



# Harrasterakenteisen lentokoneen onnettomuus Tikkakoskella 17.4.2022



L2022-02

## ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus päätti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n toisen momentin nojalla tutkia 17.4.2022 Tikkakoskella tapahtuneen onnettomuuden, jossa harrasterakenteinen Monnett Sonerai I -tyyppinen lentokone törmäsi metsään ja lentokoneen ohjaaja menehtyi.

Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin DI, lennonopettaja Olli Borg ja jäseniksi erikoistutkija Juho Posio, lentokonemekaanikko Mikko Raatikainen sekä lentokonemekaanikko Jouni Rautio. Tutkinnanjohtaja oli johtava tutkija Janne Kotiranta.

Neste Oy:n polttoainelaboratorio antoi lausunnon tutkittavaksi toimitetuista polttoainenäytteistä. Konekorhonen Oy avusti magneeton ja sytytysjohtosarjan testaamisessa. Insta ILS Oy tutki kierroslukumittarin toiminnan. Ilmatieteen laitos toimitti säämallinnuksen. Rajavartiolaitoksen Vartiolentolaivueen ilma-aluskorjaamo avusti moottorin kansien testaamisessa.

Turvallisuustutkinnan tarkoituksena on yleisen turvallisuuden lisääminen, onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäiseminen sekä onnettomuuksista aiheutuvien vahinkojen torjuminen. Turvallisuustutkintaa ei tehdä oikeudellisen vastuun kohdentamiseksi.

Turvallisuustutkinnassa selvitetään tapahtumien kulku, syyt ja seuraukset sekä tehdyt pelastustoimet ja viranomaisten toiminta. Tutkinnassa selvitetään erityisesti, onko turvallisuus otettu riittävästi huomioon onnettomuuteen johtaneessa toiminnassa sekä onnettomuuden tai vaaran aiheuttajina taikka kohteina olleiden laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa, valmistuksessa, rakentamisessa ja käytössä. Lisäksi selvitetään, onko johtamis-, valvonta- ja tarkastustoiminta asianmukaisesti järjestetty ja hoidettu. Tarvittaessa on myös selvitettävä mahdolliset puutteet turvallisuutta ja viranomaisia koskevissa säännöksissä ja määräyksissä.

Tutkintaselostus sisältää selostuksen onnettomuuden kulusta, onnettomuuteen johtaneista tekijöistä ja onnettomuuden seurauksista sekä asianomaisille viranomaisille ja muille toimijoille osoitetut turvallisuussuositukset sellaisiksi toimenpiteiksi, jotka ovat tarpeen yleisen turvallisuuden lisäämiseksi, uusien onnettomuuksien ja vaaratilanteiden ehkäisemiseksi, vahinkojen torjumiseksi sekä pelastus- ja muiden viranomaisten toiminnan tehostamiseksi.

Onnettomuuteen osallisille sekä tutkittavan onnettomuuden alalla valvonnasta vastaaville viranomaisille on varattu tilaisuus antaa lausuntonsa tutkintaselostuksen luonnoksesta. Lausunnot on otettu huomioon tutkintaselostusta viimeisteltäessä. Yhteenvedo lausunnoista on tutkintaselostuksen lopussa. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

Tutkintaselostuksen on kääntänyt ja englanniksi TK Translations.

Tutkintaselostus ja tiivistelmä on julkaistu 7.6.2023 Onnettomuustutkintakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa [www.turvallisuustutkinta.fi](http://www.turvallisuustutkinta.fi).

Tutkinnan tunnus: L2022-02  
Tutkintaselostus 5/2023  
ISBN: 978-951-836-648-8 (PDF)

Kannen kuva: OTKES

# SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	2
1 TAPAHTUMAT .....	5
1.1 Tapahtumien kulku.....	5
1.2 Tapahtumat onnettomuuden jälkeen.....	6
1.3 Hälytykset ja pelastustoimet.....	7
1.4 Seuraukset.....	7
2 TAUSTATIEDOT .....	8
2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	8
2.1.1 Jyväskylän lentoasema .....	8
2.1.2 Lentokone.....	8
2.1.3 OH-XMA:n asiakirjat.....	10
2.1.4 Paikkatutkinta .....	12
2.1.5 Laitteasennusten tarkastelu.....	15
2.1.6 Moottorin vauriokartoitus .....	16
2.2 Olosuhteet .....	22
2.2.1 Lentosää .....	22
2.2.2 Ilmatieteen laitoksen mallinnus sääolosuhteista laskukierroskorkeudella.....	22
2.2.3 Sääolosuhteet ja kaasuttimen jäätyminen .....	23
2.3 Tallenteet.....	25
2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta.....	26
2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta.....	26
2.6 Pelastustoimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius .....	27
2.7 Sädökset, määräykset ja ohjeet.....	27
2.7.1 Harrasterakenteisia ilma-aluksia koskevat ilmailumääräykset .....	27
2.7.2 AIR M5-2 Harrasterakenteisten ilma-alusten rakentaminen.....	27
2.7.3 AIR M5-1 Harrasterakenteisten sekä tutkimus-, kokeilu- tai tieteellisiin tarkoituksiin valmistettujen ilma-alusten lentokelpoisuusvaatimukset .....	28
2.7.4 AIR M16-1 Kansallisten ilma-alusten lentokelpoisuusvalvonta .....	29
2.7.5 PEL M3-4 Ilma-alushuoltajan kansalliset vaatimukset .....	29
2.7.6 Jäätävissä olosuhteissa lentämistä ja kaasuttimen jäätymistä koskeva ohjeistus	30
2.8 Muut selvitykset .....	30
2.8.1 Polttoainetutkimukset.....	30
2.8.2 Polttoainehanan jälkeisen polttoainejärjestelmän tilavuus .....	31
2.8.3 Koekäytöt vastaavalla moottorilla .....	31
2.8.4 Kierroslukumittarin tutkimus .....	31

2.8.5	C 22/1998 L: Ultrakevyen lentokoneen lentovaurio Kymin lentopaikan läheisyydessä 26.9.1998.....	32
2.8.6	C 17/1999 L: Lentovaurio Viitasaaren lentopaikalla 4.8.1999 .....	32
2.8.7	C 11/2002 L: Ultrakevytlentokoneen onnettomuus Viitasaarella 16.11.2002 .....	33
2.8.8	L2014-02: Kahdeksan laskuvarjohyppääjän kuolemaan johtanut lento-onnettomuus Jämijärvellä 20.4.2014 .....	34
2.8.9	Kajaanin Monnet Sonerai II L -onnettomuus .....	34
3	ANALYYSI.....	35
3.1	Lentokone ja ohjaaja.....	35
3.2	Lennon valmistelu .....	38
3.3	Lento ja moottorihäiriö.....	38
3.4	Pakkolasku metsään.....	40
3.5	Etsintä- ja pelastustoimet .....	40
4	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	42
5	TURVALLISUUSSUOSITUKSET .....	44
5.1	Ilmailutiedotuksen OPS T1-18 tietojen saatavuuden varmistaminen .....	44
5.2	Ilma-aluksen harrasterakentajan osaamisen kehittäminen .....	44
5.3	Harrasterakenteisten ilma-aluksen lentokelpoisuuden tarkastaminen .....	44
	LÄHDELUETTELO .....	46
	YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA .....	47

# 1 TAPAHTUMAT

## 1.1 Tapahtumien kulku

Harrasterakenteisen lentokoneen OH-XMA ohjaaja oli 17.4.2022 lähdössä yksityiselle harjoituslennolle Jyväskylän lentoasemalta Tikkakoskella. Ohjaajan tarkoituksena oli lentää ainakin aluksi laskukierros ja tehdä läpilasku, lennon muusta suunnitellusta ohjelmasta ei ole tietoa. Ohjaaja ilmoitti kello 19.19 Jyväskylän lähilennonjohdon radiotaajuudella<sup>1</sup> rullaavansa hallilta kohti kiitotien 12 alkupäätä. Kello 19.22 ohjaaja ilmoitti rullaavansa kiitotielle 12, jonka jälkeen kello 19.24 hän ilmoitti aloittavansa lentoonlähdön kiitotieltä 12 ja liittyvänsä sen jälkeen laskukierrokseen.

Kello 19.25 hän ilmoitti siirtyvänsä oikealla kaarrolla kiitotien 12 oikeanpuoleiselle myötätuuliosalle<sup>2</sup>. Tässä vaiheessa arvioitu lentokorkeus oli noin 150 metriä maanpinnasta, joka oli selvästi matalampi kuin Tikkakosken lentokentän näkölähestymiskarttaan (VAC) merkitty korkeus. Ohjaajan kuitenkin tiedettiin tyypillisesti käyttävän matalaa laskukierroskorkeutta. Myötätuuliosan aikana, arviolta kello 19.26 lentokoneen moottoriin tuli käyntihäiriö ja se pysähtyi. Ohjaaja pyrki liittämään lentokenttäalueelle, mutta joutui tekemään pakkolaskun metsään lentokentän lounaispuolelle noin 300 m etäisyydelle lentokenttäalueesta. Pakkolaskussa lentokone törmäsi puihin ja ohjaaja menehtyi. Lentokone vaurioitui korjauskelvottomaksi.

Lennon tapahtumilla oli useita silminnäkijöitä, mutta havainnot koskivat moottorin käyntiäänien muuttumista tai häviämistä ja lentokoneen kaartamista kohti kenttäaluetta. Osa silminnäkijähavainnoista koski hetkeä aiemmin samassa paikassa lentänyttä toista lentokonetta. Myös kuulohavainnot moottorin käyntiäänestä lennolla vaihtelivat. Silminnäkijöistä kukaan ei nähnyt pakkolaskua eikä sitä pääsikö lentokone takaisin lentokenttäalueelle. Silminnäkijähavaintoihin perustuva OH-XMA:n oletettu lentoreitti on esitetty kuvassa 1.

---

<sup>1</sup> EFJY TWR (118.000). Lähilennonjohto oli tapahtuman aikaan suljettuna, mutta liikenneilmoitukset tehdään käyttäen lennonjohdon radiotaajuutta.

<sup>2</sup> Myötätuuliosana on laskukierroksen vaihe, jossa lennetään kiitotien vierellä laskusuunnan vastakkaisessa suunnassa. Myötätuuliosan lopussa kaarretaan laskuun kiitotielle. Tyypillisesti laskukierroksessa kaarretaan jokainen kaartto vasemmalle, mutta mikäli kaarretaan oikealle, puhutaan oikeasta myötätuuliosasta.



**Kuva 1.** OH-XMA:n oletettu lentoreitti. **Merkkipisteet:** 1. Ensimmäinen ilmoitus radioon kello 19.19. 2. Ilmoitus odotuspaikalla A kello 19.22. 3. Ilmoitus lentoonlähdöstä kiitotiellä 12 kello 19.24. 4. Oletettu ilmoituspaikka oikeasta kaarrosta kello 19.25. 5. Oletettu moottorin sammumiskohta. 6. Onnettomuuspaikka. (Kuva: Ortoilmakuva ©Maanmittauslaitos 2/2023, muokkaukset: OTKES)

## 1.2 Tapahtumat onnettomuuden jälkeen

Lentokentän lähistöllä olleet silminnäkijät havaitsivat lentokoneen liikehtimisen ja moottorin äänen olevan normaalista poikkeavaa. Havaintojen johdosta silminnäkijä soitti paikalliselle harrasteilmailijalle, joka kävi lähtöpaikalla tarkastamassa, oliko OH-XMA palannut lennolta. Koska lentokonetta ei löytynyt säilytyspaikaltaan, tämä päätti lähteä etsimään sitä ilmasta käsin kello 19.58. Harrasteilmailija kutsui kadonnutta lentokonetta useaan otteeseen radiolla, mutta ei saanut siihen yhteyttä. Hän jatkoi etsintöjä lentokentän lähialueella 20 minuutin ajan, kunnes palasi takaisin lentokentälle vähäisen polttoaineen takia. Kuultuaan, että harrasteilmailija ei ollut löytänyt OH-XMA:ta, silminnäkijä teki ilmoituksen kadonneesta lentokoneesta hätäkeskukseen kello 20.24.

Etsintää tehnyt harrasteilmailija vaihtoi lentokonetta ja nousi ilmaan kello 20.26 jatkaakseen etsintää lentokentän lähialueella. Hän havaitsi kadonneen lentokoneen ilmasta käsin noin kello 20.30. Tämän jälkeen hän laskeutui takaisin lentokentälle ja ilmoitti havainnosta hätäkeskukseen kello 20.34.

### **1.3 Hälytykset ja pelastustoimet**

Vaasan hätäkeskus sai ensitiedon kateissa olevasta lentokoneesta kello 20.24, sekä tiedon sen löytymisestä puolustusvoimien alueelta kello 20.34. Lentokoneen paikansi maastosta oma-aloitteista lentoetsintää tehnyt harrasteilmailija. Tehtäväkoodiksi asetettiin ilmaliikenneonnettomuus – keskisuuri (232A). Onnettomuuspaikalle hälytettiin neljä pelastusyksikköä, päivystävä palomestari, kaksi ensihoitoyksikköä, lääkärihelikopteri, ensihoidon kenttäjohtaja, Ilmavoimien pelastuspalvelun pelastusyksikkö ja kaksi poliisipartiota.

Ilmavoimien sotilaspoliisin partio saapui ensimmäisenä onnettomuuspaikalle ja ohjasi saapuvat pelastusyksiköt lentokoneen luo. Ohjaaja löydettiin lentokoneen ohjaamosta ja ensihoito totesi hänet menehtyneeksi. Ohjaaja oli saanut vakavat vammat rintakehän ja pään alueelle. Hän oli menehtynyt välittömästi törmäyksen seurauksena. Pelastuksen ja ensihoidon yksiköt vapautettiin tehtävältä ja onnettomuuspaikan johtovastuu siirrettiin poliisin yleisjohtajalle. Onnettomuuspaikka eristettiin onnettomuustutkinnan edellytysten turvaamiseksi.

Ohjaajalla oli rintataskussaan hätälähetin, mutta lähetin oli mallia, joka olisi onnettomuustilanteessa pitänyt itse aktivoitua. Hätälähetintä ei ollut aktivoitu. Hätälähetin olisi aktivoituna voinut ohjata pelastusyksiköt suoraan onnettomuuspaikalle. Pelastustoimien viiveellä ei kuitenkaan ollut ohjaajan selviämisen kannalta merkitystä.

### **1.4 Seuraukset**

Lentokoneen ohjaaja menehtyi onnettomuudessa. Lentokone vaurioitui pakkolaskussa korjauskelvottomaksi. Lentokoneessa ollut polttoaine pääsi vuotamaan ympäristöön. Polttoainetta pääsi maastoon arviolta noin 35 litraa.

## 2 TAUSTATIEDOT

### 2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät

#### 2.1.1 Jyväskylän lentoasema

Jyväskylän lentoasema sijaitsee Tikkakosken taajamassa, noin 18 kilometriä Jyväskylän keskustan pohjoispuolella. Lentoasemaa ylläpitää Finavia Oyj ja lennonjohtopalvelua siellä tarjoaa Fintraffic Lennonvarmistus Oy. Lentoasemalla on yksi asfaltoitu kiitotie 12/30, joka on 2601 m pitkä ja 60 m leveä. Lentoasemaa käytetään harrasteilmailuun, kaupalliseen ilmailuun ja sotilasilmailuun. Onnettomuuden aikaan Jyväskylän lentoaseman lennonjohto ei ollut avoinna, vaan ilmatila oli valvomatonta, ja liikenneilmoitukset tehtiin lennonjohdon radiotaajuudella.

#### 2.1.2 Lentokone

OH-XMA oli tyypiltään Monnett Sonerai I. Se on Yhdysvalloissa suunniteltu, rakennussarjasta rakennettu, yhdellä bensiinikäyttöisellä mäntämoottorilla varustettu, yksipaikkainen harrasterakenteinen lentokone, jossa on keskisiipi ja kannuspyörälaskuteline. Sonerain runko, vakaajat ja peräsimet ovat kangasverhoiltua teräsputkirakennetta. Moottorisuojukset ovat lasikuituiset. Siivet ja siiven koko jättöreunan mittaiset siivekkeet ovat nitattua alumiinirakennetta.



**Kuva 2.** OH-XMA ennen onnettomuutta. (Kuva: Lentokoneen omistajan kuvamateriaali)

OH-XMA:n valmistumisvuosi oli 1998 ja sarjanumero 123. Sillä oli suoritettu koelentoja aina vuoteen 2004 asti, jolloin se oli katsastettu. Ilma-alusrekisteriin se oli merkitty vuonna 2005 koe- ja harrasteilma-alusten luokkaan. Ennen onnettomuuslentoa kokonaislentoaika oli 97 tuntia ja 2 minuuttia ja laskeutumisten lukumäärä oli 251.

Viimeisimmän punnitustodistuksen mukaan OH-XMA:n tyhjäpaino oli 241 kg. Ohjaajan paino talvivarusteissa oli noin 90 kg ja polttoaineen paino onnettomuuslennolle lähdettäessä oli arviolta noin 27 kg. Lentoonlähtöpaino oli siis arviolta 358 kg.



## **Moottori**

Moottori oli ilmailukäyttöön muunnettu ilmajäähdytteinen Volkswagenin valmistama bokserimoottori. Sen alkuperäinen iskutilavuus oli 1600 cm<sup>3</sup> ja sytytysjärjestelmänä toimi yksi laukaisulaitteella varustettu Slick-magneetto. Iskutilavuutta oli kasvatettu yli 1700 cm<sup>3</sup>:iin vaihtamalla suuremmat sylinterit ja männät. OH-XMA:ssa ei ollut käynnistinmoottoria eikä laturia.

Moottorinvalvontamittareina oli öljynlämpö ja -paine, sylinterinpään ja pakokaasujen lämpötila, imuilman lämpötila sekä kierroslukumittarit.

Moottorin etuosassa oli Monnetin valmistama alumiinivalua oleva potkuriakselin tukikappale, joka tuki kampiakselin etupäähän kiinnitettyä potkuriakselia. Akselin etupää oli samalla potkurin kiinnityslaippa. Moottorin takaosaan oli kiinnitetty alumiinivalua oleva nelihaarainen kiinnityslevy, jonka välityksellä moottori oli kiinnitetty putkirakenteiseen moottoripukkiin. Tähän levyyn kiinnittyi myös magneetto.

