 22L.

## 1.11 Lennonrekisteröintilaitteet

Lentokoneessa ei ollut lentoarvotallenninta (FDR) eikä ohjaamoäänitintä (CVR). Lentokoneessa matkustajana olleella henkilöllä oli GPS-laite, johon talloituneet tiedot olivat apuna tutkinnassa. Lentokoneessa oli moottorin valvontajärjestelmä EDM-700, joka tallentaa useita moottorin toiminta-arvoja kellonaikoihin. Valvontajärjestelmään tallentuneet tiedot olivat erityisen tärkeitä pääteltäessä moottorin käyntihäiriön syytä.

## 1.12 Onnettomuuspaikan ja ilma-aluksen jäännösten tarkastus

Onnettomuuspaikkatutkinta tehtiin yhteistoiminnassa Itä-Uudenmaan poliisin kanssa 23. ja 24.4.2010. Pakkolasku tehtiin täysikasvuiseen metsään. Kivikkoisen maapohja oli melko tasainen. Kaikki lentokoneen ääriosat löytyivät onnettomuuspaikalta, joten kone ei ollut hajonnut ilmassa ennen puihin osumista.

Lentokoneen siivet olivat osuneet useaan puuhun. Ensimmäinen kosketus oli tapahtunut 18 metrin korkeudessa. Lentokone oli törmännyt maahan noin 50 metrin päässä ensimmäisestä puukosketuksesta. Puihin törmäyksessä vasen siipi oli irronnut tyvestään, ja vähän ennen maahantörmäystä myös oikea siipi oli irronnut osuttuaan puuhun. Tämän jälkeen koneen runko oli törmännyt maahan. Tällöin ohjaamon katto puuhun osuttuaan oli painunut kasaan takaosastaan ikkunoiden alareunaan asti.

Lentokoneen runko oli pysähtynyt vaaka-asentoon noin 70 astetta vasemmalle kallistuneena. Ohjaamon vasen kylki oli työntynyt etuosastaan jonkin verran sisäänpäin kaven taen jalkatilaa. Oikean etuistuimen olkavyö ja oikean takaistuimen istuinvyö olivat katkenneet. Lentokoneen keskimääräinen syöksykulma ensimmäisen puukosketuksen jälkeen oli noin 35 astetta.



Kuva 4. Lentokoneen hylky. Taustalla koneen katkaisemia puita.





Käsiohjaimet olivat taka-asennossaan vääntyneenä noin 20 astetta ylös ja 40 astetta vasemmalle. Moottorin säätövivut olivat vääntyneinä etuasentoon mittaritaulua vasten. Jalkaohjaimet olivat paikoillaan. Muiden merkittävien laitteiden ja kytkimien asennot olivat seuraavat:

- Laskuteline	alhaalla
- Laskusiivekkeet	10 astetta
- Polttoainehana	vasen säiliö
- Sähköinen polttoainepumppu	OFF
- Pääkytkin (Master)	ON
- Magneettokytkin	BOTH
- Pitot-putken lämmitys	ON
- Varailma (Alt air)	suljettu
- Trimit	noin keskiasennossa

### 1.13 Lääketieteelliset tutkimukset

Ohjaajalle tehtiin oikeuslääketieteellinen ruumiinavaus Helsingin Yliopiston Hjelt-instituutin Oikeuslääketieteellisellä osastolla. Ohjaajan veren alkoholipitoisuus oli 0,00 promillea eikä veressä todettu huumausainepitoisuuksia. Ohjaajan kuolinsyyksi todettiin pään ja rintakehän vammat.

Ohjaajalla todettiin aikuisiän diabetes ja hänellä oli siihen säännöllinen lääkitys. Tällä sairaudella voi olla vaikutusta lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen saamiselle. Kelpoisuustodistuksen myöntävän viranomaisen tiedoissa ei ollut mainintaa kyseisestä sairaudesta eikä lääkityksestä. Tässä tapauksessa sairaudella ei ollut merkitystä onnettomuuden syntymiselle.

Ilma-aluksen päällikön veren alkoholipitoisuus oli 0.00 promillea.

### 1.14 Tulipalo

Tulipaloa ei syttynyt.

### 1.15 Pelastustoiminta ja pelastumisnäkökohdat

#### 1.15.1 Hälytykset ja ilmoitukset

Pelastustoimet käynnisti ohjaajalta klo 11.31.15 Helsingin lähestymislennonjohtoon tullut ilmoitus moottorihäiriöstä. Lennonjohtaja tunnisti lentokoneen tutkalta Porvoon eteläpuolella ja kysyi ohjaajalta mahdollisuutta jatkaa lentoa kohti Helsinki-Malmin lentoasemaa.

Ohjaaja vastasi kieltävästi. Tämän jälkeen radio- ja tutkayhteydet katkesivat. Lennonjohtaja teki klo 11.32 hälytykset hätäkeskukseen ja lentopelastuskeskukseen.

### **1.15.2 Etsintä- ja pelastustoiminta**

Helsinki-Malmin lennonjohto sai tiedon tapahtumasta klo 11.32 Helsingin lähestymislennonjohdolta. Helsinki-Vantaan lennonjohdon apulaispäällikkö tallensi varatutkajärjestelmästä viimeisen tutkakuvan lentokoneesta yhdistettynä GT-karttapohjaan. Kuva lähetettiin hätäkeskukseen ja Helsinki-Malmin lähilennonjohtoon sähköpostitse. Sieltä kuva lähetettiin edelleen meripelastuskeskukseen etsintäyksiköille jaettavaksi.

Helsinki-Malmilta koululennolle lähdössä ollut kaksimoottorinen lentokone lähti etsintälennolle klo 11.41. Rajavartiolaitoksen helikopteri lähti etsintälennolle klo 11.45. Onnettomuuspaikan läheisyydessä olevan Glosholman meripelastusaseman henkilöstö teki etsintöjä rannoilta. Lennonjohdon tutkalta saadut tiedot varmistivat, ettei kone ollut pudonnut mereen.

Rajavartiolaitoksen helikopteri lähestyi meren suunnalta kohti lentoreitin viimeisen tutkahavainnon paikkaa. Lentokoneen hylkyä oli vaikea havaita ilmasta puuston takia. Pintapelastaja sai näköhavainnon hylystä helikopterin lentäessä sen yli. Helikopterin miehistö lähetti tiedon pelastusyksiköille VIRVE-puhelimella kohteen löytymisestä ja sijainnista sekä puuttuvasta tieyhteydestä. Pintapelastaja laskeutui varusteineen vajerin varassa hyllyn luokse klo 12.03.

Medi-Heli hälytettiin klo 11.41 ja klo 12.20 se laskeutui 200 metrin päässä kohteesta olevalle hakkuuaukealle, josta lääkäri ja lentoavustaja siirtyivät onnettomuuspaikalle.

Onnettomuuspaikalle hälytettiin kolme sairaankuljetusyksikköä ja kuusi pelastusyksikköä. Ensimmäiset yksiköt olivat 500 metriä onnettomuuspaikasta lähimmän tieyhteyden päässä klo 11.54. Onnettomuuspaikalle pelastushenkilöstö siirtyi jalan Rajavartiolaitoksen helikopterin miehistön opastamana. Vammautuneet henkilöt kuljetettiin ensihoito- toimenpiteiden jälkeen sairaankuljetusautoilla sairaalaan. Ohjaaja todettiin menehtyneeksi onnettomuuspaikalla.

### **1.15.3 Pelastumisnäkökohdat**

GPS-tiedon mukaan lentokone osui puihin 67 solmun (124 km/h) maanopeudella. Puut hidastivat nopeutta ja kone kulki ensimmäisestä puukosketuksesta maakosketukseen noin 50 metriä. Runko iskeytyi maahan tullessaan puuta vasten, jolloin ohjaamon takaosan katto painui ikkunoiden alareunan tasalle. Koneen runko pysähtyi nokka menosuuntaan ja 70 astetta vasemmalle kallistuneena. Koneen vasen kylki painui jonkin verran sisään ohjaamon etuosan kohdalta. Muutoin ohjaamo säilyi muodossaan.

Ohjaajan lanne- ja olkavyö kestivät maahantörmäyksen. Oikealla edessä istuneen henkilön lannevyö kesti, mutta olkavyö katkesi. Oikealla takaistuimella istuneen henkilön lannevyö katkesi, minkä seurauksena hän sinkoutui eteenpäin osittain edessä istuneiden päälle ja mittaripaneelia päin.



Takaistuimilla ei ollut olkavöitä. Vyöt olivat alkuperäiset ja valmistettu vuonna 1976. Vöiden murtolujuusvetokokeen perusteella vöiden katketessa henkilöihin oli kohdistunut huomattavasti yli 10 g hidastuvuus. Kaikki koevedetyt vyöt täyttivät niille asetetut vaatimukset vielä onnettomuudessa syntyneiden muodonmuutosten jälkeenkin.

Pelastustoimenpiteet hyllyllä alkoivat noin puoli tuntia tapahtuman jälkeen. Ohjaamo suo-jasi uhreja sateelta. Pelastustoiminnan nopeudesta huolimatta ohjaajaa ei voitu pelas-taa.

## **1.16 Yksityiskohtaiset tutkimukset**

### **1.16.1 Potkurin ja moottorin tutkimus**

#### **Potkuri**

Potkurikuvun kärki oli painunut kasaan. Yksi potkurin lapa oli ehjä. Toinen oli taipunut puolivälistä loivasti taaksepäin ja sen etupinnalla oli pituus- ja poikkisuuntaisia naarmuja. Kolmas lapa oli kolhiutunut pahoin ja siinä oli koko lavan matkalla poikkisuuntaisia naarmuja ja etureunassa koloja. Lapa oli taipunut puolivälistä loivasti taaksepäin ja sen kiinnitys potkurin napaan oli rikkoutunut. Kaikkien lapojen kääntövivut navan sisällä oli-vat katkenneet.

#### **Moottori**

Moottori ja moottoritila tarkastettiin silmämääräisesti ennen moottorin irrotusta. Moottorin imuilman varailmaventtiili (alternate air valve) oli iskeytynyt tuliseinään ja painunut ka-saan moottorin siirtyessä törmäyksessä taaksepäin. Tuliseinään syntyneistä jäljistä nä-kyi, että venttiili oli ollut törmäyshetkellä suljettuna. Polttoaineen vedenpoistokupin kiinni-tys oli ruhjoutunut ja kuppi oli irronnut paikaltaan. Polttoainesuodatin oli puhdas.