## **Potkuri**

Potkuri oli Ray Hegyn valmistama 52”x 44” kiinteälapainen puupotkuri. Potkurin käyntiaika ennen onnettomuuslentoa oli 97 tuntia ja 2 minuuttia.

## **Magneetto**

Magneetto oli tyyppiltään Slick 4230R. Magneetto sai käyttövoimansa suoraan moottorin kampiakselilta muovisen käytinadapterin välityksellä. Se oli varustettu laukaisulaitteella<sup>3</sup>. Käyntiaika ennen onnettomuuslentoa oli 97 tuntia 2 minuuttia. Magneetto oli huollettu 29.10.2019 käyntiajalla 70 tuntia.

## **Sytytysjohtimet- ja tulpat**

Sytytysjohtosarja oli tyyppiä Slick ja sytytystulpat tyyppiltään Champion REL-37B, jotka kummatkin olivat yleisesti ilmailukäytössä olevaa tyyppiä.

## **Kaasutin ja imusarjat**

Kaasutin oli tyyppiltään Zenith 1617. Se on yksikurkkuinen yläimukaasutin, joka on varustettu manuaalisesti käytettävällä kuristinläpällä. Kaasuttimessa ei ole kiihdytyspumppua, eikä seoksen säätö lennolla ole mahdollista. Kaasutin oli asennettu moottorista erilleen sen takaosan alapuolelle. Polttoaine-ilmaseos johdettiin pitkiä imuputkia pitkin sylinterinkansien yläpuolelle avautuviin imukanaviin. Imuputket olivat kokonaan irrallaan moottorin muista rakenteista.

---

<sup>3</sup> Magneeton laukaisulaitteen tarkoitus on myöhäistää sytytystä ja voimistaa kipinää käynnistyksen helpottamiseksi.



**Kuva 3.** Vasemmanpuoleisessa kuvassa kaasutin ja imuputkiston y-haara. Oikeanpuoleisessa kuvassa sylinterinkansille menevät imuputket. (Kuva: OTKES)

Kaasuttimen ilmanotto oli varustettu imuilman esilämmityksellä. Esilämmitys toimi käyttämällä vaijerin välityksellä läppää, jolla tarvittaessa suljettiin kylmän ilman tulo ilmansuodattimelta ja avattiin tulo yhden sylinterin pakoputken ympärillä olevalta lämmönkeruupaipalta. Mittaritaulussa oli lämpömittari, "carb heat", jonka anturi oli asennettu kaasuttimen yläpuolelle, imuputkien y-haaraan noin 10 cm etäisyydelle kaasuttimen kurkusta.

### **Polttoainejärjestelmä**

Polttoainetankki sijaitsi rungon etuosassa, mittaritaulun etupuolella. Erillistä polttoainepumppua ei ollut, vaan polttoaine valui putospaineella kaasuttimelle. Polttoainelinjassa oli sulkuhana, erillinen vedenerotushana ja moottoritilan tuliseinässä polttoainesuodatin.

### **2.1.3 OH-XMA:n asiakirjat**

Lentokelpoisuustarkastus oli suoritettu viimeksi 8.11.2019 ja OH-XMA:lla oli lupa ilmailuun. Viimeisin punnitus oli tehty 9.11.2019. OH-XMA:lla oli voimassa olevat vastuuvakuutus ja radiolupa. Lentokoneen vuosihuolto ja vuositarkastus oli kuitattu suoritetuksi 4.9.2021 ja korkeusmittarin aneroidikoe<sup>4</sup> tehty 7.9.2019. Asiakirjojen perusteella OH-XMA oli lentokelpoinen.

### **Punnitustodistus**

Asiakirjoissa oli ristiriitaa suurimman sallitun lentoonlähtöpainon arvoissa. Alkuperäinen suunnitelmien mukainen suurin sallittu lentoonlähtöpaino oli 340 kg. Sen sijaan 26.10.2004 päivättyssä lento-ohjekirjassa on mainittu maksimi lentoonlähtöpainoksi 362 kg. Viimeisin punnitustodistus oli päivätty vuonna 2019, jolloin maksimi lentoonlähtöpainoksi oli merkitty 340 kg.

OH-XMA:n lentoonlähtöpainoon oli haettu korotusta 340 kg:sta 362 kg:aan vuonna 2005, mutta ilmailuviranomainen oli todennut toimenpiteet vaatimuksiin nähden riittämättömiksi.

<sup>4</sup> Aneroidikokeessa mittarin näyttämä tarkastetaan alipaineessa painekammiossa.

Korotusta oli haettu uudestaan vuonna 2019, mutta asiakirjojen perusteella lentoonlähtöpainon korottaminen oli tälläkin kertaa jäänyt hyväksymättä.

### **Koelentokertomukset ja lento-ohjekirja**

OH-XMA:n koelentokertomuksissa on havainnot sakkausominaisuuksista sekä moottorin käynnistämisestä ilmassa. Koelentokertomuksissa on maininta myös nopeusmittarin liian pienestä näyttämästä.

Vuonna 1998 lennettyjen koelentojen mukaan sakkausnopeus oli mittarinäyttämänä ( $V_i$ ) 65 km/h ja 72 km/h, riippuen lentokoneen painosta sakkauskokeen aikana.

Sakkaus todettiin rauhalliseksi ja lentokoneen olevan hallittavissa osasakkauksessa, sauva täysin taakse vedettynä. Sakkauksen aikana lentokoneella oli taipumus kallistua vasemmalle. Moottorin käydessä osateholla 2000 rpm, sakkausnopeus oli mittarinäyttämänä 72 km/h. Sakkaus osateholla oli nopeampi ja lentokoneella oli taipumus kallistua vasemmalle. Syöksykierrekokeiden havaintojen mukaan lentokone ei mennyt syöksykierteeseen itsestään.

Koelennoilla oli kokeiltu myös moottorin sammuttamista ja uudelleen käynnistämistä. Moottori oli sammutettu mittarinopeudella 115 km/h. Potkuri oli pysähtynyt mittarinopeudella 95 km/h ja alkanut pyörimään uudelleen mittarinopeudella 170 km/h.

Nopeusmittarin näyttämässä oli todettu noin 20 km/h suuruinen virhe, joka oli sittemmin korjattu. Yllä mainitut nopeudet ovat siten liian pieniä verrattuna todellisiin ilmanopeuksiin.

Lento-ohjekirjan lentotoimintaosiossa on tarkastuslista lähestymiselle ja laskulle. Lisäksi hätätoimenpiteet-osiossa on ohjeistus pakkolaskulle moottorin käydessä tai ollessa pysähtyneenä. Näissä molemmissa mainitaan imuilman esilämmityksen käytöstä.

LÄHESTYMINEN JA LASKU
1. Lähestymisnopeus 115-130 kmt.
2. Suunnittele lähestyminen siten, että voit pitää koko ajan moottoritehoa päällä vähintään 2000 rpm moottorin äkillisen jäähtymisen estämiseksi.
3. Käytä imuilman esilämmitystä lähestymisen ja liun aikana, mikäli kaasuttimen jäätymistä esiintyy. Seuraa seoslämpömittaria.
4. Säilytä lähestymisnopeus 115 kmt loivennukseen saakka.
5. Tee lasku vedettynä kolmelle pisteelle.
6. Varo nopeita suunnan muutoksia laskukiidon aikana.
7. Lasku päätelineille on sallittu. Varo voimakasta jarrutusta.

**Kuva 4.** OH-XMA:n lento-ohjekirjan ohjeistus lähestymiseen ja laskuun.

## PAKKOLASKU MOOTTORI PYSÄHTYNEENÄ

1. Tarkasta pa-hana "auki".  
-> sytytyskytkin "päällä"  
-> etulämpö vedä "lämmin"
2. Hidasta lähestymisnopeudelle 115 kmt.
3. Niin kauan kuin potkuri pyörii tuulimyylynä, yritä saada moottori käymään vaihtelemalla kaasun asentoa.
4. Jos moottori ei käynnisty:  
-> sulje pa-hana vetämällä vipu taakse "kiinni"  
-> kytke sytytysvirta "pois"
5. Valitse suurin ja sopivin alue pakkolaskua varten.  
Jos mahdollista TEE LASKU VASTATUULEEN.
6. Tee täysin vedetty lasku.
7. Maakosketuksen jälkeen täysi pyöräjarrutus.

**Kuva 5.** OH-XMA lento-ohjekirjan ohjeistus pakkolaskun tekemiseen moottori pysähtyneenä.

### 2.1.4 Paikkatutkinta

Pysäköintikentän reunan lähellä olevien puiden alta, noin 50 metrin päässä onnettomuuspaikalta, lumesta löytyi OH-XMA:sta peräisin olevia punaisia maalihippuja ja latvastaan katkenut koivu. Tästä noin 10 metriä kohti onnettomuuspaikkaa maasta löytyi vajaan kahden metrin mittainen ja muutaman sentin paksuinen koivun latva. Onnettomuuspaikalla lentokone oli törmännyt mäntyyn katkaisten sen noin 10 metrin korkeudelta. Lentokone oli myös osunut toiseen mäntyyn, jonka runkoon ohjaajan kuulokkeet olivat jääneet roikkumaan noin seitsemän metrin korkeudelle. Lentokone jäi roikkumaan oikealle kallistuneena katkenneen männyn varaan.



**Kuva 6.** Törmäyksen voima katkaisi männyn, jonka varaan OH-XMA jäi roikkumaan. Kuvassa näkyvä kuormalava on tuotu paikalle onnettomuuden jälkeen. (Kuva: Poliisi)



**Kuva 7.** OH-XMA roikkui onnettomuuden jälkeen kaatuneen männyn varassa. Potkurin lavat olivat katkenneet tyvestä ja potkurikupu oli lommolla. Moottoripellit olivat vaurioituneet törmäyksessä. Oikeanpuoleinen etummainen pakoputki oli vääntynyt. (Kuva: OTKES)

Lentokoneen kuomu oli rikki ja sen kappaleet olivat levinneet törmäyspaikan ympäristöön. Mittaritaulu oli siirtynyt taaksepäin ja polttoainesäiliö revennyt yläosastaan. Ohjaussauvan pää oli irronnut. Päävirtakytkin sekä sytytyskytkin olivat OFF-asennossa. Tehovipu oli noin matkalentotehoa vastaavassa asennossa, imuilman etulämmitys oli poissa päältä ja polttoainehana oli auki. Vaurioista johtuen käyttökytkinten ja -vipujen asennoista ennen törmäystä ei kuitenkaan voida olla varmoja.



**Kuva 8.** OH-XMA:n ohjaamo onnettomuuden jälkeen. Mittaritaulu on siirtynyt törmäyksessä taaksepäin. Ohjaussauvan pää ja nopeusmittari sekä kompassi olivat irronneet. (Kuva: OTKES)

Onnettomuuspaikan maastossa oli selkeä autobensiinin haju. Polttoainetankki oli rikkoutunut törmäyksessä ja suurin osa jäljellä olleesta polttoaineesta oli valunut onnettomuuspaikan maastoon. Lentokoneen polttoainejärjestelmästä saatiin kuitenkin kerättyä talteen pieni määrä polttoainetta myöhempää analyysia varten. Näytteestä tehtiin vesikoe paikatutkinnan aikana. Näytteessä ei havaittu vettä.

Runko oli taipunut ohjaamon takaosan kohdalta. Siivissä oli painaumia ja lommoja. Peräsimet olivat ehjät. Ohjaimet liikkuivat, mutta siivekejärjestelmän työntötangot olivat vääntyneet ja osin murtuneet ohjaajan selkänojan takaa. Laskuteline oli paikallaan, mutta oikeanpuoleinen pääteline oli taipunut juurestaan taaksepäin.

Potkuri oli rikkoutunut useaan osaan. Potkurinapa oli moottorissa kiinni ja lapojen murtuneet osat löytyivät onnettomuuspaikalta. Potkurin kärjissä tai johtoreunassa ei ollut puihin osumisesta merkkejä. Puinen potkuri oli murtunut juurestaan poikki puun syiden myötäisesti. Vaurioiden perusteella potkuri oli pysähtyneenä lentokoneen osuessa puihin.

Ylemmässä moottoripellissä oli pitkä hankausjälki, joka jatkui ohjaamoon saakka. Alempi moottoripelti oli murtunut alapinnalta, lentokoneen keskilinjan oikealta puolelta. Moottorin ilmanotto ja siihen kuuluva kotelointi oli pirstoutunut. Kaasuttimen etulämmityksen kaapeli oli murtunut irti alemman moottoripellin kotelosta.

Onnettomuuspaikalla tehdyn paikkatutkinnan jälkeen lentokoneen hylky siirrettiin läheiseen lentokonehalliin lisätutkimuksia varten.

Moottori pyöri potkurin jäänteistä pyöritettäessä, mutta siinä oli selkeä vastus. Käsien pyörittäessä sylinterit tuottivat puristuspainetta. Ulkoisessa tarkastelussa moottorissa ei havaittu ennen pakkolaskua syntyneitä vaurioita. Merkittävää öljyvuotoa ei ollut. Moottoripukki oli taipunut taaksepäin ja murtunut yläreunastaan.

Moottorin sytytysjärjestelmä tarkastettiin paikkatutkinnassa silmämääräisesti ja magneeton ajoituslaitteella. Sytytysjärjestelmässä ei havaittu vikoja, järjestelmän johdot olivat ehjät ja magneetto oli ajoitettu moottoriin oikein. Magneeton käyttökytkimen vipu oli taipunut törmäyksessä, mutta kytkin toimi oikein ja maadoitti magneeton. Magneeton maadoituksessa ei havaittu häiriöitä. Maadoituskytkimeltä lentokoneen runkoon menevä johdin oli puristuneena lentokoneen rungon ja polttoainesäiliön väliin ja sen suojakuori oli hankautunut puhki. Magneeton maadoitusliittimeltä lähti normaalin maadoitusjohdon lisäksi signaalijohto kierroslukumittarille. Mittarille menevässä johdossa ei havaittu vaurioita, eikä mittari maadoittanut magneettoa testattaessa. Sytytystulpissa oli havaittavaa nokea ja karstaa, mutta ei roskaa tai vaurioita. Pakoputkisto oli nokinen. Moottoripellissä, vasemman puolen taaemman sylinterin pakoputken ulostulon ympärillä oli nokijäämiä.

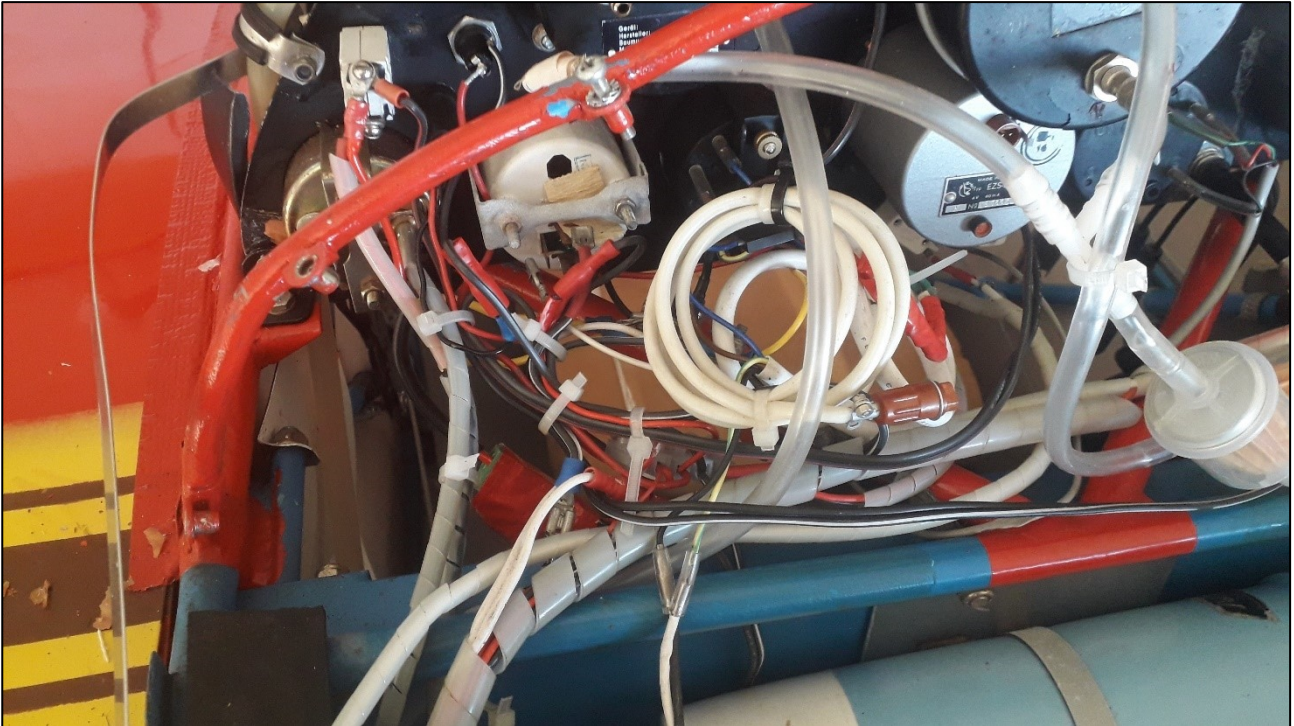
Kaasutin oli ehjä ja paikallaan. Kaasuttimen imukurkun sisällä oli pala puun kaarnaa. Imukaulan etuosan sulkuläpän käyttövipu oli murtunut irti kaasuttimesta. Kaasutin irrotettiin ennen moottorin irrotusta. Kaasuttimesta valui vähäinen määrä polttoainetta purkamisen aikana.

Polttoainejärjestelmä purettiin säiliöltä kaasuttimelle asti. Järjestelmä oli ehjä, eikä tukkeutumisesta tai lennon aikaisesta vuodosta ollut viitteitä. Polttoainesäiliön pohjasuodattimessa sekä tuliseinässä olleessa suodattimessa oli vähäinen määrä roskaa. Suodattimet eivät kuitenkaan olleet tukossa.

### **2.1.5 Laitteasennusten tarkastelu**

Moottorin kierroslukumittari sai kierrosluvun signaalitiedon magneetolta. Mittarin signaalijohto oli kytketty magneeton kondensaattorin maadoitusliitäntään, jolloin kierroslukumittarin vikaantuminen olisi voinut aiheuttaa magneeton maadoittumisen ja moottorin sammumisen.

Sähkölaiteasennuksissa oli käytetty useita erityyppisiä ja -laatuisia sähköjohtimia. Johtoja oli jatkettu ja kytketty laitteisiin sekalaisilla liittimillä. Osa liittimistä oli suojaamattomia ja ilmailukäyttöön sopimattomia. Johtojen reititys ja sidonta mahdollisti johtojen puristumisen ja hankautumisen koneen rakenteita sekä toisiaan vasten.



**Kuva 9.** OH-XMA mittaritaulun kytkentöjä. (Kuva: OTKES)

## 2.1.6 Moottorin vauriokartoitus

### Sytytysjärjestelmä

Magneeton toimintakokeet suoritettiin Konekorhonen Oy:n lentokonekorjaamolla OH-XMA:n oman sytytysjohtosarjan ja sytytystulppien kanssa. Koeajossa magneetto toimi normaalisti ja antoi tasaista ja hyvälaatuista kipinää kaikille neljälle sytytystulpalle kierrosnopeudesta riippumatta. Laukaisulaite toimi oikein matalilla kierroksilla ja kytkeytyi irti oikealla kierroslukualueella. Magneeton lämpötila pysyi koko koeajon ajan normaalina. Magneetto antoi myös pelkän laukaisulaitteen avulla hyvän ja voimakkaan sytytyskipinän. Magneeton kyky tuottaa riittävän voimakas sytytysjännite testattiin magneeton huolto- ja korjausmanuaalin mukaisesti kasvattamalla ilmarakoa suuremmaksi kuin normaali sytytystulpan kärkivälin ilmarako. Koeajon sekä komponenttien mittausten ja edellä mainittujen testien perusteella magneetto on ollut toimintakuntoinen.

Magneeton jakajarattaassa sekä jakajan muovirungossa oli aiemmin syntyneet pienet vauriot. Ne olivat mahdollisesti syntyneet magneeton asennuksessa, kun magneettoa tai moottoria on yritetty pyörittää lukituspinnan ollessa paikoillaan. Vaurioista ei ole ollut haittaa magneeton toiminnalle.

Sytytysjohtosarja oli silmämääräisesti hyväkuntoinen sekä asiallisesti kiinnitetty ja tuettu. Sen liitokset sytytystulppiin olivat asianmukaisesti kiinni, sekä ehjät ja puhtaat. Vasemman takasynterinin sytytysjohdon muovinen suojaspiraali oli sulanut pieneltä alueelta kiinnitysklip-sin läheisyydestä. Vasemman synterinin pakokanava kulkee lähellä, joten muovinen suojaspi-raali oli asennettu liian kuumaan paikkaan. Sytytysjohdossa tai sen kiinnitysklipsissä ei kuitenkaan ollut havaittavissa lämpövaurioita.



Sytytysjohtimet ja sytytystulpat testattiin Konekorhonen Oy:n lentokonekorjaamossa näiden testaukseen tarkoitetuilla testilaitteilla. Lisäksi johtosarja ja sytytystulpat koeajettiin magneeton kanssa testilaitteessa. Testien perusteella sytytysjohtimet ja sytytystulpat olivat toimintakuntoiset.

## **Kaasutin**

Kaasuttimessa ei havaittu muita ulkoisia vaurioita kuin katkennut kuristinläpän akseli. Akselin katkeamiskohta oli murtumapinnaltaan tuore. Murtumajälkien perusteella se oli katkennut törmäyksessä. Kuristinläppä kaasuttimen imuaukossa on akselilla hieman epäkeskeisesti. Akselilla on myös haittalevy, jonka tarkoitus on estää läpän vapaa liikkuminen. Lisäksi läpän akselilla oli jousi, joka kääntää akselia läppä-auki-suuntaan. Mikäli kuristinläpän akseli olisi katkennut lennolla, läppä olisi jäänyt auki-asentoon, eikä katkeaminen olisi sammuttanut moottoria.

Kaasuläpän käyttövipu ja kaapeli olivat ehjät ja paikallaan. Käyttökaapeli irrotettiin kaasuttimesta ja kaasuläppä todettiin vapaasti liikkuvaksi koko liikealueellaan eikä läpässä tai sen akselissa havaittu poikkeavaa.

Kaasutin purettiin ja tarkastettiin mahdollisten tukkeumien tai muun vikaantumisen todentamiseksi. Imukanavista tai kaasuttimesta ei löytynyt vierasmateriaalia, lukuun ottamatta paikakatutkinnassa löydettyä kaarnanpalaa, joka oli todennäköisesti päätynyt kaasuttimen kurkuun mäntyyn törmäämisen seurauksena.

Kaasuttimen kohon puoliskot olivat ehjät, tiiviit ja muodossaan. Kohon varsi ja neulaventtiiliin vastaava olake olivat ehjiä ja muodossaan. Koho liikkui vaivattomasti akselillaan. Neulaventtiili oli hyväkuntoinen ja se liikkui vaivattomasti. Kaasuttimen testauksessa polttoaineen pinta asettui kohokammiossa oikealle tasolle. Toimintakokeessa ei havaittu häiriöitä.

Suuttimissa ei havaittu epäpuhtauksia, ja suuttimille johtavat kaasuttimen sisäiset kanavat olivat puhtaat. Suuttimet olivat kiristettyinä paikoillaan. Pääsuuttimen säädettävä neula oli paikoillaan ja ehjä, ja neulan säätö oli normaalilla alueella.

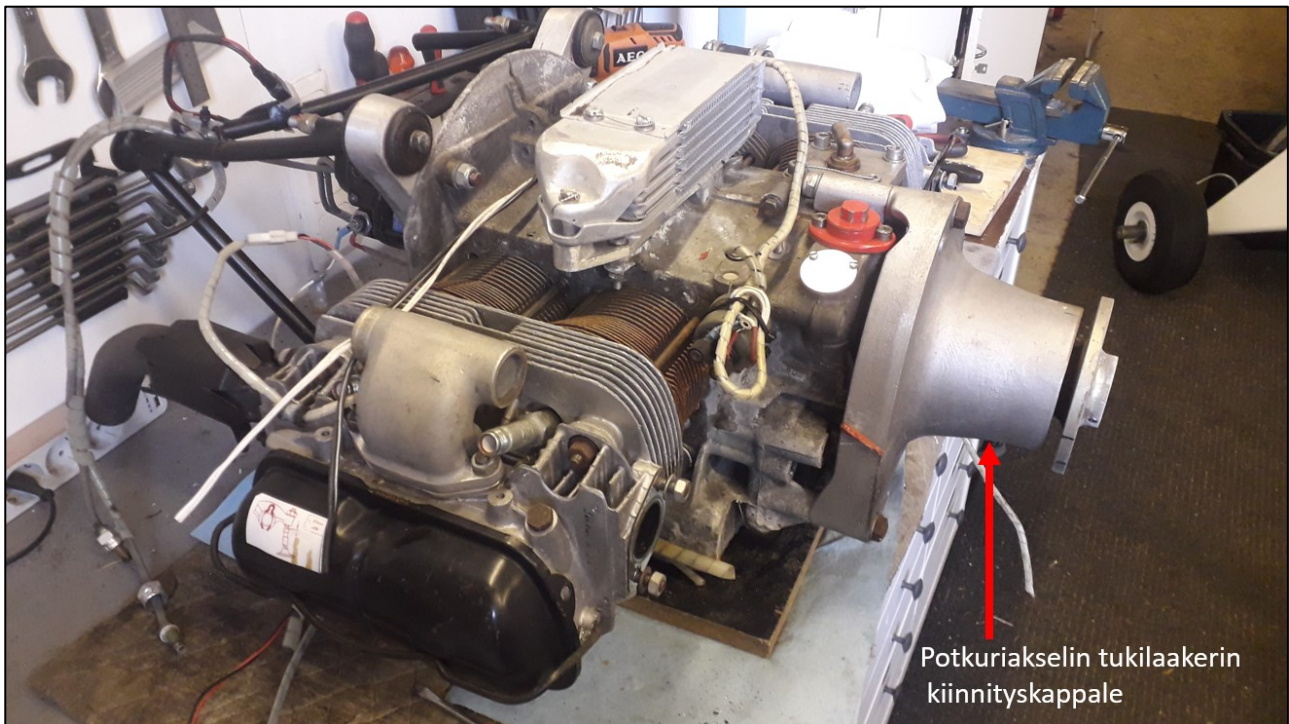
Venturi<sup>5</sup> oli kaasutinta avattaessa paikoillaan ja hyväkuntoinen. Merkkejä kaasutinpalosta tai muusta vaurioitumisista ei havaittu.

Kokonaisuudessaan kaasutin havaittiin toimintakuntoiseksi. Syytä moottorin sammumiselle ei kaasuttimesta löytynyt.

---

<sup>5</sup> Venturi on kaasuttimen kurkun kapein kohta, jossa ilmavirtaus kiihtyy ja paine laskee. Tässä kaasutinmallissa venturi on erillinen kaasuttimen kurkun osa.

## Potkuriakselin tuenta



**Kuva 10.** OH-XMA:n moottori. Potkuriakselin tukilaakerin kiinnityskappale on kuvassa oikealla ja merkitty punaisella nuolella. (Kuva: OTKES)

Ennen moottorin purkamista sen havaittiin vastustavan pyörittämistä tuntuvasti. Vastus todettiin potkuriakselin ja sen laakerin tukikappaleen aiheuttamaksi. Kun tukikappale löysättiin moottorista, vastus poistui. Tukikappale oli todennäköisesti päässyt liikahtamaan törmäyksessä. Kampiakselissa tai potkuriakselissa ei havaittu muodonmuutoksia. Tukilaakerin ja potkuriakselin välisen liitospinnan ympäristössä oli ruosteista pölyä, sekä potkuriakselin laakeriin koskevassa pinnassa ylimääräisiä jälkiä. Tarkemmassa tutkimuksessa selvisi potkuriakselin liikkuneen tukilaakeriin nähden, minkä seurauksena sekä laakerin keskireiän että potkuriakselin pinnasta oli hioutunut materiaalia. Tukilaakeri todettiin muutoin ehjäksi. Potkuriakselin laakeriin koskevasta akselipinnasta materiaalia oli kulunut 0,13 mm. Tukilaakerin ja potkuriakselin keskinäisen liikkumisen todettiin johtuneen kampiakselin liiallisesta pitkittäisvälyksestä, sillä potkuriakseli liikkui kampiakselin mukana. Kuluessaan lisää potkuriakseli olisi voinut jäädä ilman tukea, jolloin potkurin pyörimisen aiheuttamat voimat olisivat saattaneet rikkoa potkuriakselin ja kampiakselin liitoksen.

OH-XMA:n huoltokirjanpidossa ei otettu kantaa laakeriin tai sen huoltotarpeeseen. Kestovoideltua laakeria ei yleensä tarvitse huoltaa, mutta tässä tapauksessa esimerkiksi voitelurasva oli todennäköisesti noin 30 vuotta vanhaa. Huoltokirjanpitoon ei ollut kirjattu havaintoa laakerin ja potkuriakselin välyksestä.



**Kuva 11.** Potkuriakseli ja potkurin kiinnityslaippa. Akselin vasemmassa päässä on nähtävissä laakerin jättämät hiomajäljet ja ruostepölyä. (Kuva: OTKES)

### **Moottorin purkaminen ja tarkastus**

Moottorin kaikissa sylintereissä puristuspaaineet olivat normaalit. Sylinterit olivat hyväkuntoiset. Imuputkisto liitoskappaleineen ja tiivisteineen todettiin ehjiksi.

Venttiilikoneistojen kannet tiivisteineen olivat ehjät, ja kiinnityssangat olivat oikein paikoillaan. Venttiilikoneisto oli siisti ja hyvin öljytty, eikä alueelta löytynyt irto-osia. Koneisto liikkui normaalisti moottoria pyöritettäessä, ja venttiilivälkykset olivat normaalit. Venttiilien välkykset kansien ohjureihin olivat normaalit, eikä venttiilien varsissa tai ohjureissa havaittu ylimääräistä karstakertymää. Venttiilit liikkuivat käsin kokeiltaessa herkästi. Niiden liike ja vällys testattiin myös kannet lämmitettynä normaalin käyntilämpötilan alueelle. Venttiilien tiiviys testattiin sylinterinkannet irrallaan.

Sylinterien kannet olivat silmämääräisesti tarkasteltuna ehjät. Murtumia palotiloissa tai muuallakaan kansissa ei havaittu. Imu- ja pakokanavat olivat silmämääräisesti normaalikuntoiset. Sylinterinkansien tiivistyspinnat sylintereihin olivat hyväkuntoiset eikä niissä ollut nähtävissä vuotojälkiä. Kansien yleiskunto oli hyvä. Venttiilien lautaset olivat palotilojen puolelta siistikuntoiset ja normaalilla syvyydellä istukkarensissaan. Vasemman takasynterinin venttiililautaset olivat muita venttiilejä vaaleammat. Palotiloissa oli normaali ohut noki- ja karstakerros, mutta ei vaurioita. Keinuvipuakselit keinuvipuineen sekä venttiilien työntötangot olivat ehjät, eikä niissä havaittu epänormaalia kulumista. Venttiilien välystensäätöruuvit olivat säätöalueella. Oikean etummaisen sylinterin pakoventtiilin työntötangon suojaputki oli osittain litistynyt työntötankoa vasten. Työntötangossa ei näkynyt hankautumisjälkiä, joten moottori on ollut pysähtyneenä suojaputken vaurioituessa.

Oikean takasynterinin männässä oli lievä kiinnileikkautuma ylimmän männänrenkaan ja männän laen välisellä alueella. Tällainen hankauma on kuitenkin tavallinen tällä moottorityypillä, eikä se vaikuta moottorin toimintaan. Männät liikkuivat tappiensa varassa normaalisti, ja

kaikkien mäntien laella oli normaali ohut tasainen noki- ja karstakerros. Männänrenkaat olivat ehjät ja liikkuvat ilman takertelua. Oikean puolen takasynterierin männäntappi liikkui hieman muiden sylinterien tappeja nihkeämmin. Irrotettuna tapissa oli havaittavissa lievää värimuutosta, niin sanottua sinistymää<sup>6</sup>, joka oli kuitenkin helposti kiillotettavissa pois. Värimuutos johtui männäntapin ja männän lievästä karstoittumisesta, joka oli aiheuttanut ylimääräistä vastusta ja lämpökuormaa. Ilmiö on yleinen ilmajähdytetyillä mäntämootoreilla, eikä se alkuvaiheessa vaikuta toimintaan.

Kiertokankien laakeroinnissa kampiakseliin ei ollut havaittavaa välystä, ja laakeriliuskat olivat paikoillaan. Tutkinnan yhteydessä tuli esille, että moottori oli joskus aiemmin jumiutunut. Jälkiä tai merkkejä kampikoneiston osumisesta kampikammion rakenteisiin tai koneiston muihin osiin ei kuitenkaan havaittu. Jumiutuminen on saattanut johtua moottorissa aiemmin olleista väärän mittaisista venttiilien työntötangoista. Huoltodokumentaatiossa on mainittu venttiilikoneiston kiinnityspukkien alle asennetut sovitelevyt sekä haasteet venttiilien välisäädön riittävyudessa. Tutkimuksissa sovitelevyjä ei kuitenkaan löydetty. Ne oli mahdollisesti poistettu oikean mittaisten työntötankojen asennuksen yhteydessä.

Etummaisten sylintereiden kiertokankien laakeroinnissa oli alkavaa vaurioitumista. Kiertokankien alapäiden laakeriliuskoissa oli naarmuja ja laakerimateriaalin paikallista vaurioitumista. Takasynterierien kiertokankien laakeriliuskat olivat hieman paremmassa kunnossa. Kampiakselin pyörimissuunnan mukaisten naarmujen lisäksi laakeriliuskojen laakerimateriaalissa oli runsaasti pistemäisiä vaurioita. Vauriot olivat todennäköisesti moottoriöljyn seassa olleiden epäpuhtauksien aiheuttamia<sup>7</sup>. Laakeriliuskojen vauriot eivät vielä ole vaikuttaneet havaittavasti moottorin toimintaan. Osa vaurioista voi olla seurausta pitkistä käyttämättömyysjaksoista ja pistekorroosiosta.

Moottorin etuosassa sijaitseva ratastyyppinen öljypumppu oli hyväkuntoinen. Moottoriöljyn imuputki ja öljypohjassa sijaitseva sihti olivat ehjiä. Sihdin silmäkoko oli noin 0,8 mm, joten moottoriöljyn sekaan joutuva pieni aines pääsi sihdin läpi takaisin öljykiertoon. Voiteluöljy oli silmämääräisen tarkastelun perusteella hyväkuntoista ja sitä oli oikea määrä.

Nokka-akselia käyttävä rataspari oli hyväkuntoinen, ja nokka-akseli pyöri normaalisti. Kampiakselissa havaittiin tuntuva pitkittäisvälitys. Mitattaessa välitys oli 0,30 mm, kun moottorin huolto- ja korjausohjeissa mainittu maksimiarvo on 0,10 mm. Pitkittäisvälityksen vaikutus magneeton käyttimeen tutkittiin siltä varalta, että käytin olisi päässyt luistamaan kampiakselin siirtyessä eteenpäin potkurin vedon vaikutuksesta. Magneeton käytin on muovinen kiekko, johon on koneistettu molemmiin puolin urat, joihin kampiakselin takapään adapterin sekä magneeton oman käytinpyörän olakkeet vastaavat. Olakkeet ovat vain muutaman millimetrin syvyydellä käyttimen urissa, joten mahdollisuus luistamiseen oli olemassa. Tutkinnassa ei kuitenkaan havaittu kampiakselin pääsevän liikkumaan niin paljoa, että liitos olisi pettänyt.

---

<sup>6</sup> Teräs muuttuu ylikuumentuessaan sinertäväksi. Jos värivirhe on vain pinnassa ja lähtee kiillottamalla pois, ylikuumenemisen vaikutus osan rakenteelliseen kestävyYTEEN on olematon.