Käynnistinmoottorin hammaskehän laippa oli murtunut. Sylinterien nro 2 ja nro 4 imu-putket olivat ruhjoutuneet ja imuputkien ja sylintereiden väliset tiivisteet olivat osittain leikkautuneet rikki. Pakoputkissa oli taipumia. Sytytystulpat olivat hyväkuntoiset ja eris-teet olivat väritään normaalin vaaleat lukuun ottamatta sylinterin nro 1 ylätulppaa, jonka pinnalla oli ohut nokikerros. Sylinterin nro 3 alatulpassa oli vähän lyijykarstaa. Magneet-tojen ajoitus oli oikea ja roottoreita käsin pyöritettäessä syntyi sytytyskipinä. Magneetot purettiin ja tarkastettiin silmämääräisesti. Sytytyspuolien vastusarvot mitattiin. Magneetot olivat toimintakuntoiset.

Moottori purettiin ja tarkastettiin Konekorhonen Oy:n moottorikorjaamolla Hyvinkäällä 27.4.2010. Vasemman etummaisen sylinterin (nro 2) päässä oli maahantörmäyksessä syntynyt murtuma. Muut sylinterit ja kaikki männät olivat hyväkuntoiset. Nokka-akseli ja venttiilikoneisto olivat hyväkuntoiset. Venttiilit irrotettiin ja tarkastettiin. Kaikkien venttiili-en istukkarenkaissa oli kuoppautumaa. Sylinteri nro 3 pakoventtiilin lautasen pinnalla oli paksumpi karsta kuin muissa pakoventtiileissä. Kaikkien imuputkien liitoksissa oli havait-tavissa vesipisaroita ja imuputkien jakokammiossa oli vettä noin ruokalusikallisen ver-ran.

Apulaitekoneiston hammaspyörästä oli kunnossa. Kampiakammio avattiin ja kampiakselin runkolaakerit tarkastettiin. Laakerit olivat kunnossa. Kiertokanget liikkuvat normaalisti, joten niiden laakereita ei avattu.

Öljynsuodattimessa ei ollut metallia eikä epäpuhtauksia. Öljypumppu avattiin ja tarkastettiin. Pumppu oli hyväkuntoinen. Polttoainepumppu irrotettiin ja tarkastettiin. Pumppu toimi normaalisti. Polttoainesuuttimet todettiin puhtaiksi. Suuttimien putket, jakajaventtiili ja polttoainesäädin irrotettiin testausta varten.

### 1.16.2 Polttoainesäätimen testaus

Patria Aviation Laiteosasto teki polttoainesäätimelle laitevalmistajan määrittelemät toimintakokeet ja yleisen arvioinnin laitteen toiminnasta 11.5.2010. Käytetyt testilaitteet olivat tarkoitukseen hyväksytyjä ja kalibroituja. Myös ohjekirja oli ajan tasalla.

Testissä polttoainesäädin reagoi ja toimi normaalisti testausasetuksia tehtäessä ja säädettäessä. Asetusarvot olivat ohjekirjan mukaiset pois lukien testin kohta, jossa polttoainevirtaus alitti 0,6 lbs/min verran ohjekirjan minimiarvon 38,4 lbs/min. Testiraportissa todettiin: *"Laitte on täysin toimintakuntoinen ja kohtaa 3 (edellä esitetty paine-ero) lukuun ottamatta täyttää uudenkin laitteen säätövaatimukset. Tällaiset pienet poikkeamat ovat käyneellä laitteella tavallisia ja ne eivät käytännössä vaikuta säätimen toimintaan"*.

Tutkintalautakunnan tutkijat jatkoivat polttoainesäätimen testausta oman tutkintasuunnitelmansa mukaisesti. Säätimeen kytkettiin jakajaventtiili, suuttimien putket ja polttoainesuuttimet. Suuttimien toiminta tarkistettiin eri virtausarvoilla eikä niiden toiminnassa ollut huomautettavaa.

Testauksessa pyrittiin tutkimaan myös polttoainesäätimen mahdollisen jäätyminen vaikutusta polttoainevirtaukseen. Tilanne simuloitiin alentamalla patopaineputkiin ja venturiin johdettua painetta. Testi osoitti, että jo vähäinen paineen lasku vähensi suuttimille menevän polttoaineen virtausta merkittävästi. Testiä on pidettävä vain suuntaa antavana, koska siinä jouduttiin käyttämään mittalaitteita ja menetelmiä, jotka eivät olleet testilaittevalmistajan ohjeen mukaisia.

Kokeiden jälkeen tutkijat purkivat polttoainesäätimen. Polttoainesuodatin oli puhdas ja ilmakalvo sekä polttoainekalvo olivat hyväkuntoiset. Kalvokammiot olivat kuivat ja puhtaat. Ilmakalvon jousi (constant head idle spring) oli hapettunut ja kalvojen akselissa oli nähtävissä korroosiota.

### 1.16.3 Moottorin imuilman varailmaventtiilin toimintakoe

Moottorin imuilman varailmaventtiilin toimintakokeen tavoitteena oli selvittää moottorin käyttäytymistä tilanteessa, jossa ilmansuodatin on tukkeutunut. Piper Arrow II -tyyppisen lentokoneen OH-PKN imuilmaputkistoa muutettiin siten, että ilmansuodatin poistettiin ja suodatinkoteloon johtava putki jatkettiin ohjaamoon. Putken päähän kiinnitettiin testiä varten valmistettu säätöläppä, jonka asentoa voitiin säätää portaattomasti täysin auki -asennosta täysin kiinni. Koekäytön aikana varailmaventtiilin käsikäyttövipu oli lähtökohdaisesti kiinni-asennossa.



Lähestymislennolla normaalisti käytetyllä tehoasetuksella imuputkiston paine (ahtopaine) 17 inHg ja pyörimisnopeus 2400 r/min säätöläppä siirrettiin hitaasti täysin kiinni. Moottorin käynti ei muuttunut, koska varailmaventtiili avautui itsestään imuputkistoon syntyneen alipaineen vaikutuksesta. Moottoriteholla 22 inHg ja 2600 r/min varailmaventtiilissä ilmeni selvästi kuuluvaa värähtelyääntä. Valittaessa varailmaventtiili auki-asettoon tai avattaessa säätöläppä värinä loppui ja polttoaineen virtaus lisääntyi 0,5 gal/h. Moottoria käytettiin monilla eri tehoasetuksilla joutokäyntiteholta lentoonlähtöteholle saakka, jona aikana säätöläppä oli ajoittain täysin suljettuna. Säätöläppän asennolla ei ollut merkittävää vaikutusta moottorin toimintaan.

Lisäksi tehtiin koe, jossa tehoasetuksella 16 inHg, 2400 r/min ja polttoaineen virtauksella 9 gal/h ja säätöläppän ollessa auki polttoaineen seos laihennettiin arvoon 5 gal/h. Tämän jälkeen säätöläppä suljettiin. Moottorin ahtopaine nousi arvoon 22 inHg ja kierrosluku laski arvoon 1700 r/min. Käynti muuttui karkeaksi ja EGT nousi selvästi. Käynti palautui ennalleen, kun seos rikastettiin.

#### 1.16.4 Moottorin toiminta-arvojen valvontajärjestelmä EDM-700

Lentokoneessa oli lisävarusteena J.P.Instruments-yhtiön valmistama EDM-700-tyyppinen moottorin toiminta-arvojen valvontajärjestelmä (Engine Data Management). Järjestelmän pääasiallisena tarkoituksena on mahdollistaa moottorin toiminnan kannalta mahdollisimman oikea seoksen laihennus. Tavoitteena on optimoida polttoaineen kulutus ja moottorin oikea lämpötila.

Järjestelmä näyttää valitut arvot reaaliaikaisesti ja tallentaa moottorin arvot digitaalisesti muistiin useiden lentotuntien ajalta. Tiedosto voidaan siirtää tietokoneeseen tarkempaa seurantaa ja analyysiä varten. EDM-700-järjestelmä näyttää ja tallentaa sylinterikohtaisesti pakokaasujen lämpötilan (EGT), sylinterien lämpötilan (CHT), sylinterien jäähtymisen muutosnopeuden (Shock Cooling) ja sähköjärjestelmän jännitteen. Lisäksi järjestelmässä oli polttoaineen virtauksen mittaus ja polttoaineen kokonaiskulutuksen mittaus.

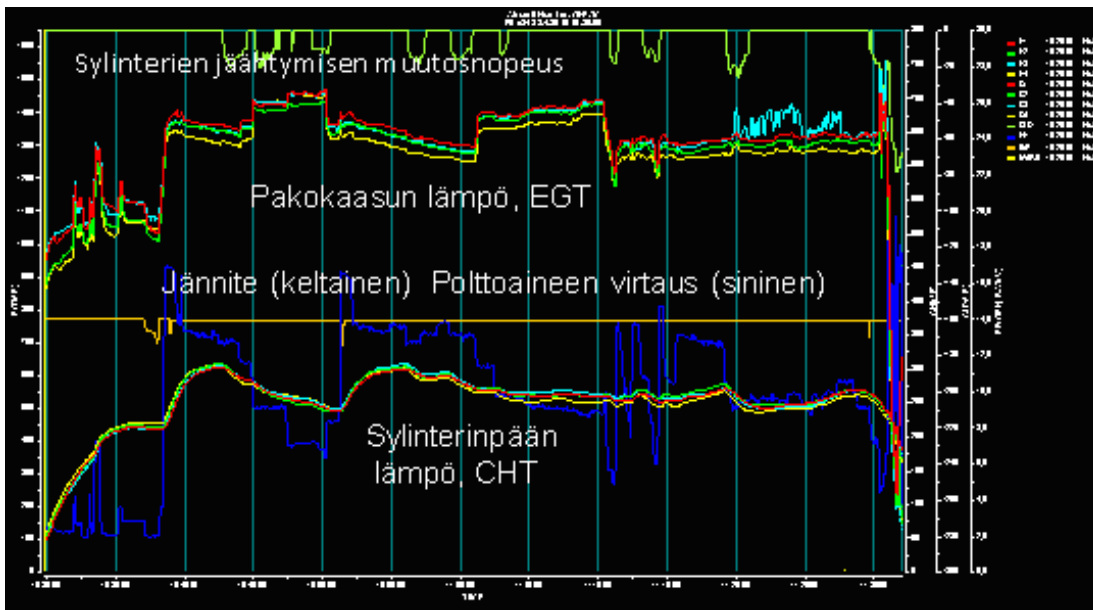
Järjestelmä tallentaa arvot neljän sekunnin välein, mutta polttoaine-ilmaseosta laihennettaessa näyttö- ja tallennusväli voidaan valita näyttölaitteesta yhdeksi sekunniksi.

Onnettomuuden yhteydessä laitteen etu- ja takalevy olivat irronneet ja laitteen sisällä oli irtaosia. Laite lähetettiin NTSB:lle. Vaurioista huolimatta kaikki muistissa olleet tiedot saatiin täydellisinä tutkintalautakunnan käyttöön. Muistissa oli onnettomuuslennon lisäksi 31 lentoa ja yksi huoltokoekäyttö.

Aikaisempien lentojen arvoja verrattiin onnettomuuslennon arvoihin. Onnettomuuslennon arvot olivat olleet normaalit, kunnes noin 12 minuuttia ennen onnettomuutta sylinterin nro 3 EGT nousi vähän muita korkeammaksi, mutta palautui takaisin muiden EGT-arvojen tasolle noin seitsemän minuutin kuluttua. Noin kaksi minuuttia ennen onnettomuutta polttoaineen virtaus laski arvoon noin 4,5 gal/h ja kaikkien sylintereiden EGT-arvot nousivat huomattavan korkeaksi. Noin 1,5 minuuttia myöhemmin polttoaineen virtaus lisääntyi maksimiarvoonsa ja EGT-arvot alkoivat jyrkästi laskea ja ne laskivat lennon loppuun saakka. Polttoaineen virtaus vaihteli, mutta pysyi varsin korkeana. Samalla

sylinterien lämpötilat laskivat nopeasti. Noin 17 sekuntia ennen onnettomuutta sylinterin nro 1 EGT nousi muiden edelleen laskiessa.

Lentokoneen sähköjärjestelmän jännite oli koko lennon ajan normaali 13,9 V lukuun ottamatta laskutelineiden käytön aiheuttamia hetkellisiä jännitteen laskuja.



Kuva 5. Moottorin toiminta-arvot koko lennon ajalta EDM:n tallentamana. Arvoja voidaan tarkastella suurennettuna ja yksityiskohtaisesti laitteen valmistajan analysointiohjelmalla. Toiminta-arvojen tarkempi analyysi lennon loppuvaiheesta on esitetty kuvassa 11.

### 1.16.5 Istuinvöiden lujuuskoe

Tutkintalautakunta toimitti onnettomuudessa katkenneet oikean takaistuimen lantiovyön, oikean etuistuimen olkavyön ja onnettomuudessa käyttämättömänä olleen vasemman takaistuimen vyön Tampereen Ammattikorkeakoulun tuotekehityslaboratorioon murtolujuusvetokokeita varten.

Vöille tehtiin neljä murtolujuusvetokoetta. Oikean etuistuimen olkavyö katkesi 10,41 kN ja lantiovyö 11,88 kN voimasta. Oikean takaistuimen vyö katkesi 17,05 kN ja vasemman takaistuimen vyö 16,80 kN voimasta.

Vöissä olleiden valmistuskilpien mukaan ne oli valmistettu vuonna 1976. Kilvissä oli merkintä ”Rated Assembly Strength 2000 lbs”, joka vastaa 8,90 kN voimaa. Ilmailumääräyksen FAR23/EASA CS 23 vaatimus on, että onnettomuustilanteessa vöiden on kestettävä eteenpäin 9 g kiihtyvyys tarkastelussa käytetyn henkilön massan ollessa 215 lbs (98 kg).

Kaikki koevedetyt vyöt täyttivät vaatimuksen vielä onnettomuudessa syntyneiden muodonmuutosten jälkeenkin.



## 1.17 Organisaatiot ja johtaminen

Espon Moottorilentäjät ry:llä oli käytössään kaksi moottorilentokonetta. Koneita käytettiin harrastuslentotoimintaan. Molemmille koneille oli nimetty hoitaja, joka huolehti mm. koneiden huoltojärjestelyistä. Jatkuvan lentokelpoisuuden valvonnasta oli tehty sopimus Joen Service Oy huoltoyrityksen kanssa. Kyseinen yritys teki myös koneiden määräaikaishuollot.

Yhdistyksen Internet-sivuilla on monipuolista tietoa lentotoimintaa varten. Sivulla on mm. koneiden käyttöohjeita, massalaskentaohjelmat, tiedotteita ja linkkejä esimerkiksi lentoturvallisuustietoa sisältäville sivustoille.

## 1.18 Muut tiedot

### 1.18.1 Aikaisemmat samankaltaiset tapaukset

Tutkintalautakunta löysi NTSB:n tietokannasta kaksi PA-28R-200 -koneen pakkolaskuun johtanutta tapausta, joiden tutkinnassa oli päädytty polttoaineen ruiskutusjärjestelmän jäätymiseen. Lisäksi tutkintalautakunnalle on kerrottu tapauksesta, jossa pilvessä lentopinnalla 80 (noin 2400 m), raesateessa lennettäessä moottori pysähtyi varoituksesta, mutta varailmanoton avaamisen jälkeen käynnistyi nopeasti.

Useissa lentoturvallisuusalan julkaisuissa on käsitelty harvinaista, mutta mahdollista polttoaineen ruiskutusjärjestelmän jäätymistä.

### 1.18.2 Vertailulento

Tutkintalautakunta lensi vertailulennon samanlaisella PA-28R-200 -tyyppisellä lentokoneella elokuussa 2010. Tavoitteena oli jäljitellä onnettomuuslennon VOR/DME-lähestymisessä käytettyjä moottoriarvoja, tehoasetuksia ja lentorataa. GPS- ja EDM-laitteista saatujen tietojen perusteella lähestymisessä käytettiin seuraavia keskimääräisiä arvoja:

- polttoainevirtaus 4,7 gal/h
- ilmanopeus 90 solmua
- vajoamisnopeus 800 jalkaa minuutissa

Lentokoneen laskuteline oli ulkona ja laskusiiveke 10 astetta.

Vertailulennolla sama lentorata ja polttoaineen virtaus saavutettiin potkurin kierrosluvulla 2500, ahtopaineella 13–14 inHg ja polttoaineseos laihennettuna. Polttoaineseoksen ollessa rikkaalla kulutus oli 5,1 gal/h. Tehoa vähennettäessä EGT-arvot laskivat, mutta tahtumalennolla EGT-arvot nousivat.

### 1.18.3 Lentokoneen lentokäsikirja

Tämän PA-28R-200 -lentokonetypin lentokäsikirja oli viimeksi päivitetty lokakuussa 2005. Käsikirjassa ei ollut ohjeistusta moottorin imuilman varajärjestelmän käyttämisestä

ruiskutussäätimen jäätymisen ennalta ehkäisemiseksi lennettäessä jäätymisen mahdollistavissa sääoloissa. Saman konetyypin myöhemmän version PA-28R-201 heinäkuussa 1995 päivytyssä lentokäsikirjassa on seuraava ohje: "The pilot should monitor weather conditions while flying and should be alert to conditions which might lead to icing. If induction system icing is expected, place the alternate air control in the ON position." Ilmavoimien käytössä olleen PA-28RT-201 suomenkielisessä käsikirjassa vastaava ohje on suomennettu seuraavasti: "Ohjaajan tulisi tarkkailla sään vaihteluja lennon aikana ja ottaa vakavasti huomioon jäätämiseen viittaavat olosuhteet. Mikäli imuilmajärjestelmän jäätymisen on odotettavissa, käännä varailmavipu PÄÄLLE asentoon".

PA-28R-200 ja PA-28RT-201 lentokoneiden imuilma- ja polttoainejärjestelmät ovat samanlaiset.





## 2 ANALYYSI

### 2.1 Lennon valmistelu ja tapahtumat lennolla

Tarkastuslento oli tarkoitus toteuttaa mittarilentosuunnitelman mukaan enimmillään 4000 jalan korkeudessa. Piper Arrow II on hyväksytty kesä-IFR lentotoimintaan ei-jäätävissä olosuhteissa. Lennon valmistelussa ohjaajat eivät tutustuneet merkittävään sään karttaan (SWC) eivätkä yleisilmailun sääennusteeseen (GAFOR). Niissä ennustettiin kohtalaista jäätämistä pilvessä sekä lumi- ja räntäsadekuuroja. Noin 50 min ennen lentoa lähtöä vallitseva pilvikorkeus Helsinki-Vantaalla oli 700 jalkaa (210 m) ja lämpötila kolme astetta. Säätietojen perusteella lennon toteuttamisajankohtana pilvessä vallitsivat jäätämislle otolliset olosuhteet, joihin konetyyppiä ei ollut hyväksytty.

Mittarilentosuunnitelmat lennoille teki tarkastuslentäjä. Tapahtumalennolle ei tehty massa- eikä massakeskiö-laskelmaa, jotka tulee tehdä kaikille lennoille. Lennon aikana tarkastuslentäjä hoiti radiopuhelinliikenteen hätäkutsua lukuun ottamatta. Lennonvalmistelun yhteydessä tarkastuslentäjän tulee todeta muun muassa tarkastettavan kyky tehdä lentosuunnitelma sekä massa- ja massakeskiö-laskelma. Lisäksi lennon aikana tulee todeta tarkastettavan kyky hoitaa radiopuhelinliikenne.

Lento sujui suunnitellusti, kunnes ohjaajat alkoivat hakeutua simuloituun VOR/DME-lähestymiseen. Tällöin sylinterin nro 3 pakokaasun lämpötila alkoi vaihdella nousten muiden sylintereiden lämpötiloja korkeammaksi. Lämpötilan vaihtelulla ei ollut vaikutusta moottorin käyntiin. Vaihtelu on voinut johtua moottoriin imeytyneestä kosteudesta. Lämpötila palautui normaaliksi koneen lennettyä parempaan säähän ja kosteuden vähennyttä.