<sup>7</sup> Pistemäiset vauriot muodostuvat, kun moottoriöljyn mukana kulkeutuvat partikkelit painuvat pehmeään laakerimetallin pintaan.



**Kuva 12.** Kampiakselin takapää, magneetto ja käytinkiekkö. (Kuva: OTKES)

Kampikammion isojen läpivaarnejen muttereiden todettiin olevan alimomentissa. Osissa ei kuitenkaan havaittu venymistä tai vaarnejen nousua kampikammion toisen puoliskon kier-teistä. Kampikammion puolikkaiden asettuminen toisiaan vasten tarkastettiin ilman kampiko-neistoa. Kampiakselin laakerikaulat olivat hyväkuntoiset ja niissä oli vain vähäistä kiillottu-mista paikoittain. Nokka-akseli oli hyväkuntoinen sekä laakeripinnoiltaan että nokkien liuku-pinnoilta. Nokka-akselin nokkiin vastaavat venttiilinnostajat olivat pääosin hyväkuntoisia. Osassa oli alkavaa pistemäistä korroosiota. Nostajayksiköt liikkuivat vaivattomasti kampi-kammioon koneistetuissa kanavissaan. Kampikammion puolikkaisiin asennetut laakeriliuskat nokka- ja kampiakselille olivat moottorin käyntiaika huomioiden välttävässä kunnossa. Lius-kojen liikkumisesta ei ollut merkkejä. Nokka-akselin laakeriliuskoissa oli eriasteista kiillottu-maa ja epätasaista laakerimetallin kulumista. Osassa liuskoista oli öljyn mukana kulkeutunei-den epäpuhtauksien aiheuttamia naarmuja sekä paikallisia kraaterimaisia vaurioita. Kiin-nileikkautumisen jälkiä ei ollut.

Kampiakselin laakeroinnissa oli eriasteista kulumista ja pintojen vaurioitumista. Jäljet olivat samankaltaisia kuin nokka-akselin ja kiertokankien laakereissa: epäpuhtauksien aiheuttamia kraaterimaisia pintavaurioita, naarmuuntumista ja laakerimetallin paikallista hilsemäistä irt-toamista. Takimmainen laakeri oli kunnoltaan selvästi heikkokuntoisin. Kampiakselin kaulaan vastaava laakeripinta oli kauttaaltaan aiemmin mainittujen vaurioiden kirjoma, ja myös pitkit-täislaakeroinnin laakeripinnat olivat naarmuuntuneet ja kuluneet. Kampiakselin takapäässä olevat pitkittäisvällyksen säätöön käytetyt sovitelevyt olivat ehjiä, eikä niissä ollut havaitta-vissa lämpövaurioita tai muuta mekaanista vaurioitumista, paitsi selvästi havaittavissa oleva kuluneisuus.

Takimmaisen laakerin ulkokehällä kulkevassa öljykanavassa oli kampikammion sauman tiivisteliimaa. Liiman purseet olivat kuristaneet öljynvirtausta peittäen suuren osan kanavasta, minkä johdosta öljynvirtaus takimmaisen laakerin pinnoille oli rajoittunut.

Moottorin öljynpainetta säättävä venttiili purettiin ja tarkastettiin jumiutumisen tai tukkeutumisen varalta. Venttiilin mäntä liikkui kanavassa hyvin, mutta siinä oli runsaasti naarmuja, sekä erilaisia muita pienempiä jälkiä. Naarmuista ja muista pienistä jäljistä huolimatta venttiili oli todennäköisesti toiminut riittävän hyvin, koska selviä merkkejä öljynpaineen puuttumisesta moottorissa ei ole. Viimeisimmät merkinnät moottorin öljynpaineen arvoista olivat nekin oikealla alueella.

Moottori oli tutkinnassa selvinneiden tietojen perusteella kärsinyt lämpöongelmista, joita oli aiemmin yritetty ratkaista muuttamalla moottorin jäähdytysilman kulkua sekä asentamalla öljynjäähdytin. Öljynjäähdyttimen sekä suurempien sylinterien ja mäntien asennuksen jälkeen lämpöongelmat olivat ilmeisesti poistuneet. Moottoria vaivanneiden lämpöongelmien syynä oli mahdollisesti liian suurella halkaisijalla ja nousulla<sup>8</sup> varustettu potkuri.

Erityisesti moottorin laakeroinnissa oli kuluneisuutta, mutta syytä moottorin äkilliselle sammuttamiselle ei purkamisessa ja tarkastuksissa löytynyt.

## 2.2 Olosuhteet

### 2.2.1 Lentosää

Sää tapahtumahetkellä oli aurinkoinen ja lentokentällä maanpinta oli luminen. Jyväskylän säähavaintojärjestelmän lentosäähavainnon<sup>9</sup> mukaan taivas oli pilvetön ja näkyvyys yli 10 kilometriä. Lämpötila oli 9,5 celsiusastetta ja kastepiste yksi celsiusaste. Ilmanpaine oli 1024 hPa. Ilmatieteen laitoksen havaintoarkiston mukaan ilman suhteellinen kosteus oli 53 % ja kastepistelämpötila oli 0,5 celsiusastetta<sup>10</sup>. Ohjaaja oli kirjoittanut polvilevyynsä automaattisen METAR-lentosäätiedotteen tiedot: "320, 02 kt cavok 10/00 H1024<sup>11</sup>".

### 2.2.2 Ilmatieteen laitoksen mallinnus sääolosuhteista laskukierroskorkeudella

Tutkinnassa pyydettiin Ilmatieteen laitokselta selvitystä sääolosuhteista laskukierroskorkeudella noin 150–250 m kentän pinnan yläpuolella.

Selvityksen laatimisessa käytettiin numeerista sääennustemallia, niin sanottua MEPS<sup>12</sup>-mallijärjestelmää. Järjestelmässä lasketaan ilmakehän tilaa ajassa eteenpäin. Ennusteen perustiedoksi ja lähtötilanteeksi malli tarvitsee mahdollisimman tarkan tiedon ilmakehän tilanteesta. Sen saamiseksi malliin syötetään kansainvälisistä tietoverkoista saatavia pintasäähavaintoja, palloluotauksia, laiva- ja lentoliikenteen lähettämiä mittauksia, sekä satelliitti- ja säätutkavaintoja. MEPS-mallin laskennallinen vaakasuora erottelukyky on 2,5 km ja pystysuuntaan mallilla on 65 mallitasoa aina maanpinnasta noin 30 km:n korkeuteen saakka. Laskennallisia mallitasoja on tiheämmässä maanpinnasta parin kilometrin korkeuteen asti kuin ylemmässä ilmakehässä.

---

<sup>8</sup> Potkurin teoreettisesti yhdellä kierroksella etenemä matka

<sup>9</sup> Ilmailusäätiedote: METAR EFJY 171620Z AUTO 32004KT CAVOK 10/01 Q1024=

<sup>10</sup> Ilmatieteenlaitoksen havaintoarkisto Jyväskylän lentoasemalta.

<sup>11</sup> Tuulen suunta 320 astetta ja sen voimakkuus 2 solmua, pilvetöntä eikä merkittäviä sääilmiöitä, ilman lämpötila 10 celsiusastetta, kastepistelämpötila 0 celsiusastetta, ilmanpaine 1024 hPa.

<sup>12</sup> Mesoscale Ensemble Prediction System

Mallinnuksen tulosten mukaan tapahtumapäivänä ja -ajankohtana aurinko oli lämmittänyt maanpintaa ja kosteutta siirtyi sulavasta lumesta yllä olevaan ilmaan. Ilman suhteellinen kosteus oli mallin perusteella 150 m:n korkeudella lisääntynyt maanpintaan nähden (noin 50 % -> noin 60 %) ja ulkoilman lämpötila hiukan laskenut (noin 10,5 celsiusastetta -> 9,5 celsiusastetta). Samalla kastepistelämpötila oli noussut maanpinnan noin 0,5 celsiusasteesta noin 1,5 celsiusasteeseen.

### **2.2.3 Sääolosuhteet ja kaasuttimen jäätyminen**

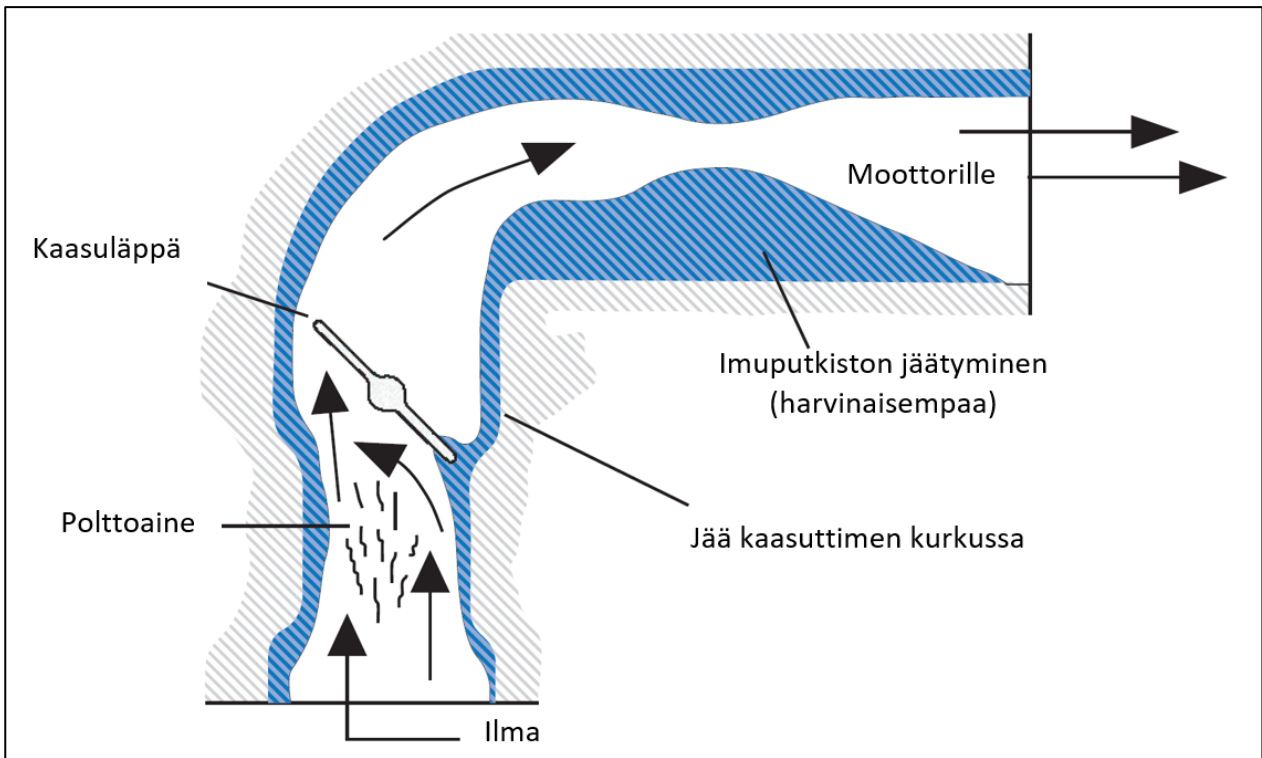
Kaasutinmoottoriin voi sopivissa sääolosuhteissa kertyä jäätä. Jään kertyminen kaasuttimeen tai imuputkistoon voi olla hyvin nopeaa ja tapahtua muutamassa minuutissa. Jäätyminen voi aiheuttaa moottorin epätasaista käyntiä, tehon menetyksen ja/tai moottorin sammumisen. Jäätyminen havaitseminen onnettomuuden jälkeen voi olla vaikeaa, sillä jää sulaa moottorin sammumisen jälkeen pois. Jäätymistä voi ehkäistä lennolla käyttämällä imuilman esilämmitystä.

Jäätymisilmiö esiintyy useimmiten kaasutinmoottoreissa, joissa kaasuttimen kurkku aiheuttaa alipainetta ja syntynyt paine-ero siirtää polttoaineen imukanavaan<sup>13</sup>. Polttoaineen höyrystyminen ja ilmanpaineen lasku laskevat kaasuttimen lämpötilaa. Jos lämpötila tämän johdosta kaasuttimen sisällä laskee pakkaselle ja ilman vesihöyry tiivistyy, kertyy kaasuttimen sisäpuolelle jäätä. Ilmiö on tavallinen lämpimänä ja kosteana päivänä, kun sisään virtaavan ilman ilman kosteus on suuri. Tämä voi tapahtua selkeänäkin päivänä, vaikka ilman lämpötila olisi nollan yläpuolella.

Kaikki moottorityypit eivät ole yhtä herkkiä jäätymään. Jäätymisalttius lisääntyy sitä mukaan, mitä kauempana kaasutin sijaitsee moottorin lämpimistä osista. Moottorit, joiden imuputket ovat suurelta osin moottorin ulkopuolella, ja joissa kaasutin ei ole kiinni öljypohjassa, ovat herkempiä jäätymään kuin sellaiset, joiden imuputket ovat osittain yhtä valua öljypohjan tai muiden moottorin osien kanssa. Erityisesti matalaviritteinen lentomoottori on herkkä jäätymiselle. Kaasuttimen jäätyminen on todennäköisempää käytettäessä autobensiiniä, sillä sen vesipitoisuus on suurempi ja se haihtuu nopeammin kuin lentokonebenssiini. Myös osateholla lentäminen lisää todennäköisyyttä kaasuttimen jäätymiselle.

---

<sup>13</sup> OPS T1-18, 1984

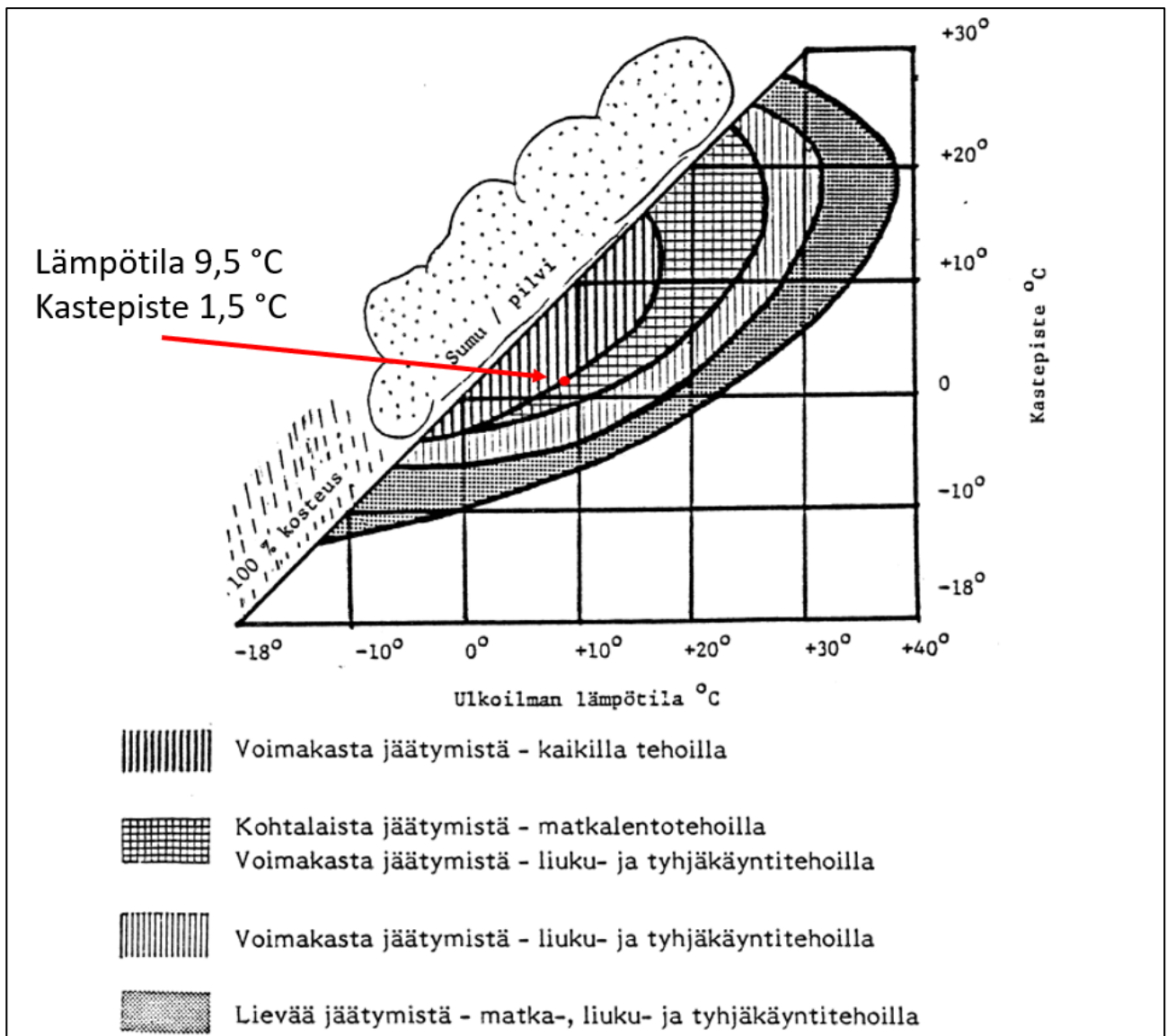


**Kuva 13.** Kaasuttimen jäätyminen, jää kuvattuna sinisellä. (Kuva: EGAST GA5, Piston Engine Icing, muokkaukset: OTKES)

Kaasutinmoottoreissa jäätä muodostuu tyypillisesti moottorin ilmansuodattimeen, imuputkiston mutkiin, kylmän ja kuuman ilman valintaläppään, kaasuttimen kurkkuun ja suutinpesään sekä kaasuläppään.

Kuvassa 14 on esitetty jäätymisalttius eri lämpötiloissa, kastepisteissä ja eri tehoasetuksilla. MEPS-mallinnuksen mukaan onnettomuushetkellä ilman lämpötila laskukierroskorkeudella oli 9,5 celsiusastetta ja kastepiste 1,5 celsiusastetta. Tämä piste on esitetty kuvassa 14. Jäätymisalttius oli joko kohtalaista matkalentotehoilla ja voimakasta liuku- ja tyhjäkäyntitehoilla tai voimakasta kaikilla tehoilla.