Lähestymisliu'un aloitus viivästyi, minkä seurauksena lentokone jäi suunnitellun liukukulman yläpuolelle. Tämän havaittuaan ohjaaja vähensi huomattavasti tehoa vajoamisnopeuden kasvattamiseksi, jolloin polttoaineen virtaus oli hyvin pieni. Samaan aikaan säätila huononi koneen lentäessä lumisateeseen. Noin 1300 jalan korkeudessa lentokone saavutti normaalin liukukulman, jolloin ohjaaja lisäsi moottoriin tehoa. Moottori ei vastannut ohjaajan tehon lisäykseen vaan sammui. Tarkastuslentäjä alkoi ohjata konetta ja aloitti toimenpiteet saadakseen moottorin käyntiin. Hän ohjasi konetta loppulennon ajan lähellä parhaan liitosuhteen nopeutta puihin kosketukseen saakka. Pakkolaskutoimenpiteitä ei ehditty tehdä käynnistysyritysten ja alhaisen korkeuden vuoksi.

Pakkolaskupaikan puusto oli korkea havumetsää. Laskupaikan vasemmalla puolella noin 100 metrin päässä oli lähes puuton hakkuuaukea. Ennen pakkolaskua kone ohitti GSM-maston 120 m sivuttaisetäisyydeltä noin 300 jalan (90 m) korkeudessa. Todennäköisesti huono näkyvyys osaltaan vaikeutti laskupaikan valintaa.



Kuva 6. Ilmakuva onnettomuusalueesta. Punainen viiva kuvaa lentorataa ilmassa ja musta viiva lentorataa maahan nähden. Kuvassa näkyy myös GSM-masto.

## 2.2 Sääolosuhteet lennon aikana

Ote Ilmatieteen laitoksen meteorologin sääanalyysistä onnettomuusalueella:

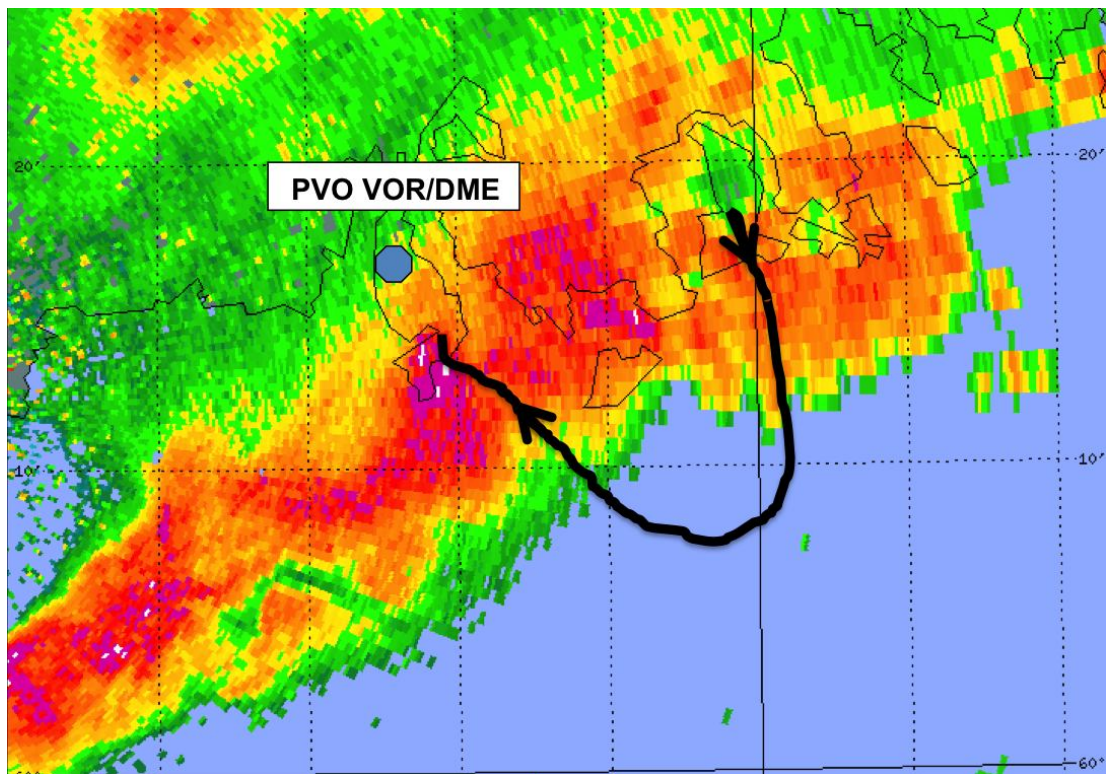
*Kuupilvien ulkopuolella sadenauhan eteläpuolella vallitsivat todennäköisesti VMC-olosuhteet pilven alarajan alapuolella, näkyvyys oli hyvä, yli 10 km, ja yhtenäisen pilven alaraja noin 2500–4500 jalkaa (750–1350 m). Sadenauhan kohdalla vallitsivat todennäköisesti mittarisääolosuhteet (IMC) kuupilven ylärajalta (noin 3 km) aina hyvin lähelle maanpintaa, siis myös pilven alarajan alapuolella. Tätä voidaan perustella seuraavasti:*

*Ennen kuuronauhan saapumista Emäsalossa on maanpintalämpötila ollut noin +2,5 astetta, mutta putosi sateen aikana noin +0,4 asteeseen. Käyttämällä ICAO:n standardiilmakehän lämpötilan muutosta 6,5 astetta / 1000 metriä voidaan lämpötilan nollarajan arvioida pudonneen sateen yhteydessä korkeudesta 1300 jalkaa (390 m) alimmillaan noin 200 jalkaan (60 m). Nollarajan yläpuolella mahdollinen sade on olomuodoltaan lunta tai lumirakeita ja nollarajan alapuolella maanpintaa kohti siirryttäessä aluksi kosteaa lunta, sitten räntää ja lopulta vettä, mikäli sadepartikkeleilla on riittävästi aikaa sulamiin ennen kuin ne kohtaavat maan. Lisäksi Helsinki-Vantaan lentoaseman METAR-sanomien mukaan lumi- tai räntäkuurot ovat tässä säätilanteessa olleet vielä mahdollisia +3 asteen lämpötilassa kastepisteen ollessa +1 astetta.*

*Koska maanpintahavaintojen mukaan näkyvyys on huonoimmillaan sateen yhteydessä ollut 3–6 km, niin perustellusti voidaan olettaa, että korkeudella 1000–2000 jalkaa (300–600 m) näkyvyys on ollut tätä selvästi huonompi. Sade on ylemmäksi siirryttäessä voimakkaampaa, koska haihtuminen ei vielä ole vaikuttanut sadepartikkeleihin niin voimakkaasti. Sade on ylempänä olomuodoltaan enimmäkseen lunta tai lumirakeita. Samalla sateen voimakkuudella näkyvyys on lumisateessa selvästi huonompi kuin vesisateessa. Esimerkiksi sateen voimakkuudelle 4 mm/h, näkyvyys vesisateessa on noin 4 km, mutta lumisateessa alle 1 km. Säättökamittauksen mukaan sadenauha näytti voimistuneen hieman sääasemien ylityksen jälkeen. Tämän jälkeen sadenauha eteni Emäsaloa kohti ja sen ylitse.*

Alue-ennusteessa ennustettiin heikkoa räntäsadetta. Ennusteesta poiketen rannikkoalueelle muodostui kuitenkin voimakas sadekuuronauha. Emäsalossa olleiden henkilöiden mukaan näkyvyys ennen onnettomuutta räntäsateessa oli ajoittain lähes olematon.

Lentokoneen matkustajan mukaan lunta satoi ennen onnettomuutta, mutta suoraan alapuolella maa oli näkyvissä. Tarkastuslentäjän muistikuvan mukaan lentosää pysyi hyvänä koko loppulennon ajan. Hän ei muista havainneensa sadekuuroa tai huononevaa näkyvyyttä. Ohjaajalla oli lennon aikana edessään näkyvyyttä ulos rajoittava levy. Hän keskittyi lähestymislentoon mittareiden avulla, joten hänen havaintomahdollisuutensa olivat rajoitetut.



Kuva 7. Lentoreitti ja sadealue klo 11.30.

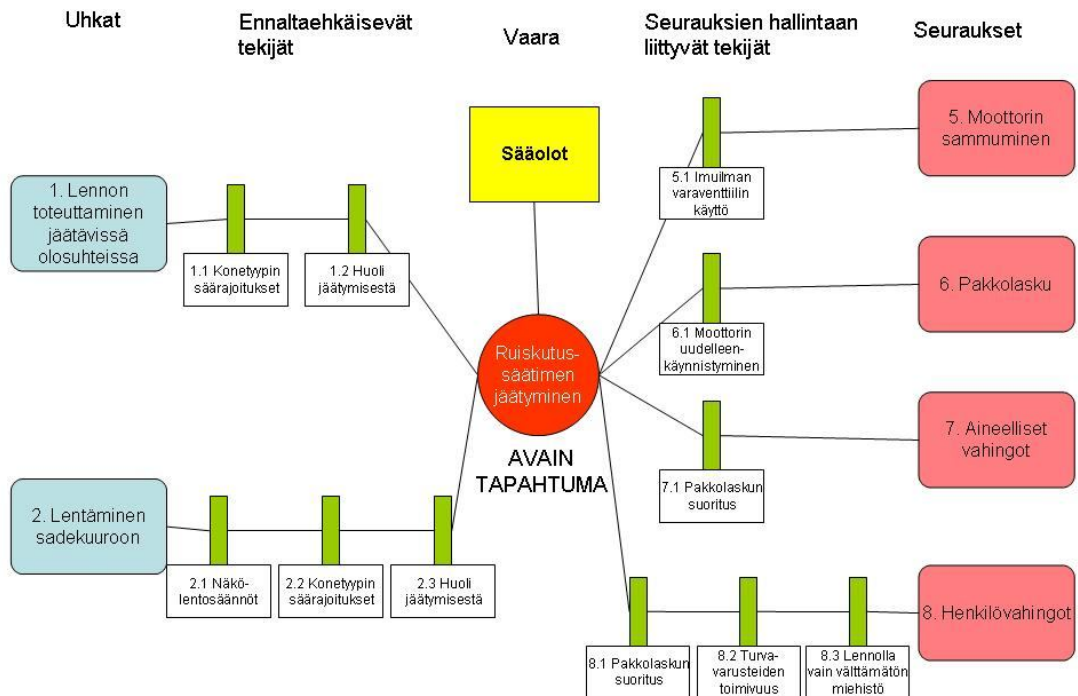
## **2.3 Inhimilliset tekijät ja päätöksenteko**

### **2.3.1 Bow Tie -malli**

Syyn analyysia varten onnettomuustilanteesta muodostettiin ns. Bow Tie -mallin mukainen kuvaus (kuva 8.). Bow Tie -malli kuvaa onnettomuustapahtuman järjestelmänä, jonka osia ovat vaara, avaintapahtuma, uhkat, seuraukset sekä uhkien toteutumista estävät ja seurausten hallintaan liittyvät tekijät (suojamuurit). Vaara on tilanteessa läsnä oleva tekijä, joka hallitsemattomana voi aiheuttaa haittaa. Vaara voi olla esimerkiksi energianlähde, materiaali, olosuhde tai esine. Ilmailussa tyypillisiä vaaroja ovat esim. toinen lentokone, sää, maanpinta tms. Avaintapahtuma puolestaan on tilanne, jossa vaaran hallinta menetetään. Avaintapahtumassa vaara tulee todeksi. Uhkat ovat tapoja, joiden kautta vaaratekijä voi realisoitua. Uhkat johtavat avaintapahtumaan ellei sitä ennaltaehkäisevien tekijöiden (suojamuurien) toimesta estetä.

Ennaltaehkäisevät tekijät voivat olla esimerkiksi sääntöjä, toimintatapoja, laitteita tai henkilöitä, joiden tehtävänä on katkaista onnettomuusketjun eteneminen avaintapahtumaan. Seuraukset puolestaan kuvaavat avaintapahtuman toteutumisen vaikutuksia. Seuraukset ovat onnettomuusketjun päätepiste. Seurauksien hallintaan liittyvät tekijät puolestaan pyrkivät ehkäisemään tai lieventämään avaintapahtuman vaikutuksia.

Bow Tie -mallin avulla voidaan havainnollistaa, miten järjestelmään sisältyvä vaara uhkien kautta avaintapahtumassa "vapautuu" ja johtaa seurauksiin. Onnettomuuden syyn selvittämisen kannalta keskeistä on tunnistaa järjestelmään sisältyneet uhkat ja ennaltaehkäisevät tekijät sekä arvioida ennaltaehkäisevien tekijöiden toimintaa kyseisessä tilanteessa.



Kuva 8. Bow Tie -malli.

Kyseisessä tilanteessa vaaran muodostivat lennon aikana vallinneet sääolot. Lentotoiminnassa sään aiheuttama vaara voidaan hallita ottamalla sen asettamat rajoitukset huomioon päätöksenteossa lentoa suunniteltaessa sekä lennon aikana. Tilanteeseen nähden virheelliset tai puutteelliset päätökset muodostavat uhkia, joiden kautta sääolojen muodostama vaara voi toteutua. Kyseisessä tilanteessa kaksi keskeistä päätöstä johti avaintapahtumaan eli sääoloista johtuvaan koneen polttoaineen ruiskutusjärjestelmän jäätymiseen: lennon toteuttaminen jäätävissä olosuhteissa ja lentäminen sadekuuroon viimeisen lähestymisharjoituksen yhteydessä. Seuraavassa pohditaan näiden päätösten perusteita sekä tekijöitä, jotka olisivat voineet ehkäistä tapahtumaketjun etenemisen. Numeroinnilla viitataan Bow Tie -mallin osiin.

### 2.3.2 Lennon toteuttaminen jäätävissä olosuhteissa

Lento päätettiin toteuttaa olosuhteissa, joissa säätietojen mukaan kohtalainen jäätäminen oli mahdollista. Konetyyppejä ei ollut hyväksytty toimintaan jäätävissä olosuhteissa (1.1). On epäselvää, missä määrin ohjaajat olivat tietoisia vallitsevasta säätilasta, mutta oletettavasti heidän käsityksensä ei ollut paras mahdollinen. Lentäjät eivät olleet lennonvalmistelun yhteydessä tutustuneet merkittävän sään karttaan (SWC) eivätkä yleisilmailun sääennusteeseen (GAFOR), joista oli havaittavissa kohtalaisen jäätämisen mahdollisuus. Lentäjät tuskin mielsivät onnettomuuteen johtanutta ruiskutusjärjestelmän jäätymistä minkäänlaisena riskinä. Ruiskutusjärjestelmän jäätyminen on ilmeisen vähän tunnettu ilmiö, jota lentäjät eivät olleet koskaan kokeneet eivätkä pitäneet edes mahdollisena. Jäätymisvaarasta ei ollut mainintaa koneen lentokäsikirjassa.

Tiedon puutteeseen ja aikaisempaan kokemukseen perustunut käsitys ruiskutusjärjestelmän luotettavuudesta, puutteellinen käsitys säätilasta sekä kokemus lentämisestä

menestyksellisesti kyseisellä konetyypillä vaihtelevissa olosuhteissa ovat todennäköisesti johtaneet tarkastuslentäjän arvioimaan lennon toteutukseen liittyvät riskit todellista vähäisemmiksi (1.2). Lennon siirtämisestä toiseen ajankohtaan aiheutuvat ylimääräiset hankaluudet ovat myös saattaneet tukea päätöstä toteuttaa lento kyseisenä ajankohtana. Tarkastuslentäjän mittava lentokokemus on todennäköisesti lisännyt muiden lennolla olleiden luottamusta päätöksen perusteisiin sekä toisaalta tehnyt vaikeammaksi päätöksen kyseenalaistamisen.

### 2.3.3 Lentäminen sadekuuroon

Lento sujui ongelmitta viimeiseen ohjelmaan kuuluneeseen lähestymiseen asti. Ennen lähestymisen alkua sääolosuhteet olivat ilmeisesti melko hyvät, koska lentoa päätettiin jatkaa näkölentosääntöjen mukaan. Lähestymisen aikana kone lensi voimakkaaseen sadekuuroon, jossa vallinneet olosuhteet johtivat moottorin sammumiseen. Tutkintalautakunnan näkemyksen mukaan kuurossa vallitsivat IMC-olosuhteet mikä oli todennäköisesti havaittavissa myös koneesta käsin sekä jäätämislle alttiit olosuhteet mikä olisi ollut todettavissa lennon valmistelun yhteydessä. Näkölentosääntöjen mukaan lentäminen ei ole sallittua alle 1,5 km näkyvyydessä (2.1) eikä konetta ollut hyväksytty lentämään jäätämislle alttiissa olosuhteissa (2.2). Tilanteessa uhkan muodosti tarkastuslentäjän päätös jatkaa lähestymistä kuuroon.

Ihmiselle on tyypillistä taipumus jatkaa aloitettua toimintaa alkuperäisen suunnitelman mukaan vaikka muuttuvat olosuhteet puhuisivatkin suunnitelman muuttamisen tai toiminnan keskeyttämisen puolesta. Tämä tiedostamaton taipumus estää huomioimasta sellaista informaatiota, jonka perusteella alkuperäistä suunnitelmaa tulisi muuttaa. Taipumus vaikuttaa päätöksentekoon erityisen voimakkaasti toiminnan lähestyessä loppuun (esim. lennon loppulähestymisvaiheessa). Taipumuksen vaikutusta vahvistavat edelleen suunnitelman muuttamisesta aiheutuvat kielteiset seuraukset (ajallinen ja/tai taloudellinen tappio) mitkä liittyvät hyvin tyypillisesti kaupalliseen ilmailuun. Liikennelentäjien toimintaa tutkittaessa onkin todettu, että alttius jatkaa lentoa ukkoskuurojen ympäröimälle määräkentälle kasvaa sitä suuremmaksi mitä lähempänä määräkentää ollaan. Kokemuksen myötä syntynyt käsitys onnettomuuksien epätodennäköisyydestä johtaa tiedostamatta siihen, että tilanteessa koettu riski asettuu todellista alhaisemmalle tasolle ja saattaa jopa johtaa muodollisten sääntöjen venyttämiseen tai rikkomiseen. Kokeneilla lentäjillä on yleensä runsaasti kokemuksia lennon saattamisesta loppuun menestyksellisesti huonoissakin sääolosuhteissa. Onnettomuuksiin tai vakaviin läheltä-piti-tilanteisiin joutuminen on sen sijaan paljon harvinaisempaa.

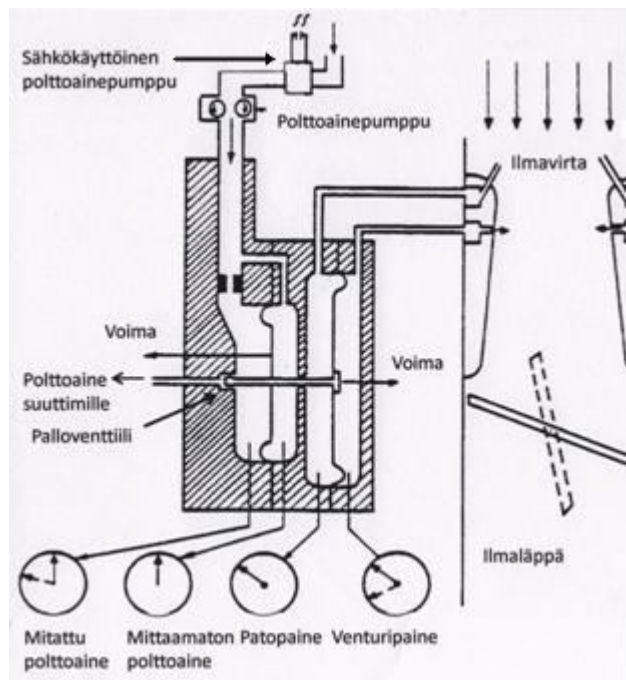
Tarkastuslennon keskeyttämisestä ei olisi aiheutunut merkittäviä taloudellisia menetyksiä. Lento oli kuitenkin loppuillaan ja viimeisen lähestymisen keskeyttäminen olisi johtanut järjestylihin lennon uusimiseksi myöhempänä ajankohtana. On mahdollista, että edellä kuvattu päätöksentekotaipumus vaikutti tarkastuslentäjän päätökseen jatkaa lähestymistä sään aiheuttamasta vaarasta ja näkölentosääntöjen rajoituksista huolimatta. Tarkastuslentäjällä oli runsaasti kokemusta lentämisestä menestyksellisesti vaativissa olosuhteissa myös polttoaineen ruiskutuksella varustetulla moottorilla, mikä on saattanut vaikuttaa hänen käsitykseensä tilanteen todellista vähäisemmästä riskialttiudesta (2.3).