**Kuva 14.** Kaasuttimen jäätymisalttius eri lämpötiloissa ja kastepisteissä sekä eri tehoasetuksilla. Kuvaan on merkitty punaisella nuolella ja pisteellä tapahtumahetkellä laskukierroskorkeudella vallinneet olosuhteet. (Kuva: ILMAILUTIEDOTUS OPS T1-18, (22.10.1984, poistettu 2003), lisäys punaisella: OTKES)

## 2.3 Tallenteet

OH-XMA:n lentoradasta pyydettiin tutkatallenteita Ilmavoimilta ja Fintraffic lennonvarmistus Oy:ltä. Fintraffic lennonvarmistus Oy:lta pyydettiin myös tallenne Jyväskylän lähilennonjohdon radiotaajuudelta. Lisäksi Finavialta pyydettiin mahdollisia Jyväskylän lentoaseman valvontakameratallenteita, joihin lento-önlähtö tai lennon osia olisi voinut tallentua.

Jyväskylän lähilennonjohdon radiotaajuuden tallenteelta kuului ohjaajan liikenneilmoitukset. Näiden perusteella lennon vaiheiden ajankohdista saatiin tarkka tieto.

Lentorata ei ollut tallentunut Ilmavoimien eikä Fintraffic lennonvarmistus Oy:n tutkiin. Lentokone ei myöskään ollut tallentunut lentoaseman ja sen alueen valvontakameroille. Silminnäkijähavaintoja verrattiin Fintraffic lennonvarmistus Oy:n tutkatallenteeseen. Vaikka OH-XMA:ta ei tutkatallenteella näkynyt, muiden tallenteella näkyneiden lentokoneiden

reittejä voitiin verrata silminnäkkijöiden havaintoihin, ja näin tarkentaa havaintojen ajankohtia.

## 2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta

Ohjaaja oli 61-vuotias ja hänellä oli voimassa oleva yksityislentäjän lupakirja ja luokan 2 lääketieteellinen kelpoisuustodistus. Tämän lisäksi hänellä oli voimassa olevat autogyrolentäjän-, purjelentäjän-, moottoripurjelentäjän- ja ultrakevytlentäjän lupakirjat sekä lennonopettajan kelpuutus ja tarkastuslentäjän valtuutukset ultrakevytlentäjän ja purjelentäjän lupakirjoja varten.

Ohjaajan kokonaislentokokemus PPL-luokan moottorilentokoneilla oli n. 320 h. Lisäksi ohjaajalla oli purjelentokokemusta yli 1270 h ja moottoripurjelentokokemusta yli 480 h, autogirokokemusta hiukan yli 200 h ja ultrakevytlentokokemusta reilut 300 tuntia. Ennen onnettomuuslentoa hän ei ollut lentänyt viimeisten 90 vuorokauden aikana.

Onnettomuuteen ei liity organisaatioita tai lentokoulutusta. Lentokone oli ohjaajan itsensä yksityisomistuksessa, ja lento oli yksityinen harjoituslento.

**Taulukko 1.** Ohjaajan lentokokemus.

Lentokokemus	Viimeisten 24 h aikana laskeutumista / tuntia	Viimeisten 30 vrk aikana laskeutumista / tuntia	Viimeisten 90 vrk aikana laskeutumista / tuntia	Yhteensä laskeutumista ja tuntia
Kaikilla PPL-lentokoneilla	-	-	-	1239 kpl / 319 h
Kyseisellä ilma-alustyypillä	-	-	-	251 kpl / 97 h
Ultrakevyillä lentokoneilla	-	-	-	1945 kpl / 323 h
Purjelentokoneilla ja moottoripurjelentokoneilla	-	-	-	2366 kpl / 1762 h
Autogiroilla	-	-	-	1599 kpl / 216 h

## 2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta

Liikenne- ja viestintävirasto julkaisee turvallisuustiedotteita, joiden tarkoituksena on tarjota yleis- ja harrasteilmailijoille katsaus tärkeisiin aiheisiin. Liikenne- ja viestintävirasto julkaisee vuosittain talvitoimintatiedotteen, jossa ohjeistetaan muun muassa kuinka toimia lennettäessä jäätävissä olosuhteissa ja annetaan ohjeita imuilman etulämmityksen käyttämiseen. Tiedotteessa annetaan myös ohjeita lentokoneen talvisäilytykseen ja sen valmisteluun lentoa varten. Siinä myös esitellään tyypillisiä onnettomuuksia talviolosuhteissa lennettäessä. Tiedotteessa mainitaan, että jäätymistä voi tapahtua olosuhteissa, joissa kosteus tiivistyy näkyväksi ja että kaasutin voi jäätymään myös rullatessa. Tiedotteessa ei kuitenkaan kerrota tarkemmin lämpötilan ja kastepisteen vaikutuksesta kaasuttimen jäätymisriskiin. Tällä hetkellä tämä tieto on saatavilla poistetusta ilmailumääräyksestä (OPS T1-18), joka löytyy Traficomien ulkopuoliselta palvelimelta.

## 2.6 Pelastustoimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius

**Finavia** ylläpitää Jyväskylän lentoaseman toimintaa. Lentoasemalla on lentoasema-alueella tapahtuvia ilmailuonnettomuuksia ja vaaratilanteita varten ilmailumääräysten mukainen pelastuspalvelu.

**Lentopelastuskeskus** koordinoi ja johtaa kadonneen ilma-aluksen etsintää Suomessa siihen asti, kunnes ilma-alus löytyy.

**Ilmasotakoululla** on lentokentän alueella oma erityisesti Ilmavoimien tarpeisiin koulutettu pelastuspalvelu, joka osallistuu lentokentän alueella tapahtuviin tehtäviin vastualueenaan erityisesti Ilmavoimien kalusto.

**Keski-Suomen pelastuslaitos** vastasi<sup>14</sup> pelastuslain<sup>15</sup> mukaisesti pelastustoiminnasta ja sen yleisjohtamisesta Keski-Suomen maakunnan alueella. Se oli yksi 22 alueellisesta pelastuslaitoksesta. Lentopelastuskeskus luovuttaa tilanteen yleisjohtajuuden pelastustoiminnan johtajalle, kun lentokone löydetään ja pelastustoimet voidaan aloittaa. Tehtävään osallistui pelastusyksiköitä Jyväskylän keskuspaloasemalta ja Seppälän paloasemalta, sekä lisäksi Tikkakosken puolivakinaisesta palokunnasta ja Ilmasotakoulusta. Näiden lisäksi tehtävään hälytettiin kaksi ensihoidon ambulanssia, ensihoidon kenttäjohtaja sekä FinnHems-lääkärihelikopteri.

## 2.7 Säädökset, määräykset ja ohjeet

### 2.7.1 Harrasterakenteisia ilma-aluksia koskevat ilmailumääräykset

Harrasterakenteisella ilma-aluksella tarkoitetaan ilma-alusta, jonka valmistus- ja kokoonpanotehtävistä vähintään 51 prosenttia suorittaa harrasterakentaja tai voittoa tavoittelematon harrasteyhdistys omiin tarkoituksiinsa ja ilman kaupallisia tavoitteita. Harrasterakenteista ilma-alusta ei tyypin hyväksyntä, eikä sille myönnetä lentokelpoisuustodistusta, vaan vaatimusten täyttyessä lupa ilmailuun. Harrasterakenteisten ilma-alusten rakentamisesta on säädetty määräyksessä AIR M5-2 ja niiden lentokelpoisuusvaatimuksista määräyksessä AIR M5-1 sekä lentokelpoisuusvalvonnasta määräyksessä AIR M16-1. Alla on esitelty määräyksiä siltä osin kuin ne koskevat tutkittavaa tapausta. Näistä AIR M5-1 ja AIR M5-2 on uusittu tarkasteltavan onnettomuuden jälkeen kesällä 2022. Alla käsitellään uusittuja versioita näistä määräyksistä, mutta esitellään myös suurimmat muutokset vanhojen ja uusien versioiden välillä.

### 2.7.2 AIR M5-2 Harrasterakenteisten ilma-alusten rakentaminen

Rakennustyössä on noudatettava ilma-alusten rakentamisessa yleisesti käytettäviä työmenetelmiä ja työn laadun on vastattava yleistä ilmailukäytäntöä.

Harrasterakentaja on vastuussa ilma-aluksensa rakentamisesta ja sen lentokelpoisuudesta. Harrasterakentaja vastaa myös siitä, että rakennustyön valvojalla on mahdollisuus riittävästi seurata rakennustyötä. Rakennustyön valvojan tehtävänä on valvoa, että rakennustyössä noudatetaan ilmailumääräyksiä ja hyvää rakennustapaa sekä tarvittaessa puuttua havaitsemiinsa epäkohtiin. Valvoja seuraa rakentamista ja koelentotoimintaa siihen saakka, kun ilma-alukselle myönnetään pysyvä lupa ilmailuun. Hän ei kuitenkaan ole vastuussa lentokelpoisuudesta. Valvojaksi sopii vastaavanlaisen ilma-aluksen loppuun asti rakentanut henkilö, taikka huoltomekaanikko tai lentokoneinsinööri, jolla on kokemusta kyseisen kokoluokan ilma-aluksista.

---

<sup>14</sup> Vuodenvaihteeseen 2022–2023 asti. Sen jälkeen vastuu siirtyi hyvinvointialueille.

<sup>15</sup> 379/2011

Harrasterakenteiselle ilma-alukselle on tehtävä lentokelpoisuustarkastus ennen käyttöönottoa. Mikäli sen todetaan täyttävän ilmailumääräyksissä määritellyt vaatimukset, myönnetään sille lupa ilmailuun koelentoja varten. Kun koelennot on lennetty loppuun, ilma-alukselle on tehtävä uusi lentokelpoisuustarkastus, jotta sille voidaan myöntää pysyvä lupa ilmailuun. Lentokelpoisuustarkastuksesta ohjeistetaan määräyksessä AIR M16-1.

### **Merkittävät muutokset vanhaan versioon nähden**

OH-XMA:n rakentamisen aikaan voimassa oli määräyksestä AIR M5-2 vanhempi versio. Tällöin harrasterakenteisen ilma-aluksen rakentajalta edellytettiin Ilmailulaitoksen myöntämää rakennuslupaa. Lupahakemus tuli lähettää liitteineen lausuntoa varten Suomen Ilmailuliitto ry:lle, joka toimitti sen lausunnollaan varustettuna edelleen Ilmailulaitokselle. Rakennuslupa myönnettiin kerrallaan 5 vuodeksi ja se voitiin uusida, kun rakentaja ilmoitti rakennustyön olevan vireillä ja ilmoituksen liitteenä oli valvojan varmentama selvitys rakennustyön vaiheesta.

Nykyisin voimassa olevassa määräyksessä rakennuslupaa ei enää edellytetä, vaan vastuuta hyvästä rakennustavasta ja lentokelpoisuudesta on jätetty enemmän harrasterakentajalle ja rakennustyön valvojalle. Rakennusluvan sijasta enemmän painoarvoa on nykyisin rakennuskertomuksella, jonka vaatimukset ovat yksityiskohtaisemmat kuin aiemmassa määräyksessä.

Ensimmäinen varsinainen tarkastus lentokoneelle tehdään vasta rakennusvaiheen lopussa, kun sille haetaan tilapäinen lupa ilmailua ja koelentoja varten. Tällöin lentokoneelle suoritetaan lentokelpoisuustarkastus.

### **2.7.3 AIR M5-1 Harrasterakenteisten sekä tutkimus-, kokeilu- tai tieteellisiin tarkoituksiin valmistettujen ilma-alusten lentokelpoisuusvaatimukset**

Määräyksen AIR M5-1 mukaan ilma-aluksen suunnittelussa on otettava huomioon, että rakenne on sellainen, että se suojaa ilma-aluksessa olijoita myös pienehköissä onnettomuuksissa, joissa ilma-alus vaurioituu suunniteltujen kuormien ylittämisen vuoksi. Laitteiden ja varusteiden kiinnitys on suunniteltava siten, että ne eivät pienehköissä onnettomuuksissa irtoa ja näin aiheuta vahinkoa ilma-aluksessa olijoille.

Ilma-aluksen tuulilasin ja ikkunoiden on oltava valmistettu materiaalista, joka ei helposti pirstoudu eikä haittaa turvallista näkyvyyttä. Ohjaajan on voitava yltää kaikkiin hallintalaitteisiin ja käyttää niitä ilman, että hän siirtyy paikaltaan tai että turvavyöt tai ilma-aluksen rakenteet estävät häntä.

Istuimet on suunniteltava siten, että ne kestävät rajakuormat. Jokaisella istuimella on oltava turvavyöt olkahihnalla varustettuna. Turvavöiden on oltava vähintään 3-pistetyyppisiä ja niiden on materiaaliltaan sekä laadultaan vastattava ilmailu- tai autokäyttöön hyväksytyjä turvavöitä.

Moottorin tai sähköisen voimalinjan ei tarvitse olla tyyppi hyväksytty, jos on olemassa edellytykset moottorin tai voimalinjan ja sen asennuksen turvalliselle toiminnalle. Mikäli kaasutin on sellaista tyyppiä, että se saattaa jäätyä, on moottori varustettava riittävän tehokkaalla imuilman esilämmitysjärjestelmällä.

Ennen kuin pysyvä lupa ilmailuun voidaan myöntää, on lentokelpoisuustarkastajan todettava, että lento-ohjekirjan tyyppitiedot ja toiminta- ja käyttörajoitukset vastaavat ilma-alusta ja koelentokertomusta. Lento-ohjekirjasta on toimitettava kopio Liikenne- ja viestintävirastolle. Ilma-aluksen huoltoa varten on oltava ohjeet, ja ohjeisiin on tehtävä tarpeelliset muutokset ilma-aluksen käytöstä saatujen kokemusten mukaan ja ilmailumääräysten niin edellyttäessä.

## **Merkittävät muutokset vanhaan versioon nähden**

Uudessa versiossa määräyksestä AIR M5-1 tarkennetaan vaadittavien turvavöiden kuvausta. Ilma-alukseen on oltava asennettuna istuin- ja olkavyöt hyväksytyin istuinpaikkaluvun mukaisille istuimille. Olkavyötä ei saa olla kiinnitetty lantiovyöhön neulomalla, lenkillä tai vastavalla tavalla. Keskuslukko avaamalla kaikkien istuinvyön osien on vapauduttava niin, ettei poistuminen ilma-aluksesta esty.

Vanhassa versiossa moottorin turvallinen toiminta todistettiin siten, että sitä oli koekäytetty maassa vähintään 3 tuntia, ja että sillä lennettiin ennen luvan ilmailuun myöntämistä vähintään 45 tuntia. Uudessa määräyksessä edellä mainitut vaatimukset ovat edelleen voimassa, mutta vaatimusta on tarkennettu siten, että moottorin on toimittava koelentoilla häiriöttömästi ilman muutoksia yhtäjaksoisesti vähintään edellä mainitun 45 tunnin ajan. Vastaavasti potkurin luotettavuus edellyttää nykyään sen toimimista häiriöttömästi koelentoilla ilman muutoksia yhtäjaksoisesti 45 tunnin ajan.

### **2.7.4 AIR M16-1 Kansallisten ilma-alusten lentokelpoisuusvalvonta**

Määräyksen AIR M16-1 mukaan Liikenteen turvallisuusvirasto<sup>16</sup> tekee kansallisen ilma-aluksen ensimmäisen lentokelpoisuustarkastuksen ja antaa lentokelpoisuuden tarkastustodistuksen tai väliaikaisen luvan ilmailuun ennen ensimmäisen lentokelpoisuustodistuksen tai luvan ilmailuun myöntämistä.

Lentokelpoisuustodistuksen tai luvan ilmailuun myöntämisen jälkeen määrävälein tehtävän lentokelpoisuustarkastuksen voivat tehdä Liikenteen turvallisuusviraston lisäksi hyväksytyt lentokelpoisuuden hallintaorganisaatiot, lentokelpoisuustarkastajat ja erillisellä lentokelpoisuustarkastajan valtuutuksella myös huoltomekaanikon lupakirjan haltijat.

Lentokelpoisuustarkastus tehdään ilma-aluksen omistajan, haltijan tai käyttäjän tilauksesta ja siinä tarkastetaan, että ilma-alus täyttää tarkastushetkellä voimassa olevat jatkuvalle lentokelpoisuudelle asetetut vaatimukset. Ilma-aluksen järjestelmät, laitteet sekä varusteet ja asiakirjat tarkastetaan. Tarvittaessa lennetään koelento.

Liikenteen turvallisuusvirasto tai lentokelpoisuuden hallintaorganisaatio laatii lentokelpoisuustarkastuksesta hyväksyntänsä mukaisesti lentokelpoisuuden tarkastuspöytäkirjan ja lentokelpoisuuden tarkastustodistuksen, jossa todetaan ilma-aluksen lentokelpoisuus ja johon merkitään lentokelpoisuuden tarkastustodistuksen voimassaolon päättymispäivämäärä. Lentokelpoisuuden tarkastustodistus on voimassa 36 kk.

### **2.7.5 PEL M3-4 Ilma-alushuoltajan kansalliset vaatimukset**

Määräyksen PEL M3-4 kohdassa 3. määritellään harrastemekaanikko.

Harrastemekaanikko on ilmailuviranomaisen määrittelemä kansallinen lupakirjaluokka, jonka haltijalla on oikeus antaa huoltotodiste lupakirjassa määriteltyihin ilma-aluksiin. Harrastemekaanikon lupakirja voidaan myöntää myös harrasterakenteisen ilma-aluksen, joka on valmistunut ja saanut luvan ilmailuun, rakennusluvassa<sup>17</sup> mainitulle henkilölle tai rakennusluvan saaneen yhdistyksen nimeämille henkilöille tietyin reunaehdoin.

---

<sup>16</sup> Määräys AIR M16-1 on julkaistu vuonna 2012, jolloin Liikenteen turvallisuusvirasto vielä oli olemassa. Nykyisin sen tehtäviä hoitaa Liikenne- ja viestintävirasto.

<sup>17</sup> Määräyksen AIR M5-2 uudistetussa versiossa ei enää ole vaatimusta rakennusluvasta.

Harrastemekaanikon lupakirjan vaatimuksena on koulutus- ja kokemusminimit, joilla pyritään varmistamaan lupakirjan haltijan riittävä ammatillinen taito ilma-aluksen järjestelmiin ja huoltamiseen.

### **2.7.6 Jäätävissä olosuhteissa lentämistä ja kaasuttimen jäätymistä koskeva ohjeistus**

Tietoa kaasuttimen jäätymisestä on aiemmin ollut saatavilla ilmailutiedotteesta OPS T1-18. Tiedote on kuitenkin poistettu ilmailumääräyskokoelmasta vuonna 2003, ja tällä hetkellä suomenkielistä ohjeistusta lämpötilan ja kastepisteen vaikutuksesta kaasuttimen jäätymisriskiin ei ole saatavilla Liikenne- ja viestintäviraston tai harrasteilmailujärjestöjen internetsivuilta. Liikenne- ja viestintäviraston sivuilta löytyy kuitenkin linkki vanhentuneeseen tiedotteeseen.

Vastaavat tiedot löytyvät englanninkielisenä verkosta EGAST<sup>18</sup>-sarjan "GA5 Piston Engine Icing" -oppaasta, joka on linkitetty EASAn<sup>19</sup> sivuille. Ohjeistuksessa on esitelty jäätämisen tyyppit, minkälaiset moottorit ovat alttiina jäätämislle, millaisissa olosuhteissa jäätämistä esiintyy, miten sen voi huomata ja miten sen jälkeen tulisi toimia.

Liikenne- ja viestintävirasto on vuonna 2021 julkaissut Ilmatieteen laitoksen tekemän "Lentosääoppia harrasteilmailijoille" -ohjeistuksen. Dokumentissa kerrotaan sääilmiöistä, joihin Suomessa lentävän on syytä varautua. Ohjeistuksessa mainitaan myös kaasuttimen jäätyminen ja varoitetaan siitä, että kaasuttimen jäätyminen olosuhteita ei ennusteta lentosää tiedotteissa. Kaasuttimen jäätymisestä mainitaan, että se on tavallista lämpimänä ja kosteana päivänä, kun sisään virtaavan ilman kosteussisältö on suuri. Lisäksi mainitaan, että jäätyminen voi tapahtua myös selkeänä päivänä lämpötilan ollessa nollan yläpuolella. Ohjeistuksessa ei kuitenkaan kerrota tarkemmin lämpötilan ja kastepisteen vaikutuksesta kaasuttimen jäätymisriskiin.

Liikenne- ja viestintäviraston vuosittain julkaisemassa talvitoimintatiedotteessa yleis- ja harrasteilmailijoille ohjeistetaan, että talvella lentäessä ohjaajan kannattaisi ottaa tavaksi käyttää moottorin etulämmitystä 15–20 minuutin välein 30–45 sekuntia kerrallaan, jotta kaasutin pysyy vapaana jäästä. Lisäksi ohjaajan tulisi tarkkailla moottorin kierroslukua ja käyttää imuilman etulämpöä aina, kun moottorin kierrosluku laskee alle 2000 rpm, riippumatta olosuhteista. Laskukierroksessa puolestaan suositetaan pitämään etulämpö päällä koko ajan. Mikäli lentokoneessa ei ole etulämmitystä lainkaan, suositellaan ohjaajaa pysymään kaukana olosuhteista, joissa kosteus tiivistyy näkyväksi.

## **2.8 Muut selvitykset**

### **2.8.1 Polttoainetutkimukset**

Lentokoneen säilytys- ja lähtöpaikalta löytyi muovinen polttoainekanisteri, jonka sisältö ei vastannut lentokoneen polttoainejärjestelmästä otettua polttoainenäytettä. Kanisterista otettiin näyte, jota verrattiin polttoainejärjestelmän näytteeseen. Tavoitteena oli selvittää, oliko lentokoneessa käytetty useaa eri polttoainelaatua.

Näytteet lähetettiin tutkittavaksi Neste Oy:n polttoainelaboratorioon. Tutkimusten perusteella polttoainejärjestelmän näyte oli 98E-bensiiniä ja polttoainekanisterin näyte pienmoottoribensiiniä. Polttoainejärjestelmän näytteessä ei havaittu viitteitä pienkonebensiniästä. Lentokoneen polttoainejärjestelmästä otettu näyte sisälsi epäpuhtauksia ja ainesosia, joita ei pys-

---

<sup>18</sup> European General Aviation Safety Team, Eurooppalaisten ilmailujärjestöjen turvallisuusyhteistyöelin.

<sup>19</sup> European Union Aviation Safety Agency eli Euroopan unionin lentoturvallisuusvirasto

tytty määrittämään. Epäpuhtauksilla ei ollut merkittävää vaikutusta polttoaineen ominaisuuksiin. Näytteen vesipitoisuus oli koholla, mutta irtovettä ei havaittu. Lentokoneeseen tankatun polttoaineen alkuperää tai alkuperäistä määrää ei voitu tutkimuksissa varmistaa.

Ohjaajan polvilevyn muistiinpanoissa oli kuitenkin merkintä tankkausmäärästä 37 litraa, ja hänen autostaan löytyi 98E-polttoaineen tankkauskuitti.

### **2.8.2 Polttoainehanan jälkeisen polttoainejärjestelmän tilavuus**

Polttoainejärjestelmän tilavuus sulkuhanan jälkeen laskettiin seuraavilla oletuksilla: Järjestelmässä oli sisähalkaisijaltaan 6 mm:n polttoaineletkua noin 1 metri, jonka tilavuus oli noin 0,28 dl. Lisäksi järjestelmään kuului vedenerotuskuppi, jonka tilavuus oli noin 1,5 desilitraa, sekä kaasuttimen kohokammio, jonka tilavuus oli noin 0,25 dl. Polttoainejärjestelmän tilavuudeksi sulkuhanan jälkeen arvioitiin siten noin 2,03 desilitraa.

Tällä polttoainemäärällä OH-XMA olisi pystynyt lentämään matkatehoilla hieman yli yhden minuutin ajan. Tämän perusteella on epätodennäköistä, että lento-ohjelmalla olisi suoritettu polttoainehana suljettuna.

### **2.8.3 Koekäytöt vastaavalla moottorilla**

Tutkinnassa suoritettiin koekäyttöjä onnettomuudessa ollutta vastaavalla moottorilla ja polttoainejärjestelmällä. Koekäyttöjen tarkoituksena oli selvittää, kuinka kauan moottori käy tilanteessa, jossa lento-ohjelmalla lähdetään polttoainehana kiinni -asennossa. Lisäksi haluttiin selvittää, kuinka moottori käyttäytyy, kun rikastin vedetään kiinni eri tehoasetuksilla.

Tyhjäkäynnillä 1250 rpm moottori pysyi käynnissä ensimmäisessä kokeessa 38 sekuntia ja toisessa 47 sekuntia. Kun kierrosluku nostettiin matkalentotehoihin 2500 rpm, moottori pysyi molemmissa testeissä käynnissä kahdeksan sekuntia polttoainehana kiinni -asennossa.

Matkalentoteholla kokeiltiin myös rikastimen kiinni vetämistä. Tässä kokeessa moottori tukehtui ja sammui noin viiden sekunnin kuluessa.

Koekäyttöjen perusteella voidaan todeta, että vastaavalla polttoainejärjestelmällä varustettu moottori sammuu alle minuutissa, jos polttoainehana on kiinni -asennossa. Lento-ohjelmalla lähtö polttoainehana suljettuna ei siten vaikuta mahdolliselta, vaikka järjestelmän tilavuus hanan jälkeen mahdollistaisi lentämisen matkateholla hieman yli minuutin ajan.

### **2.8.4 Kierroslukumittarin tutkimus**

Kierroslukumittari lähetettiin tutkittavaksi Insta ILS Oy:hyn. Kierroslukumittari tutkittiin mikroskoopilla poikkeamien, kuten jänniteläpilyöntien, oikosulkujen, lämpö- ja palovaurioiden, huonojen juotosten, eristevaurioiden sekä mahdollisten irto-osien varalta.

Toimintakokeiden aikana kierroslukumittarin signaalilinja ei maadoittunut laitteen koteloon tai muuhunkaan mitattuun linjaan, eikä jälkiä aiemmasta mahdollisesta signaalilinjasta läpilyönnistä tai maadoittumisesta koteloon tai muihin sähköisiin osiin havaittu. Kierroslukumittarin koneiston runko ja kotelo on kokonaan eristetty laitteen muista sähköisistä osista, myös maatasosta. Mittauksissa ei havaittu vuotoja koneiston rungosta tai kotelosta muihin osiin. Kierroslukumittarin tarkastuksissa tai testauksissa ei havaittu muita poikkeamia kuin näyttötauluun tehdyt muutokset. Tutkimusten perusteella kierroslukumittarista ei löytynyt vikaa, joka olisi voinut maadoittaa magneeton ja aiheuttaa moottorin sammumisen.

## **2.8.5 C 22/1998 L: Ultrakevyen lentokoneen lentovaurio Kymin lentopaikan läheisyydessä 26.9.1998**

Onnettomuustutkintakeskus on vuonna 1998 tutkinut toisen Suomessa tapahtuneen Monnett Sonerai I -lentokoneen onnettomuuden. Ohjaaja nousi ilmaan itserakennetulla lentokoneella Kymin lentopaikalta. Lähtökiidon jälkeen, noustuaan noin 100 m:n korkeuteen, ohjaaja kytki lentokoneen sähköisen polttoainepumpun pois käytöstä, sillä hän pelkäsi lentokoneen oikean kaasuttimen alkavan tulvia. Muutaman sekunnin jälkeen sähköpumpun poiskytkennästä moottori pysähtyi yllättäen, ilman ennakkovaroitusta. Ohjaaja arvioi lentokentälle paluun mahdottomaksi, joten hän yritti päästä laskuun hakkuuaukealle. Lentokoneen liitokyky ei kuitenkaan riittänyt sinne asti, joten ohjaaja teki laskun puiden latvoihin. Lentokoneen nopeus pysähtyi puiden latvoihin, minkä jälkeen se putosi noin 12 m korkeudesta nokka edellä maahan. Lentokone vaurioitui pahoin, mutta ohjaaja selvisi vammoitta.

Teknisissä tutkimuksissa moottori purettiin, mutta siinä ei todettu teknistä vikaa, joka olisi selittänyt moottorin pysähtymisen ilmassa. Moottorissa oli yksinkertainen sytytysjärjestelmä, eli yksi laukaisulaitteella varustettu magneetto. Magneetto oli hyvässä kunnossa, mutta sen maadoituskytkimen kaapeli oli tehty lentokonekäyttöön sopimattomasta materiaalista. Tutkimuksissa todettiin, että maadoituskaapelin ylisuuri kaapelikenkä saattoi koskettaa samalla kondensaattorin runkoon ja maadoittaa magneeton. Tähän viittaa se, että magneetto ei antanut kipinää ennen kuin kaapelikenkä oli irrotettu ja uudelleenkiinnitetty. Vääränlainen maadoituskaapeli oli jäänyt kuitenkin huomaamatta sekä lentokoneen rakennustyön valvojalta että katsastajalta.

Tutkinnassa todettiin, että ohjaajan selviytymisen kannalta oli erittäin tärkeää, että huomattaessaan törmäävänsä puihin, hän ohjasi lentokoneen hallitusti latvoihin ilman viimehetken korjausliikkeitä tai kaartoja.

Onnettomuustutkintakeskus antoi tämän tutkinnan yhteydessä kaksi turvallisuussuositusta:

- 1. Rakennettaessa harrasterakenteisia ilma-aluksia, tulisi hakea tietoa ja malleja tyyppihyväksytyistä ilma-aluksista. Moottorin toiminnan kannalta tärkeitä osia olisi syytä hankkia esim. käytöstä poistetuista tyyppihyväksytyistä ilma-aluksista, jolloin ne ovat "lentokonelaatua". Tällaisia osia ovat mm. magneettokytkimet, päävirtakytkimet, sähköjohtimet yms.*
- 2. Harrasterakentamista valvovien henkilöiden tulisi tarkoin seurata rakennustyön etenemistä ja arvioida kriittisesti rakenneratkaisuja, jotka poikkeavat piirustuksista ja materiaaleja, joita ei normaalisti käytetä lentokonerakennuksessa.*

*Myös lentokonekatsastajien tulisi kiinnittää huomiota edellä mainittuihin seikkoihin katsastuksien yhteydessä.*

Näiden yleisluontoisten suositusten toteutuminen vaihtelee.

## **2.8.6 C 17/1999 L: Lentovaurio Viitasaaren lentopaikalla 4.8.1999**

Onnettomuustutkintakeskus tutki vuonna 1999 Viitasaaren lentopaikalla tapahtuneen onnettomuuden, jossa S-6 Coyote II mod -tyyppinen ultrakevyt lentokone menetti ylösvedossa tehoaan, ja ohjaaja teki pakkolaskun kiitotien jatkeella olevaan metsikköön.

Tutkinnassa ei löytynyt yhtä yksittäistä syytä moottorin tehonmenetykseen, mutta suurimpana syynä pidettiin imuputkien suurta pituutta ja jyrkkiä mutkia, joiden takia niissä syntyi suuri virtaushäviö. Pitkät imuputket jäähtyvät ilmapirran vaikutuksesta, ja polttoaine tiivistyy putkien seinämiin. Kun moottori on käynyt jonkin aikaa tyhjäkäyntiä, esimerkiksi liu'ussa, ja



kun kaasuläppää uudelleen avataan, lähtee imuputkiston seinämiin tiivistynyt polttoaine liikkeelle voimistuneen ilmaseosvirtauksen johdosta. Tällöin moottori saa niin rikasta polttoaineseosta, että sen käynti häiriintyy ja moottori voi jopa sammua.

Tutkinnassa annettiin yksi suositus koskien nelipisteturvavöiden käyttöä ultrakevyissä lentokoneissa. Nykyisin voimassa olevien säädösten mukaan istuinvöiden on oltava kolmi- tai nelipistetyyppiä.

### **2.8.7 C 11/2002 L: Ultrakevytlentokoneen onnettomuus Viitasaarella 16.11.2002**

Onnettomuustutkintakeskus tutki vuonna 2002 Rans S-7 L Courier -tyyppisen ultrakevytlentokoneen onnettomuuden. Lentoonlähdessä lentokoneen lähestyessä kiitotien loppupään tasaa, lentokoneen moottori sammui äkillisesti. Nopeuden hidastuttua nopeasti lentokone joutui jyrkkenevään vasemmalle kaartavaan syöksyyn ja törmäsi maahan. Ohjaaja loukkaantui vakavasti ja ilma-alus vaurioitui pahoin.

Lentokoneessa oli auton moottori ja sen polttoainepumppu oli varustettu paluuputkella polttoainesäiliöön höyrylukon välttämiseksi. Tutkinnassa selvisi, että moottorin polttoainepumpun paluuputki oli asennettu virheellisesti. Tämä johti todennäköisesti höyrylukon syntymiseen polttoainejärjestelmään, minkä takia polttoaineen syöttö katkesi. Paluuputken virheelliseen asennukseen oli osaltaan vaikuttanut se, että moottorin muutostyön valvonta oli epäonnistunut täysin.

Onnettomuustutkintakeskus antoi tämän tutkinnan yhteydessä neljä turvallisuussuositusta, joista seuraavat liittyvät myös OH-XMA:n tutkintaan:

*Ilmailumääräyksissä ei rakennustyön valvojan pätevyysvaatimuksia eikä valvontatyön sisältöä ole määritelty. Pätevyysvaatimusten määrittely helpottaisi oikeiden henkilöiden valintaa valvojan tehtävään. Valvojan työn kuvaus auttaisi valvojia ymmärtämään oman asemansa ja vastuunsa rakennustyön aikana. Valvojan tulisi olla koko rakennustyön ajan niin aktiivisesti mukana, että hän todellisuudessa voi valvoa rakentamista ohjaavassa roolissaan. Toimintansa perusteella hän voisi antaa rakennustyöstä oman tarkastuslausuntonsa sekä katsastajan, että ilmailuviranomaisen jatkotoimenpiteitä varten.*

- 1. Tutkijalautakunta esittää, että Ilmailulaitoksen Lentoturvallisuushallinto täydentää harrasterakenteisten ilma-alusten rakentamista käsittelevää ohjeistustaan rakennustyön valvonnan osalta.*

Uusitussa AIR M5-2:ssa vastuuta rakennustyön valvonnan toteuttamisesta on tarkennettu rakentajalle, joten suositusta voi pitää osittain toteutettuna. Painopistettä on tosin siirretty valvonnasta rakentajan omaan vastuunkantoon.

*Valvojan tuki katsastustoiminnalle on huomattava ensimmäisen turvallisuussuosituksen mukaisesti toteutettuna. Rakentajan lisäksi myös valvojan tulisi olla ensikatsastuksessa mukana. Mikäli katsastuksessa todetaan useita tai turvallisuuden kannalta vakavia puutteita, tulisi kohteet tarkastaa uudelleen korjaavien toimenpiteiden jälkeen.*

- 2. Tutkintalautakunta esittää, että Ilmailulaitoksen Lentoturvallisuushallinto lisäisi harrasterakenteisten ilma-alusten ensikatsastusten todellisia mahdollisuuksia ilma-alusten ja niiden varusteiden lentokelpoisuuden valvonnassa.*

Lentokelpoisuustarkastuksessa havaittujen vakavien tai useiden puutteiden johtaminen uusintatarkastukseen tai rakennustyön valvojan läsnäolovaatimus tarkastuksessa ei ole toteutunut. Jälkimmäinen suositus on siten toteuttamatta.

### **2.8.8 L2014-02: Kahdeksan laskuvarjohyppääjän kuolemaan johtanut lento-onnettomuus Jämijärvellä 20.4.2014**

Onnettomuustutkintakeskus tutki vuonna 2014 Jämijärvellä tapahtuneen Comp Air 8 -tyyppisen lentokoneen onnettomuuden, jossa lentokoneesta katkesi siipi ja kahdeksan laskuvarjohyppääjää menehtyi lentokoneen törmätessä maahan.