## 2.4 Imuilman varaventtiilin toiminta

Tutkimuksen yhteydessä imuilmaputkisto muutettiin siten, että ilmansuodatin poistettiin ja suodatinkoteloon johtavaan putkeen kiinnitettiin testiä varten valmistettu säätöläppä. Säätöläppän asentoa voitiin muuttaa portaattomasti täysin auki -asennosta täysin kiinni -asentoon. Moottoria käytettiin joutokäynniltä maksimiteholle saakka, jona aikana säätöläppä oli ajoittain täysin suljettuna. Koekäytön aikana varailmaventtiilin käsikäyttövipu (Alt air) oli lähtökohtaisesti kiinni-asennossa.

Koekäyttö osoitti, että moottori pysyy käynnissä kaikilla tehoasetuksilla, vaikka ilmansuodatin tukkeutuisi täysin. Varailmaventtiili avautuu automaattisesti imuputken alipaineen kasvaessa riittävästi ja se on avattavissa myös mekaanisesti ohjaamosta. Varailmaventtiilin avauduttua moottori saa imuilman moottoritulasta. Ilma moottoritulassa on moottorin jäähdytyksessä lämmennyttä ilmaa. Varailmaventtiilissä ei ole ilmansuodatinta.

## 2.5 Bendix RSA-5AD1 -ruiskutussäätimen toimintaperiaate



Kuva 9. Bendix-ruiskutussäätimen kaavio. Kuvasta puuttuvat joutokäyntiventtiili (teho-säätö) ja seoksensäätimen venttiili sekä yhdysvipu ilmaläpystä (kaasuläppä) joutokäyntiventtiiliin. *Kuva: Precision Airmotive Corporation.*

Tämän konetyypin polttoainesäädin on toimintaperiaatteeltaan ilmamäärämittari, jonka tehtävänä on syöttää polttoainetta oikeassa suhteessa moottoriin virtaavaan ilmaan nähden. Mikäli ilmamäärämittaus toimii virheellisesti, sääty ruiskutettava polttoainemäärä myös virheellisesti. Väärästä seossuhteesta, joka on joko liian laiha tai liian rikas, seuraa moottorin käyntihäiriö tai jopa sammuminen.

Ilmamäärää mitataan säätimen kurkussa olevalla venturilla ja ilman tulosuuntaan suunnatulla neljällä pitotputkella. Kaaviokuvassa venturin synnyttämä alipaine vaikuttaa ilmakalvon oikealla puolella ja pitotputkien paine kalvon vasemmalla puolella. Näiden paineiden vaikutuksesta syntynyt voima siirtää kalvoa ja sen akselia oikealle. Akselin vasemmassa päässä on polttoainevirtausta suuttimille säätävä palloventtiili.

Akseliin on kiinnitetty myös toinen kalvo. Sen oikealla puolella vaikuttaa polttoainepumpun paine (mittaamaton polttoaine) ja vasemmalla puolella tehovivun säätämän venttiilin kautta virtaava polttoaineen paine (mitattu polttoaine). Tämä venttiili on yhdistetty vivulla (ei näy kaaviokuvassa) säätimen kurkussa olevaan ilmaläppään. Näin tehovivua käytettäessä polttoaine-ilmasuhde pysyy vakiona. Polttoainepumpun paine (mittaamaton polttoaine) pyrkii siirtämään akselia vasemmalle eli palloventtiiliä kiinni, ja tehovivulla käytetyn joutokäyntiventtiilin (tehonsäätö) kautta tuleva paine (mitattu polttoaine) palloventtiiliä auki. Pumpun paine on muita paineita suurempi, joten palloventtiili pyrkii sulkeutumaan. Mikäli ilmakalvolle ei tule säätöpaineita venturin ja patopaineputkien kautta, polttoaineen virtaus pienenee ja seos laihenee.

## 2.6 Ruiskutussäätimen jäätyminen

Ruiskutussäädin on osoittautunut luotettavaksi eikä se ole herkkä jäätymiselle verrattuna perinteiseen kaasuttimeen. Säätimen rakenne muistuttaa kuitenkin kaasutinta, koska siinä on venturi. Venturiputkessa virtausnopeus lisääntyy ja lämpötila laskee, mikä mahdollistaa jäätyksen tietyissä lämpötila- ja kosteusoloissa.

Moottorin pysähtymiseen johtanut häiriötila oli alkanut klo 11.29.51, jolloin EGT-arvot kohosivat suuriksi. Ruiskutussäädin oli syöttänyt moottoriin liian vähän polttoainetta ilmamäärään nähden, minkä seurauksena polttoaine-ilmaseos oli muodostunut liian laihaksi. Ruiskutussäädin todettiin onnettomuuden jälkeen toimintakuntoiseksi. Tutkintalautakunta pitää todennäköisenä, että toimintahäiriön oli aiheuttanut polttoainesäätimen muodostunut jää. Kysymyksessä ei ole ollut ilmansuodattimen tai imuputkiston tukkeutuminen lumesta tai jäätystä, koska seossuhde ei ole ollut rikas, vaan laiha, josta osoituksena olivat korkeat EGT-lämmöt ja puhtaat sytytystulpat. Säätöalueella oli hyvin otollinen moottorin imujärjestelmän jäätymiselle. Alueella satoi lunta, räntää, rakeita ja mahdollisesti myös vettä. Lämpötila vaihteli lentokorkeudesta riippuen nollan ja muutaman pakkasasteen välillä.

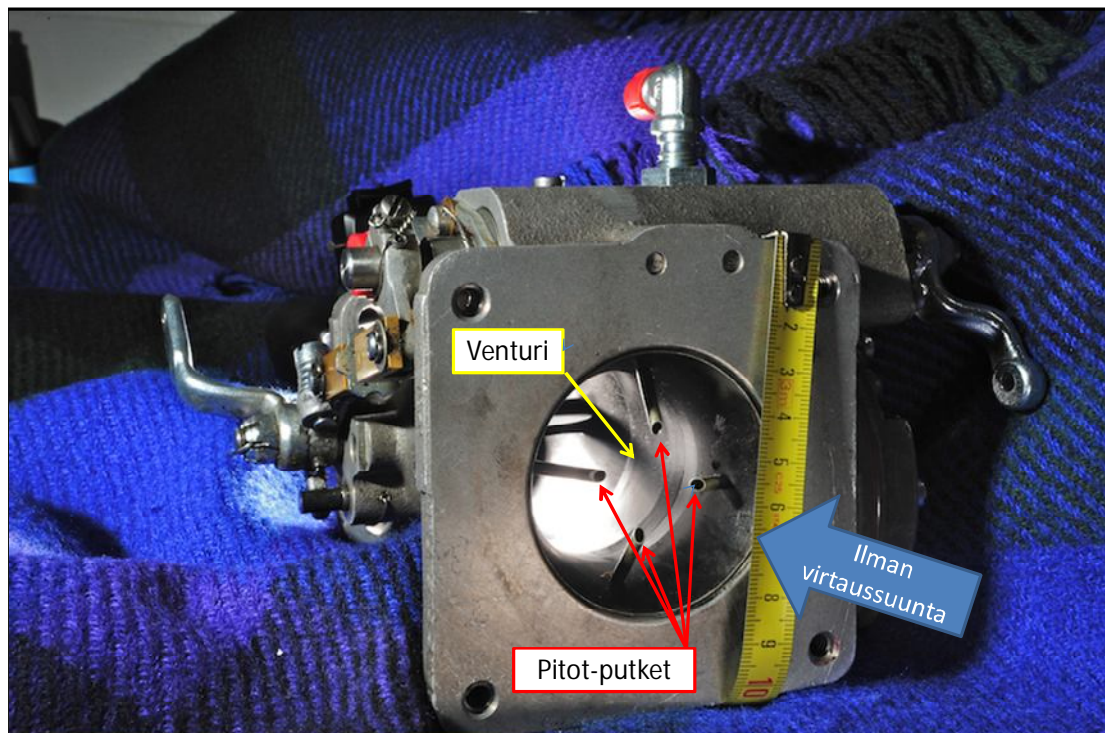
Säätietojen ja lentoreitin perusteella lento oli tapahtunut jo ennen moottorihäiriötä jäätymiselle otollisissa oloissa. Moottorin ilmanottoon oli kulkeutunut vettä kaikissa sen olomuodoissa. Lumi ja rakeet olivat jääneet ilmansuodattimeen, mutta vettä oli imeytynyt moottoriin saakka. Onnettomuuden jälkeisenä päivänä vettä havaittiin ilmansuodattimen sisäpuolella. Vettä löytyi myös moottorin purkamisen yhteydessä neljä vuorokautta onnettomuuden jälkeen imuputkien liitoksissa ja imuilman jakokammiossa (öljypohjan alapuolella). Ruiskutussäätimen ilmakalvon venturipaineen kammiossa olevassa joutokäyntijousessa havaittiin korroosiota. Nämä havainnot osoittavat, että ruiskutussäätimen läpi on lennon aikana kulkeutunut vettä. On todennäköistä, että polttoainesäätimen venturiin, pitot-putkiin tai molempiin oli muodostunut jäätä.



Ruiskutussäätimen jäämistä on todennäköisesti tapahtunut jo hieman aikaisemmin, mutta se näkyi häiriönä vasta tilanteessa, jossa ohjaaja vähensi tehoa lisätäkseen vajoamisnopeutta. Tällöin "mitatun polttoaineen" paine laski. Jäätyminen seurauksena ilmakalvon toiminta oli häiriytynyt, minkä vuoksi "mittaamattomalle polttoaineelle" ei syntynyt riittävää palloventtiiliä auki pitävää vastavoimaa ja polttoaine-ilmaseos muuttui liian laihaksi.

Ruiskutussyöttöisissä lentomootoreissa ei ole imuilman esilämmitysjärjestelmää kuten kaasutinmootoreissa, mutta niissä on imuilman varajärjestelmä. Tässä lentokonetyypissä on automaattisesti avautuva ilmaläppä ilmansuodattimen tukkeutumisen varalta. Lisäksi läppä voidaan avata käsikäyttöisesti. Varailmaventtiilin avauduttua moottori saa sylinterien jäähtyöksessä lämmennyttä kuivaa ilmaa moottoritolasta. Varajärjestelmää käytettäessä ruiskutussäätimeen ei voi muodostua jäätä.