Lentokoneen molempiin siipiin oli tehty kärkievärakenne, johon kuului jatke siiven tasossa ja kärkievä. Rakennusluvassa ei ollut näistä mainintaa eikä niiden vaikutusta lujuteen ja lent ominaisuuksiin ollut selvitetty ennen rakentamisen aloittamista. Siipeen tehdyt muutokset lisäsivät lentokoneeseen kohdistuneita aerodynaamisia voimia. Rakennusluvassa ilmoitettu varmuuskerroin siipituen todellisessa kuormituskestävyydessä negatiiviselle kuormituskerroimelle -1,8 lentokoneen maksimipainolla ei laskelmien mukaan toteutunut.

Onnettomuuden välitön syy oli lentokoneen oikeanpuoleisen siiven siipituen kestävyys ylittyminen negatiivisen kuormitusmonikerran aiheuttaman voiman seurauksena. Siipituen nurjahtaminen johti oikeanpuoleisen siiven kääntymiseen lentokoneen runkoa ja hyppyovea vasten, mikä esti hyppyoven käyttämisen poistumistienä.

Onnettomuustutkintakeskus antoi tämän tutkinnan yhteydessä viisi turvallisuussuositusta. Näistä seuraava liittyy OH-XMA:n tutkintaan:

*Rakennuslupahakemuksesta ei käynyt ilmi, että lentokoneeseen rakennettiin itse suunnitellut kärkievät. Rakennuslupaan ei haettu muutosta. Rakenteelliset muutokset jäivät valvojalta ja katsastajilta huomioimatta. Tehdyt muutokset lisäsivät koneen rakenteen kuormitusta.*

*Onnettomuustutkintakeskus suositaa Liikenteen turvallisuusvirastoa varmistamaan, että harrasterakenteisten ilma-alusten rakennustyön valvojien ja katsastajien kokemus ja koulutus vastaavat rakennustyön sekä muutosten valvonnan vaatimuksia. [2015-S10]*

Valvojaksi sopii nykyisin vastaavan lentokoneen rakentanut, huoltomekaanikko tai lentokoneinsinööri. Ensimmäinen lentokelpoisuuden tarkastaminen on onnettomuuden jälkeen rajattu Liikenne- ja viestintäviraston tehtäväksi. Suositusta voi siten pitää osittain toteutettuna.

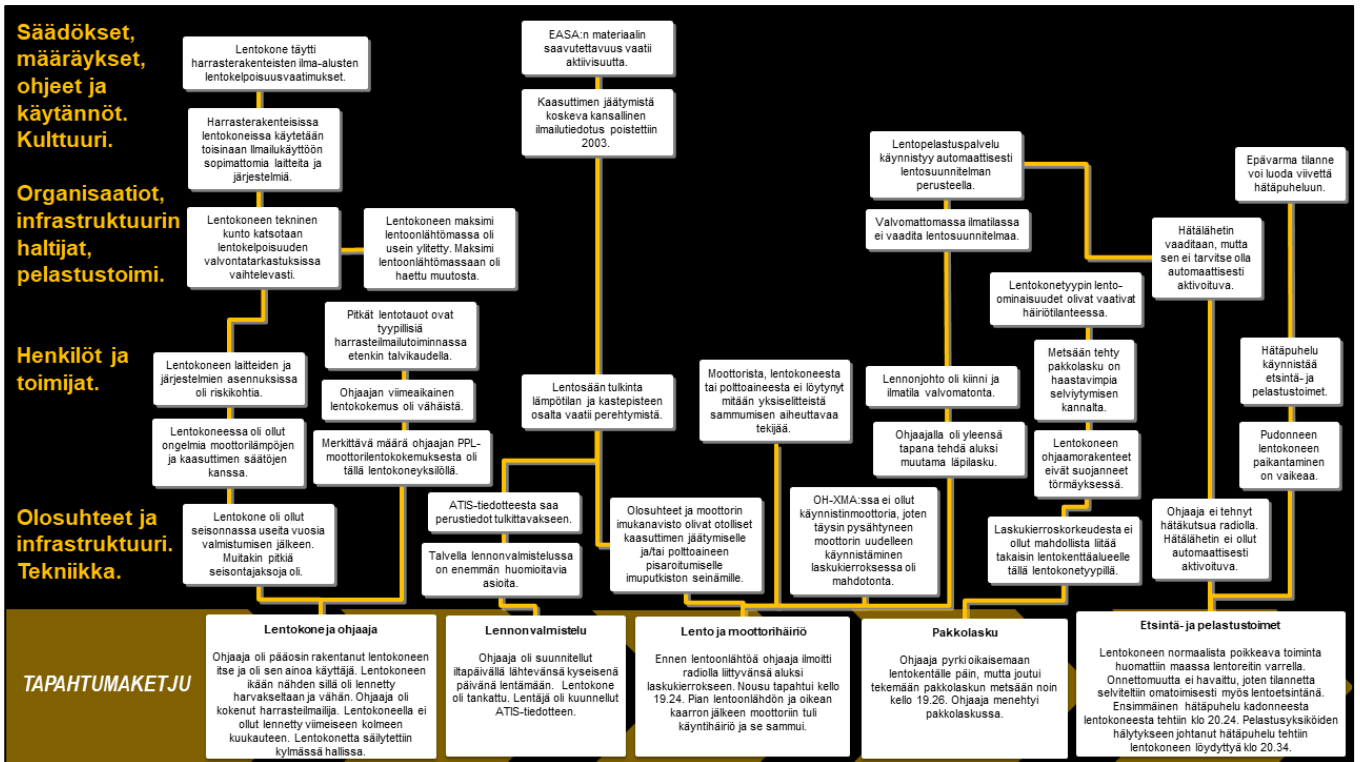
### **2.8.9 Kajaanin Monnet Sonerai II L -onnettomuus**

Kajaanissa tapahtui vuonna 2019 yhden ihmisen kuolemaan johtanut lento-onnettomuus. Onnettomuuteen joutunut lentokone oli tyyppiltään Monnet Sonerai II L, joka on kaksipaikkainen versio Sonerai I:stä. Onnettomuudessa lentokoneeseen tuli moottorihäiriö, ja ohjaaja teki pakkolaskun korkeaa viljaa kasvaneelle pellolle. Pakkolaskussa lentokone kääntyi nokan kautta ympäri. Sen kuomu rikkoutui, ja ohjaamon takaosan ylimmät runkorakenteet sekä sivuvaakaaja vääntyivät, jolloin ohjaaja jäi puristuksiin lentokoneen ja maan väliin. Ohjaaja menehtyi onnettomuudessa.

Onnettomuustutkintakeskus ei tehnyt tutkintaa onnettomuudesta, mutta käytettävissä olevien tietojen perusteella lentokoneen rakenne ei suojannut ohjaajaa, vaan hän sai kuolemaan johtaneet vammat hitaalla nopeudella tapahtuneessa lentokoneen ympärimenossa.

### 3 ANALYYSI

Tapahtuman analysoinnissa on käytetty Onnettomuustutkintakeskuksen edelleen kehittämää Accimap<sup>20</sup>-menetelmää. Analyysitekstin jäsentely perustuu tutkinnassa laadittuun Accimap-kaavioon. Onnettomuus kuvataan kaavion alaosassa tapahtumaketjuna. Tapahtumaketjun taustalta esiin tulevia tekijöitä puretaan kaaviossa eri analyysitasoilla.



Kuva 15. L2022-02 ACCIMAP-analyysikaavio. (Kuva: OTKES)

#### 3.1 Lentokone ja ohjaaja

##### Moottorin ongelmat

Moottoriöljyn- ja sylinterinpään lämpötilat olivat aiemmin olleet korkealla, ja varhaisia koelentoja oli jopa keskeytetty lämpöjen noustua liikaa. Korkea käyntilämpötila on vaikuttanut moottorin yleiseen kulumiseen, erityisesti kampikoneiston laakeroinnin osalta, sillä moottorin kokonaisikäntaika oli hyvin vähäinen. Korkeat lämpötilat ovat todennäköisesti olleet seurausta moottorin kuormittamisesta liian suurella potkurilla. Myös pitkät käyttämättömyysjaksoit mahdollisesti selittävät osan laakeroinnin kuluneisuudesta.

Kaasuttimen jatkuva säätötarve saattoi olla osittain seurausta pitkistä imusarjoista ja polttoaineen tiivistymisestä niiden seinämiin. Myös moottorin liiallinen kuormittaminen on voinut vaikeuttaa oikean seossäädön löytymistä. Mainitut ongelmat eivät kuitenkaan todennäköisesti sammuttaneet moottoria.

Potkuriakselin tuennan rakenne ei mahdollistanut tukilaakerin tarkastamista huolloissa ilman rakenteen purkamista. Lentokoneen huoltokirjanpidossa ja huolto-ohjeissa ei otettu kantaa laakerin tarkastamiseen tai huoltoon. Laakerin ja akselin välille oli muodostunut huomattava

<sup>20</sup> Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

vällys kulumisen vuoksi. Kulumisen oli aiheuttanut kampiakselin liiallinen pitkittäisvällys. Potkuriakselin tuenta olisi ajan mittaan saattanut heikentyä siinä määrin, että akselin kiinnitys olisi voinut rikkoutua. Potkuriakselin laakerointi ja kiinnitys kampiakseliin olisi hyvä huomioida huolto-ohjelmassa.

### **Riskikohteita ja ilmailukäyttöön soveltumattomia asennuksia**

Moottorissa oli yksinkertainen sytytysjärjestelmä ilman varajärjestelmää. Yksinkertainen sytytysjärjestelmä on kuitenkin tavanomainen ilmailukäyttöön muunnetuissa auton moottoreissa. Moottorin kierroslukumittari oli kytketty magneetossa maadoituskytkimen kanssa samaan liitäntäpisteeseen. Maadoitusliitäntän käyttäminen kierroslukumittaukseen lisää riskiä moottorin äkilliseen sammumiseen, sillä mittarin tai johdotuksen vikaantuminen voi maadoittaa magneeton ja sammuttaa moottorin. Maadoitukseen riittää yksittäisen komponentin tai piirilevyn vioittuminen. Tästä johtuen kierroslukumittari tutkittiin mahdollisen vikaantumisen tai läpilyöntien varalta. Tutkimuksissa havaittiin mittarin toimineen normaalisti.

Mittaritaulussa olleen "carb heat" -seoslämpömittarin anturi oli liian kaukana kaasuttimesta imuputkien y-haarassa, jolloin sen näyttämä lämpötila on ollut todennäköisesti liian korkea verrattuna lämpötilaan kaasuttimen kurkussa. Tämä on saattanut vaikuttaa siihen, että imuilman etulämmitystä ei ole kytketty ajoissa päälle.

Lentokoneen sähköjärjestelmän johdotuksissa ja liitäntöissä oli käytetty sekalaisia materiaaleja. Autotarvikkejohtojen lisäksi löytyi rakennussähköasennuksissa käytettävää kaapelia. Liitäntöissä oli käytetty myös suojaamattomia puristusliittimiä. Sähköjohtojen sidonta oli puutteellista, ja johtojen reititys mahdollisti niiden hankautumisen lentokoneen rakenteisiin. Vaikka luetelluilla riskikohteilla ei todennäköisesti ollut suoraa vaikutusta onnettomuuteen, myös nämä olisivat voineet aiheuttaa moottorin äkillisen pysähtymisen.

Ilma-alusten sähkö-, avioniikka- ja laiteasennuksissa on otettava huomioon käytön ja ympäristön vaikutus laitteistoon ja asennustapaan, sekä varmistettava johtojen laadun sopivuudesta. Usein sähköasennukset jäävät ilma-aluksissa rakenteiden ja verhoilujen sisälle tai taakse, jolloin niiden kunnan jatkuva seuraaminen vaikeutuu. Johtojen, letkujen ja putkien oikeanlaisella sidonnalla varmistetaan osien kestävyys. Varsinkin alueilla, joissa on sähköjohtojen lisäksi palavia nesteitä sisältäviä letkuja tai putkia, tarkoitukseen sopimattomat johdot, liittimet ja sidontatavat aiheuttavat tulipalon riskin. Ilmailukäyttöön hyväksytyt johdot ovat PTFE<sup>21</sup>-eristeisiä, jolloin niiden lämpö- ja taivutuskestävyys ovat parempia kuin auto- tai rakennuskäyttöön tarkoitetuissa PVC<sup>22</sup>-eristeisissä sähköjohdoissa. Sidonnassa tulee ottaa huomioon myös johtojen lämpeneminen ja johtojen reitityksestä aiheutuvat mahdolliset signaalihäiriöt. Johtojen laadulla on suuri merkitys johtavuuden, kestävyiden ja painon kannalta. Ilma-aluksiin tarkoitettut johdot on suunniteltu ilmailun vaatimuksiin ja autoteollisuuden käyttämiin johtoihin verrattuna niillä on halkaisijaan nähden parempi johtavuus, joka mahdollistaa painonsäästön pienemmän johdon seurauksena. Johtojen kuori on usein jäykempää ja hankausta paremmin kestävä.

### **Harrasterakenteisten ilma-alusten asennukset, tekninen kunto ja lentokelpoisuuden valvonta**

Ilma-alusten ja niiden osien suunnittelussa, rakentamisessa ja huoltamisessa on otettava huomioon käyttöympäristö. Ilma-aluksissa haasteita järjestelmien toiminnalle aiheuttavat muun muassa lämpötilavaihtelut, kosteus, kiihtyvyydet, sekä värinä. Lisäksi rakenteet ja järjestelmät

---

<sup>21</sup> Polytetrafluorieteeni, yleisemmin tunnettu kaupan nimellä Teflon.

<sup>22</sup> Polyvinyylidikloridi

pyritään pitämään mahdollisimman kevyinä ja pienikokoisina. Järjestelmien on oltava toimintavarmoja, koska pienetkin häiriöt voivat vaikuttaa lennon turvalliseen toteuttamiseen. Näistä syistä on tärkeää, että ilma-alukseen asennettavat materiaalit, osat ja järjestelmät on suunniteltu toimimaan luotettavasti kyseisessä ympäristössä ja tehtävässä.

Tyyppihyväksytyjen ilma-alusten osat ja järjestelmät tutkitaan ja testataan tarkasti ennen käyttöönottoa. Järjestelmillä ja osilla on tarkat laatuvaatimukset, joiden on täyttyvä ennen niiden hyväksymistä ilma-aluskäyttöön. Tämän lisäksi useiden eri järjestelmien toimintaa seurataan määräaikaisella testauksella ja tarkastuksilla, sekä osien käyttöä valvotaan. Tämä pätee myös ilmailukäyttöön tarkoitettuihin raaka-aineisiin ja materiaaleihin.

Tyyppihyväksymättömien harrasterakenteisten ilma-alusten määräykset ja vaatimukset ovat kevyemmät. Osille ja järjestelmille on määritelty toimintamallit, kuinka niiden tulee toimia, mutta tarkkoja laatuvaatimuksia ei ole. Osien ei tarvitse olla ilma-aluskäyttöön suunniteltuja, eikä materiaalien tarvitse täyttää tyyppihyväksytyyn ilmailun laatuvaatimuksia. Tämä osaltaan mahdollistaa ilma-aluksen rakentamisen myös harrasteena, koska osien ja materiaalien saataavuus on helpompaa ja kustannukset edullisempia.

Harrasterakenteiset ilma-alukset rakennetaan yleensä valmiista sarjoista tai yksityiskohtaisten piirustusten pohjalta, jolloin käytettävät materiaalit ja osat on valmistettu tai määritelty valmiiksi varsinkin kantavien rakenteiden osalta. Loppukokoonpanon laadussa ja yksittäisten osien valinnassa korostuu kuitenkin vahvasti rakentajan ja huoltajan vastuu ja ymmärrys siitä, että käytettävät materiaalit, osat sekä asennustavat sopivat ympäristöönsä.

Ohjeiden ja tiedon puute rakentamisen tai huoltamisen aikana voi johtaa tilanteeseen, jossa ilma-alukseen päätyy siihen sopimattomia osia tai materiaalia. Myös asennustavat voivat olla virheellisiä tai puutteellisia. Sopimattomien materiaalien tai järjestelmäasennusten puutteiden havaitseminen jälkikäteen voi olla vaikeaa, varsinkin jos ne jäävät rakenteiden taakse piiloon.

Rakennustyön valvojalle on määritelty pätevyystaso ja hänen tehtävänä on valvoa, että rakentamisessa noudatetaan ilmailumääräyksiä ja hyvää rakennustapaa. Valvojan pätevyystason täyttää, jos valvoja on rakentanut samanlaisen ilma-aluksen. Valvoja ei kuitenkaan ole vastuussa ilma-aluksen lentokelpoisuudesta. Harrasterakenteisen ilma-aluksen rakentamiseen ei vaadita teknistä koulutusta tai kokemusta. Silti rakentaja on vastuussa ilma-aluksensa rakentamisesta ja lentokelpoisuudesta. Siksi hänellä tulisi olla riittävä tieto- ja taitopohja ilmailun laadusta ja kriteereistä. Kattava ilmailutekniikan perustietämys tukisi rakentajaa myös valmistuneen ilma-aluksen operoinnissa, huoltamisessa ja lentokelpoisuuden ylläpidossa. Tämä voisi parantaa harrasterakenteisten ilma-alusten turvallisuutta ja vähentäisi mahdollisten teknisten virheiden syntymistä ilma-aluksen rakentamisen ja huoltamisen aikana.

Liikenne- ja viestintäviraston suorittaman lentokelpoisuustarkastuksen tavoitteena on varmistaa, että ilma-alus on rakennettu ja huollettu oikein, ja on turvallinen operoida. Harrasterakenteisen ilma-aluksen lentokelpoisuustarkastukseen voi luoda haasteen konetyypin harvinaisuus, tyyppihyväksytyjä kevyemmät vaatimukset ja tarkastuksen käytännöllinen tarkkuus. Tällaisen ilma-aluksen tarkastuksessa korostuu myös tarkastajan tekninen tuntemus ilma-alusten rakenteista ja järjestelmistä.