Tarkastuslentäjän kertoman mukaan hän valitsi moottorin sammuttua imuilman varajärjestelmän (Alt air) hetkeksi auki-asentoon. Moottorihäiriötapauksessa hätätoimenpideohjeiden mukaan varailmaventtiili avataan ja jätetään auki, kunnes moottori on käynnistynyt. Näin menetellen moottorin käynnistymiselle olisi voinut olla paremmat edellytykset. Aikaa maahantörmäykseen oli jäljellä noin minuutti. Tutkintalautakunnalla on tiedossa tapaus, jossa raesateessa lennettäessä moottori pysähtyi varoituksetta, mutta varailmanoton avaamisen jälkeen käynnistyi nopeasti.

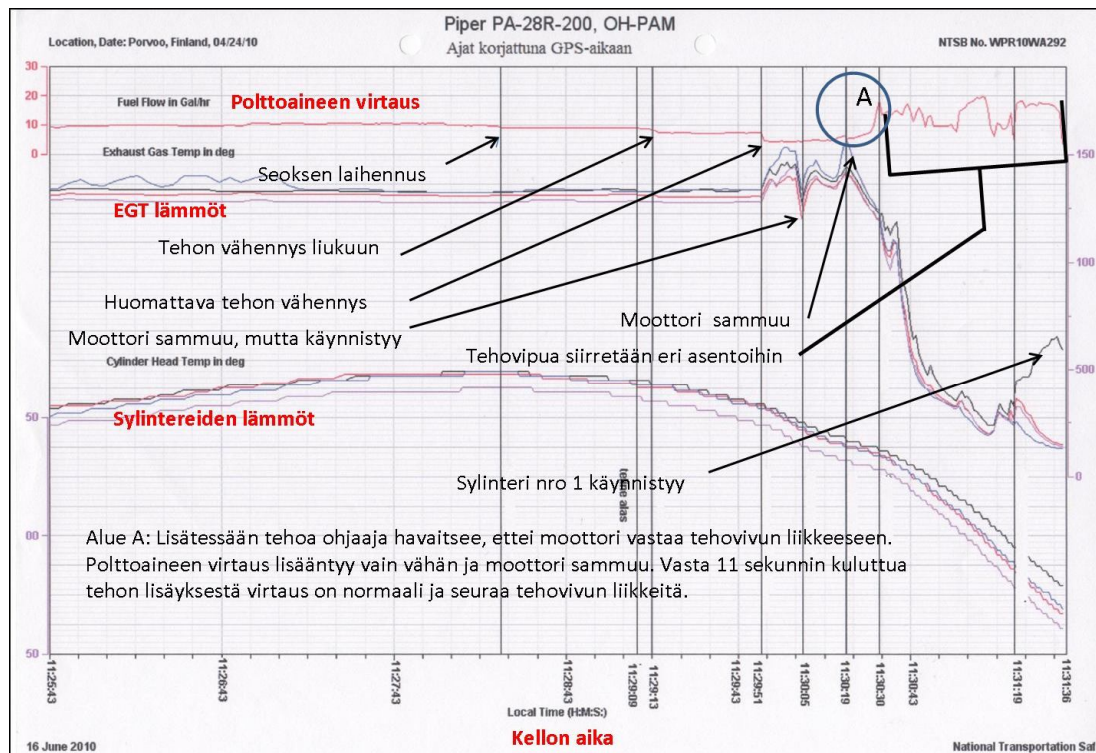


Kuva 10. Bendix RSA-5AD1 polttoaineen ruiskutussäädin.

## 2.7. Moottoriarvojen tarkastelu

Moottorin käyntihäiriön syytä selvitetessä tärkeimpänä apuna olivat moottorin valvontajärjestelmään (EDM) tallentuneet toiminta-arvot. Käytävissä olivat myös tapahtumahetken säätiedot sadetutkakuvineen ja lentoratatiedot (GPS-tiedot).

Moottorin toiminta-arvojen lukutarkkuutta lisäsi se, että ohjaaja oli aloittaakseen seoksen laihennuksen painanut noin neljä minuuttia ennen onnettomuutta toiminta-arvojen valvontajärjestelmän LF-painiketta (Lean Find). Tämän seurauksena laite alkoi tallentaa moottoriarvoja neljän sekunnin sijasta yhden sekunnin välein lennon loppuun saakka.



Kuva 11. Moottorin toiminta-arvojen tulkinta lennon loppuvaiheessa.

Aikaisempien 31 lennon moottoriarvotallenteita verrattiin onnettomuuslennon arvoihin. Tällöin todettiin, että onnettomuuslennolla kaikki arvot olivat olleet normaaleissa rajoissa, kunnes noin 12 minuuttia ennen onnettomuutta oli havaittavissa ensimmäiset merkit moottorin epänormaalista toiminnasta. Tuolloin sylinterin nro 3 pakokaasun lämpö (sininen käyrä) kohosi muita korkeammaksi. Noin seitsemän minuutin kuluttua lämpötila palautui muiden tasolle. On todennäköistä, että poikkeava EGT oli aiheutunut sylinterin alemmassa sytytystulpassa havaitusta lyijykarstasta, joka aiheutti sytytystulpan toimintahäiriön. Vain yhden sytytystulpan sytyttämänä polttoaine-ilmaseos palaa niin hitaasti, että pakoventtiilin avauduttua normaalia kuumempi pakokaasu on virrannut pakoputkeen ja EGT-anturille. Tällä ilmiöllä ei ollut havaittavaa merkitystä moottorin toimintaan.

Ennen liu'un aloittamista klo 11.28.23 polttoaine-ilmaseosta oli laihennettu vähän, arvoista 10,5 gal/h arvoon 9 gal/h. Lentokoneen sähköjärjestelmän jännitettä kuvaavasta käy-



rästä (ei ole oheisessa kuvassa) näkyi, että klo 11.29.09 laskuteline oli otettu ulos. Moottorin tehoa oli vähennetty klo 11.29.13 niin, että virtaus oli laskenut arvoon 7 gal/h, joka on normaaliarvo liukuteholla. Sylinterien lämpötilat (CHT) olivat laskussa ja muutkin indikaatiot vastasivat kyseisen lentotilan normaaliarvoja.

Liu'un jatkuessa klo 11.29.51 (1 min 45 s ennen onnettomuutta) on nähtävissä merkittävä polttoaineen virtauksen pieneneminen arvoon 4,5 gal/h. Samalla EGT-käyrät nousivat nopeasti, mikä oli seurausta laihasta polttoaine-ilmaseoksesta kaikissa sylintereissä. Sen sijaan vertailulennolla samassa tilanteessa EGT-arvot laskivat normaaliin tapaan. Nopea tehon vähennys oli tehty, koska lähestymisliukua oli tarve jyrkentää.

Kello 11.30.05 moottori on sammunut, mutta käynnistynyt välittömästi uudelleen. Tätä ohjaaja ei ole huomannut potkurin pyöriessä tuulimyllynä. Saavutettuaan oikean liukukulman, ohjaaja alkoi lisätä tehoa klo 11.30.19. Tällöin hän havaitsi, ettei moottori reagoi tehovivun liikkeeseen. EGT-käyrästä näkyy, että moottori on tuolloin tehonlisäyksen yhteydessä sammunut. Tämän jälkeen tehovipu on todennäköisesti työnnetty täysin eteen. Polttoainevirtaus kasvoi hyvin suureksi (18,4 gal/h), mutta vasta 11 sekunnin kuluttua. Aikaisempien lentojen suurimmat virtausarvot ovat olleet noin 17 gal/h. Tässä vaiheessa moottori oli sammuneena potkurin jatkaessa pyörimistä tuulimyllynä. Mikäli tehovipu oli siirretty täyden tehon asentoon normaalinopeudella (noin 3 s), polttoaineen virtauksen lisääntyminen maksimiarvoon oli tapahtunut poikkeuksellisen hitaasti, 11 sekunnissa.

Hidas virtauksen lisääntyminen on todennäköisesti seurausta polttoainesäätimessä olleesta jäästä. Saavutettu korkea polttoaineen virtaus edellyttää, että säätimen ilmakalvo on alkanut toimia ja avannut palloventtiilin täysin auki. Tämä taas edellyttää jään sulamista säätimestä. Tarkastuslentäjän kertoman mukaan hän valitsi imuilman varajärjestelmän (Alt air) hetkeksi auki-asentoon. Mahdollisesti tuolloin jäätä oli irronnut polttoainesäätimestä.

EGT-käyrästä näkyy, että moottorin ollessa sammuneena sylinterissä nro 1 on tapahtunut polttoaine-ilmaseoksen palamista viimeisen 17 sekunnin aikana. Tätä osoittaa myös sylinterin nro 1 sytytystulppien muita tummempi väri. Kaikkien muiden sylinterien sytytystulppien eristeiden väri oli hyvin vaalea, mikä on osoitus laihasta polttoaine-ilmaseoksesta. EGT-käyrässä näkyy muutamia lämpöpiikkejä, jotka viittaavat satunnaiseen palamiseen mahdollisesti osittain pakokanavassa. Tällöin yleensä kuuluu paukahduksia (backfire). Tällaisia ääniä olivat kuulleet maassa olleet henkilöt.

Jännitekäyrästä voitiin päätellä potkurin pyörineen tuulimyllynä, koska generaattori oli tuottanut täyden 13,9 V jännitteen lennon loppuun saakka.

Moottorin sammuttua sen uudelleenkäynnistämisessä ei onnistuttu. Polttoaineen virtauskäyrä osoittaa, että virtaus on ollut viimeisen minuutin aikana varsin suuri, eli tehovivua on liikuteltu enimmäkseen suuren tehon alueella potkurin pyöriessä tuulimyllynä. Koska potkurin pyörimisnopeus oli alhainen, moottorin käynnistyminen olisi edellyttänyt tehovivun siirtämistä pyörimisnopeutta vastaavalle alueelle. Tällöin polttoaine-ilmaseos olisi muodostunut palamiskelpoiseksi ja moottori olisi saattanut käynnistyä. Virtaus- ja

EGT-käyristä voidaan havaita, että virtauksen ollessa hetkellisesti alhaisempi (tehovipu taaksepäin vedettynä) sylintereissä on tapahtunut seoksen syttymistä.

## **2.8 Lentokoneen lentokäsikirja**

PA-28R-200-lentokoneen lentokäsikirjasta puuttuu ohje moottorin imuilmaman varajärjestelmän käyttämisestä ruiskutussäätimen jääntymisen ennalta ehkäisemiseksi lennettäessä jääntymisen mahdollistavissa sääoloissa. Myöhemmän version lentokäsikirjassa on kyseinen ohje. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan moottori ei olisi sammunut, mikäli ohje olisi ollut onnettomuuteen joutuneen koneen lentokäsikirjassa ja sitä olisi noudatettu.

Tutkintalautakunnan mielestä PA-28R-200-koneen lentokäsikirjaa olisi tullut päivittää uudempien versioiden käsikirjojen kaltaiseksi, koska näiden lentokoneiden imuilmajärjestelmät ovat samanlaiset, joten myös jääntymisriskit ovat samat.

Lentäjillä on varsin yleisesti käsitys, ettei ruiskutussäädin jäädy. Tämä käsitys oli myös onnettomuuslennolla olleella tarkastuslentäjällä. Tutkintalautakunta pitää todennäköisenä, että virheellinen käsitys johtuu osaltaan siitä, että lentokäsikirjassa ei ole varoitusta tai mainintaa jääntymisen mahdollisuudesta. Toisena syynä virheellisen käsityksen muodostumiseen voi olla se, että ruiskutussäätimen vakavia jääntymisiä tapahtuu varsin harvoin ja lievempiä käyntihäiriöitä ei ole osattu yhdistää jääntymiseen.



### 3 JOHTOPÄÄTÖKSET

#### 3.1 Toteamukset

1. Tarkastuslentäjällä oli voimassa olevat lentotehtävään vaadittavat asiakirjat.
2. Ohjaajalla oli voimassa olevat lentotehtävään vaadittavat asiakirjat. Lääketieteelliseen kelpoisuustodistukseen liittyen ohjaaja ei ollut ilmoittanut ilmailulääkärille tai ilmailuviranomaiselle lääkitystä vaativasta aikuistyyppin diabeteksestä. Sairaudella ei ollut merkitystä onnettomuuden syntymiselle.
3. Lentokoneella oli rekisteröimistodistus, lentokelpoisuustodistus ja todistus lentokelpoisuuden tarkastamisesta. Huoltotoiminnan tarkastelussa havaittujen puutteiden vuoksi lentokone ei ollut ilmailunormien mukaan lentokelpoinen.
4. Lento oli tarkastuslento mittarilentokelpuutusta varten. Tarkastuslentäjä toimi lennon päällikkönä.
5. Lennolle ei tehty massa- eikä massakeskiölaskelmaa.
6. Tutkintalautakunnan tekemän laskelman mukaan lentokoneen massa ylitti lento-olähtöhetkellä suurimman sallitun lentomassan noin 24 kg verran. Ylipainolla ei ollut vaikutusta onnettomuuden syntyyn.
7. Lennolla oli mukana matkustaja. Ilmailumääräyksen TRG M1-5 mukaan tarkastuslennolla ei saa olla mukana matkustajia.
8. Tarkastuslentäjä teki lennoista mittarilentosuunnitelmat ja hoiti radiopuhelinliikenteen hätäkutsua lukuun ottamatta.
9. Moottorihäiriön ilmetessä lennettiin simuloitua (HEL VOR/DME 33) lähestymistä käyttäen apuna Porvoon VOR-majakkaa.
10. Ohjaaja ja tarkastuslentäjä eivät tutustuneet merkitsevän sään karttaan (SWC) eivätkä yleisilmailun sääennusteeseen (GAFOR).
11. Suunnitellulle lentoreitille ja -korkeuksille oli ennustettu kohtalaista jäätämistä pilvessä. Piper Arrow II on hyväksytty kesä-IFR lentotoimintaan ei-jäätävissä olosuhteissa.
12. Lentokone oli lentänyt viimeiset noin neljä minuuttia sääoloissa, joissa lämpötila oli nollan ja muutaman pakkasasteen välillä. Tuolloin lentoreitillä esiintyi voimakasta lumi-, räntä- ja raesadetta.
13. Lisätäkseen vajoamisnopeutta lähestymisen aikana ohjaaja vähensi huomattavasti moottoritehoa.

14. Moottori sammui liu'un aikana noin 400 metrin korkeudella ohjaajan yrittäessä lisätä tehoa.
15. Moottorin uudelleen käynnistämisessä ei onnistuttu. Tämä saattoi johtua siitä, että tehovipua liikuteltiin pientä kierroslukua vastaavan tehoasetuksen sijaan enimmäkseen suuren tehon alueella.
16. Pakkolaskutoimenpiteitä ei ehditty tehdä ennen maahantörmäystä.
17. Tarkastuslentäjä teki pakkolaskun korkeaa puustoa kasvaneeseen metsään. Pakkolaskussa siivet irtosivat hidastaen koneen nopeutta. Runko pysyi pääosin muodossaan.
18. Vasemmalla etuistuimella istunut ohjaaja menehtyi ja oikealla etuistuimella istunut tarkastuslentäjä sekä oikealla takaistuimella istunut matkustaja vammautuivat vakavasti.
19. Oikean etuistuimen olkavyö ja oikean takaistuimen lantiovyö katkesivat. Vyöt olivat alkuperäiset ja valmistettu vuonna 1976. Kaikki koevedetyt vyöt täyttivät lujuusvaatimuksen vielä onnettomuudessa syntyneiden muodonmuutosten jälkeenkin.
20. Etsintätoimet käynnistyivät nopeasti. Tutkatietojen perusteella etsintähelikopteri löysi onnettomuuspaikan 30 minuutin kuluttua onnettomuudesta. Helikopterista laskeutunut pintapelastaja käynnisti ensiaputoimenpiteet.
21. Helikopterin löytäessä onnettomuuspaikan ensimmäiset pelastusyksiköt olivat noin 500 metrin etäisyydellä kohteesta lähimmän tieyhteyden päässä.
22. Etsintä- ja pelastustoimista ei ole huomautettavaa.
23. Moottorin polttoainesäätimeen oli muodostunut jäätä, jonka seurauksena polttoaine-ilmaseos oli laihentunut liikaa aiheuttaen tehoa lisättäessä moottorin sammumisen.
24. Lentokoneen lentokäsikirjassa ei ole ohjetta imuilman varailmaventtiilin käytöstä kylmissä ja kosteissa oloissa. Saman konetyypin myöhemmän version lentokäsikirjassa on ohje imuilmajärjestelmän jäätymisen ennalta ehkäisemiseksi.
25. Tutkintalautakunnan käsityksen mukaan moottori ei olisi sammunut, mikäli edellisen kohdan (24) ohje olisi ollut kyseisen lentokoneen lentokäsikirjassa ja sitä olisi noudatettu.
26. Lentokoneen teknisissä tutkimuksissa ei löydetty mitään sellaista teknistä vikaa, jolla olisi ollut vaikutusta onnettomuuteen.



### 3.2 Onnettomuuden syyt

Onnettomuuden syy oli lentokoneen moottorin sammuminen polttoainesäätimeen muodostuneen jään vuoksi ja sitä seurannut pakkolasku. Polttoainesäädin jäättyi, koska lentoa päätettiin jatkaa viimeisen lähestymisen yhteydessä sadekuuroon, missä vallitsivat jäätämislle otolliset olosuhteet.

Myötävaikuttavina tekijöinä olivat tarkastuslentäjän puutteellinen käsitys alueella vallinneiden sääolojen vaikutuksesta moottorin toimintaan sekä tarve saattaa lähes loppuunsa edennyt tarkastuslento päätökseen suunnitelman mukaisesti. Lisäksi PA-28R-200-koneen lentokäsikirjasta puuttuu ohje moottorin imuilman varajärjestelmän käyttämisestä ruiskutussäätimen jäätymisen ennalta ehkäisemiseksi lennettäessä jäätymisen mahdollistavissa sääoloissa.







## 4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

### 4.1 Toteutetut toimenpiteet

Tutkintalautakunta on lähettänyt 27.1.2011 Euroopan lentoturvallisuusvirastolle (EASA), Yhdysvaltain ilmailuviranomaiselle (FAA) ja Suomen ilmailuviranomaiselle (Trafi) tiedotteen puutteesta (esitetty kohdassa 4.2.), joka tutkinnan yhteydessä havaittiin PA-28R-200-koneen lokakuussa 2005 päivitettyssä lentokäsikirjassa. Tutkintalautakunta on julkaissut 27.1.2011 tiedotteen havaitusta puutteesta Onnettomuustutkintakeskuksen internet-sivuilla.

### 4.2 Turvallisuuksuosituksen

1. PA-28R-200-koneen lokakuussa 2005 päivitettyssä lentokäsikirjassa ei ole ohjeistusta moottorin imuilman varajärjestelmän käyttämisestä ruiskutussäätimen jääty-  
misen ennalta ehkäisemiseksi lennettäessä jäätyminen mahdollistavissa sääolois-  
sa. Saman konetyypin myöhemmän version PA-28R-201 heinäkuussa 1995 päivä-  
tyssä lentokäsikirjassa on ohjeet jäätyminen estävistä toimenpiteistä. Näiden lento-  
koneiden imuilmajärjestelmät ovat samanlaiset. Imuilman varajärjestelmän enna-  
koidulla käytöllä voidaan estää ruiskutussäätimen jäätyminen.

*Tutkintalautakunta suosittaa, että Yhdysvaltain ilmailuviranomainen (FAA) ryh-  
tyy toimenpiteisiin, joilla PA-28R-200-koneen lentokäsikirjaan lisätään varoitus  
ruiskutussäätimen mahdollisesta jäätymisestä ja ohje jäätyminen ennalta ehkäi-  
semiseksi kuten on tehty saman konetyypin myöhempien versioiden käsikirjois-  
sa.*

### 4.3 Muita huomioita ja ehdotuksia

Useiden moottorin sammumisesta johtuneiden pakkolaskujen tutkinnassa on selvinnyt, että uudelleenkäynnistystä yritettäessä tehovipu ei ole ollut potkurin pyörimisnopeutta vastaavalla alueella. Tällöin tehovivulle tulee etsiä sellainen pyörimisnopeutta vastaava asento, jossa polttoaine-ilmaseos muodostuu palamiskelpoiseksi ja moottori voi käynnistyä. Tämä koskee sekä kaasutin- että ruiskutussyöttöisiä moottoreita.

Helsingissä 23.05.2011

Hannu Halonen

Esko Lähteenmäki

Ismo Aaltonen

Hannu Aaltio