### **Ohjaajan viimeaikainen lentokokemus**

Ohjaaja oli kokenut ilmailuharrastaja, mutta hänen välittömästi onnettomuutta edeltävä lentokokemuksensa oli vähäinen. Toisaalta moottorihäiriötilanteessa ohjaajan käyttämältä lentokorkeudelta ei Sonerailla olisi päässyt lentokenttäalueelle, eikä mikään viittaa siihen, että ohjaaja olisi menettänyt lentokoneen hallinnan.

## 3.2 Lennon valmistelu

### Lentosäätiedot ja niiden tulkinta

Ohjaaja oli tietävästi suunnitellut lennon saman päivän iltapäivällä. Hän oli kuunnellut lentosäätiedotteen, sillä hän oli tehnyt sitä vastaavat muistiinpanot polvilevyynsä. Pitkään ilma-  
lua harrastaneella ohjaajalla täytyi olla tietoa ja kokemusta kaasuttimen jäätyismahdollisuu-  
desta. Lentosäätiedotteissa ei kuitenkaan varoiteta kaasuttimen jäätyminen olosuhteista, vaan  
ne pitää itse tunnistaa. Ongelmana on, että kaasuttimen jäätymistä tapahtuu varsin monenlai-  
sissa olosuhteissa. Säätietojen sekä lämpötilan ja kastepisteen vaikutusta kaasuttimen jääty-  
misriskiin esittävän graafisen kuvaajan avulla olisi voinut arvioida kaasuttimen jäätyismah-  
dollisuutta. Kaasuttimen jäätymisriski ei välttämättä tule mieleen aurinkoisella säällä, kun ei  
ole pakkasta ja olosuhteet ovat muutoin hyvät.

Siipien ja lentokoneen pintojen jäätämisestä ja siihen johtavista olosuhteista löytyy suomeksi  
hyvin tietoja, mutta kaasuttimen jäätymiseen johtavista olosuhteista ei nykyisin löydy katta-  
vaa tietoa suomen ilmailumääräyskokoelmasta eikä harrasteilmailujärjestöjen sivuilta. Se,  
että vastaava materiaali löytyy EGAST/ EASA:n sivujen kautta englanninkielisenä, ei palvele  
suomalaista harrasteilmailijaa. Ilmailumääräyskokoelmasta poistetun ilmailutiedotteen T1-18  
tiedot suomenkielisinä olisi syytä julkaista uudelleen, sillä kaasutinmoottorit ovat edelleen  
laajalti käytössä yleis- ja harrasteilmailussa. Tiedote sisältää muun muassa graafisen kuvaajan  
lämpötilan ja kastepisteen vaikutuksesta kaasuttimen jäätymisriskiin. Kuvaaja on erityisen  
havainnollinen ja auttaa lennon suunnitteluvaiheessa hahmottamaan kaasuttimen jäätymis-  
riskiä. Dokumentin sijaitseminen Traficom:n ulkopuolisella palvelimella tekee sen saatavuus-  
desta epävarmaa.

## 3.3 Lento ja moottorihäiriö

### Sääolosuhteet olivat otolliset kaasuttimen jäätymiselle

Lentoonlähtö suoritetaan useimmiten ilman kaasuttimen etulämpöä, mutta kaasuttimen jää-  
tyminen voi yllättää hyvin nopeasti, erityisesti vähennettäessä tehoa matkalentotetoholle. Nou-  
sun jälkeen, päästyään laskukierroskorkeuteen ohjaajan aikomuksena oli suorittaa läpilasku.  
On todennäköistä, että hän vähensi moottoritehoa, ja kaasuttimen jäätyminen alkoi viimeis-  
tään tuolloin ja aiheutti nopeasti moottorin sammumisen.

Lähestymiseen ja laskukierrokseen valmistautumiseen kuuluu tarkastuslistan toimenpiteiden  
suorittaminen ja OH-XMA:n tarkastuslistassa oli kohta moottorin etulämmön kytkemisestä  
päälle. Moottorin sammuminen tapahtui myötätuuliosan puolivälissä, jolloin ei ehkä ollut  
vielä suoritettu tarkastuslistan toimenpiteitä.

Pakoputkiston ja sytytystulppien nokisuus, sekä nokijäämät moottoripellissä viittaavat liian  
rikkaaseen ilma-polttoaineseokseen, ja siitä seuranneeseen moottorihäiriöön. Seoksen rikas-  
tuminen oli mahdollisesti seurausta kaasuttimen jäätymisestä, moottorin imukanavistoon  
kertyneen polttoaineen ja kosteuden irtoamisesta, tai molemmista.

### Moottorin imukanaviston ominaisuudet ja kaasuttimen asennuspaikka tekivät niistä alttiit jäätymiselle

OH-XMA:n kaasuttimen sijainti pitkien ja erillisten imuputkistojen päässä, sekä selvästi irti  
lämpimän moottorin rakenteista, lisäsi merkittävästi sen jäätymisriskiä. Pitkät ja helposti  
jäähtyvät imuputkistot saattoivat aiheuttaa myös polttoaineen pisaroitumista ja seoksen ajoit-  
taista laihenemistä sekä yllättävää rikastumista. Myös tämä on voinut aiheuttaa käyntihäiri-  
öitä.

Imuilman lämpömittarin anturin asennus kauas kaasuttimesta imuputkistoon saattoi antaa väärän kuvan kaasuttimen lämpötilasta. Tästä johtuen jäätymisen ennakointi seoslämpömittarin näytön perusteella on ollut epävarmaa. Parempi paikka anturille olisi ollut kaasuttimen kurkussa, jossa imuilman lämpötila on kaikkein matalin.

Moottori oli varustettu kaasuttimen etulämmityksellä, jolla lämmintä ilmaa saattoi johtaa pakoputken ympärillä sijainneelta lämmönvaihtimelta imuilman koteloon. Ilman virtausta hallittiin ohjaamossa sijainneella vivulla. Onnettomuuden jälkeen kaasuttimen etulämmityksen käyttövipu oli työnnettynä, "pois päältä" -asennossa, mutta törmäyksessä lentokoneeseen syntyneiden vaurioiden takia etulämmityksen tilaa onnettomuushetkellä ei voida varmuudella sanoa.

Samana päivänä Jyväskylässä oli muuta lentotoimintaa, mutta tutkinnassa ei saatu tietoa, että näillä lennoilla olisi havaittu jäätymistä. Lentokoneissa on erilaisia kaasutinasennuksia ja imuputkistoja sekä imuilman lämmittimiä. Näistä toiset ovat vähemmän alttiita jäätymiselle, ja jäätymisalttiitkin voivat toimia hyvissä olosuhteissa ongelmitta.

### **Moottorin kunto ja äkillinen sammuminen**

Moottorista, sytytys- tai polttoainejärjestelmästä ei tutkinnan aikana löytynyt syytä moottorin äkilliselle sammumiselle. Moottorin mekaanisessa toiminnassa ei havaittu kohtalaisen kulu-  
neisuuden lisäksi sellaista vikaa, joka selittäisi sammumisen.

### **Polttoaineen riittävyys ja polttoainehanan asento**

Polttoainetta oli tankattu lentokoneeseen riittävästi, se oli ollut oikeanlaatuista, eikä merkkejä vuodoista havaittu. Tutkinnassa suoritettuna koekäytön perusteella todettiin, että vastaavalla kaasutin-tankki-polttoainejärjestelmä-asennuksella varustettu moottori kävi matkalentoteholla polttoainehanan sulkemisen jälkeen alle 10 sekuntia. Lentoonlähtöä polttoainehana kiinni -asennossa voi pitää epätodennäköisenä, sillä polttoainehana suljettuna moottori olisi todennäköisesti sammunut viimeistään rullauksen aikana.

### **Moottorin uudelleenkäynnistysmahdollisuus laskukierroskorkeudella lennettäessä**

Ilman käynnistinmoottoria olevan sammuneen moottorin käynnistäminen uudelleen on mahdollista niin kauan, kuin potkuri pyörii ilmapirran vaikutuksesta. Tämä kuitenkin edellyttää sitä, että moottorin sammumisen syy on poistunut, eli esimerkiksi jää kaasuttimessa sulanut. OH-XMA:n hätätoimenpidelistassa ohjeistettu liitonopeus moottori pysähtyneenä oli sama, kuin ilmanopeus, jossa potkuri pysähtyy. On mahdollista, että ohjaaja hidasti moottorin sammuttua normaalista laskukierrosnopeudesta hätätoimenpidelistassa ohjeistettuun liitonopeuteen. Tällöin potkuri on voinut pysähtyä, jolloin moottorin uudelleen käynnistäminen olisi vaatinut lentonopeuden huomattavaa kasvattamista. Ohjaajan käyttämä matala laskukierroskorkeus ei olisi tähän riittänyt.

### **Hätäkeskusilmoituksen viivästyminen**

Ohjaajalla oli tapana tehdä lennon aluksi muutama läpilasku, vaikka hän olisi ollut lähdössä pidemmälle matkalennolle. Tästä johtuen silminnäkijät, jotka tunsivat ohjaajan, eivät ensin huolestuneet siitä, että laskukierroksen jälkeen lentokonetta ei näkynyt. Heillä ei myöskään ollut näkyvyyttä lentokenttäalueelle. Ilmoitus hätäkeskukseen kadonneesta lentokoneesta tehtiinkin vasta sitten, kun lentokone ei ollut palannut tavanomaisessa ajassa takaisin Jyväskylän lentokentän ympäristöön. Etsintä- ja pelastustoimet aloitettiin noin tunti onnettomuuden jälkeen. Tässä onnettomuudessa viiveellä ei kuitenkaan ollut merkitystä, sillä ohjaaja menehtyi maahan törmäyksessä välittömästi.

Onnettomuuden sattuessa Jyväskylän lentoaseman lennonjohto oli kiinni, ja ilmatila oli valvomaton. Valvomattomassa ilmatilassa ei tarvitse tehdä lentosuunnitelmaa. Lentosuunnitelma kuitenkin käynnistää etsintä- ja pelastustoimet automaattisesti, mikäli lentokoneeseen ei ole saatu yhteyttä.

### **3.4 Pakkolasku metsään**

Laskukierroksen myötätuuliosan kohdasta, jossa moottorihäiriö sattui, ei OH-XMA:lla ollut mahdollista liittää ilman moottoritehoa 150 metrin korkeudelta kenttäalueelle. Moottorihäiriön satuttua ohjaajalla oli hyvin vähän aikaa tehdä päätös siitä, mihin suuntaan jatkaa lentoa liitämällä. Hyviä suuntia ei ollut tarjolla, ja ohjaaja ilmeisesti päätti yrittää kohti kiitotien eteläpuolella olevaa asematasoa. Sonerain liitokyky on kuitenkin niin heikko, että sillä ei pääse ilman moottoritehoa pitkälle. Siinä vaiheessa, kun oli selvää, ettei liuku riitä asematasolle, ei pakkolaskupaikkaa enää ollut mahdollista vaihtaa, vaan lasku metsään oli väistämätön.

Pakkolaskupaikan valinta on kriittinen pakkolaskun onnistumisen kannalta. Metsään tai puihin tehdyssä pakkolaskussa vakavien vaurioiden ja loukkaantumisen todennäköisyys on huomattavasti suurempi kuin esteettömään maastoon tehdyssä pakkolaskussa. Metsään tehty pakkolasku on aina vaarallinen. Mikäli parempaa vaihtoehtoa ei ole, useat ohjeet suosittelevat tekemään pakkolaskun puiden latvustoon mahdollisimman pienellä nopeudella ja ohjattuna. Koska Sonerain sakkausnopeus on noin 70–80 km/h, on törmäys puihin tapahtunut todennäköisesti vähintään tällä nopeudella.

#### **Lentokoneen ohjaamorakenteet**

Onnettomuudessa lentokoneen rakenteet säilyivät pääosin ehjinä, mutta suora törmäys puun runkoon sekä sitä seurannut ohjaamon osuminen toiseen puuhun aiheuttivat ohjaajalle kuolemaan johtaneet vammat. Ohjaamon rakenteet eivät riittäneet suojaamaan ohjaajaa.

Harrasterakenteisten ilma-alusten rakennevaatimukset eivät edellytä turvaohjaamoja eikä kympärän käyttöä. Määräyksen mukaan harrasterakenteisen ilma-aluksen rakenteiden tulee kuitenkin suojata ilma-aluksen miehistöä pienehköissä onnettomuuksissa, mutta tätä ei ole tarkemmin määritelty.

Kajaanissa vuonna 2019 sattuneessa Sonerai II -onnettomuudessa kuomun ja ohjaamon ympäristön heikot rakenteet johtivat ohjaajan menehtymiseen lentokoneen mennessä pakkolaskussa nokan kautta ympäri. Hitaasta nopeudesta huolimatta ohjaamon ympäristön rakenteet eivät suojanneet ohjaajaa.

### **3.5 Etsintä- ja pelastustoimet**

#### **Hätälähetin ja hätäkutsu**

Viranomaisen suorittamat etsintä- ja pelastustoimet käynnistyvät yleensä joko hätälähetimen aktivoituttua, hätäkutsusta, hätäkeskuspuhelusta tai automaattisesti lentosuunnitelman perusteella, kun lentokoneeseen ei ole saatu yhteyttä. Tässä onnettomuudessa hätälähetin ei aktivoitunut, hätäkutsua ei tullut, lentosuunnitelmaa ei ollut ja hätäkeskuspuhelu soitettiin, kun paikallinen harrasteilmailija lähti etsimään pudonnutta lentokonetta. Tästä johtuen viranomaisen pelastustoimet alkoivat noin tunti onnettomuuden jälkeen.

Ilmailumääräyksen EF GEN 1.5 mukaan lentokoneessa on oltava hätälähetin, mutta sen ei tarvitse olla automaattisesti laukeava. Tällöin ohjaajan pitää laukaista hätälähetin itse. Ohjaaja ei kuitenkaan ollut tehnyt hätäkutsua radiolla, eikä ollut aktivoitunut lentokoneen hätälähetintä.



Manuaalisesti laukaistavan hätälähttimen sijainnilla lentokoneessa on suuri merkitys onnettomuustilanteessa. Hätälähttimen sijoittaminen ohjaajan ulottuville mahdollistaa sen käyttämisen, vaikka ohjaaja olisi jumissa omalla istuinpaikallaan. Lentokoneissa, joissa ohjaajalla on käytössä laskuvarjo, hätälähttimen kiinnittäminen laskuvarjoon ohjaa pelastustoimen hyppytilanteessa ohjaajan luo lentokoneen sijasta.

### **Lentokoneen paikantamisen vaikeus**

Silminnäkijöillä voi olla suuri kynnys soittaa hätäkeskukseen, kun lento-onnettomuudesta ei ole varmuutta eikä haluta soittaa hätäkeskukseen turhaan. Pudonneen lentokoneen etsintä ilmasta voi olla hidasta. Mikäli tietoa lentoreitistä ei ole, etsinnät täytyy ulottaa laajalle alueelle ja etsintöihin kuluu paljon aikaa.

Hätäpuhelu kannattaa soittaa, kun on epäily lentokoneen joutumisesta onnettomuuteen.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätökset sisältävät onnettomuuden tai vaaratilanteen syyt. Syyllä tarkoitetaan erilaisia tapahtuman taustalla olevia tekijöitä ja siihen vaikuttavia välittömiä ja välillisiä seikkoja.

1. Moottori sammui mahdollisesti kaasuttimeen tai imuputkistoon kertyneen jään ja/tai kondensoituneen polttoaineen takia. Kaasuttimen asennuspaikka ja imuputkiston rakenne teki siitä alttiin jäätymiselle sekä moottorityypille ominaiselle polttoaineen pisaroitumiselle imuputkistoon. Sääolosuhteet sekä lennon vaihe olivat kaasuttimen jäätymiselle otolliset. Lentokone oli varustettu imuilman lämmityslaitteella, mutta sen tehokkuudesta tai käytöstä lennolla ei ole varmaa tietoa.

**Johtopäätös:** Kaasuttimen jäätymiseen johtavat olosuhteet voivat yllättää. Yhdessä jäätymisalttiiden rakenneratkaisujen kanssa moottorin sammuminen voi tapahtua odottamatta ja ilman, että asiaan ehtii reagoida.

2. Kaasuttimen jäätyminen on mahdollista laajalla lämpötilan- ja ilmankosteuden vaihteluvälillä. Kaasuttimen jäätymistä esiintyy kaikkina vuodenaikoina. Ilma-aluksen rakenteisiin muodostuvan jään olosuhteet tunnistetaan paremmin.

**Johtopäätös:** Ilmailun sääpalvelu ja tiedotteet jäätävistä olosuhteista eivät kuvaa kaasuttimen jäätyismahdollisuutta, vaan jään muodostumismahdollisuutta ilma-aluksen pinnoille.

3. OH-XMA täytti harrasterakenteisilta ilma-aluksilta edellytetyt vaatimukset, ja sen lentokelpoisuus oli hyväksytysti tarkastettu. Siitä ei löytynyt moottorin äkillisen sammumisen aiheuttavaa vikaa. Siinä oli kuitenkin riskialttiita laiteasennuksia ja rakenneratkaisuja, jotka vikaantuessaan olisivat voineet sammuttaa moottorin äkillisesti.

**Johtopäätös:** Harrasterakenteisten ilma-alusten lentokelpoisuutta koskevat vaatimukset eivät takaa ilmailuun soveltuvien materiaalien, laitteiden tai asennusten käyttöä. Lopputuloksen turvallisuus riippuu rakentajasta, rakennustyön valvojasta ja lentokelpoisuuden tarkastajasta, ja siinä on runsaasti liikkumavaraa.

4. Harrasterakenteisen ilma-aluksen rakentajalta ei vaadita aiempaa lentoteknistä kokemusta tai koulutusta.

**Johtopäätös:** Puutteelliset tai virheelliset tiedot tai taidot voivat johtaa vaarallisiin rakenneratkaisuihin tai virheellisiin laiteasennuksiin. Ilma-aluksen rakentamisen aikana käytännössä suurin vastuu työn laadusta ja turvallisuudesta on rakennustyön valvojalla ja lentokelpoisuustarkastajalla. Tehokkaalla ja koordinoitulla koulutuksella voitaisiin parantaa harrastajien yleistietämystä turvallisesta ilmailutekniikasta ja mahdollistettaisiin oikeiden tietojen ja taitojen jatkuvuus myös rakennustyön valvojille.

5. Lentokoneen kaasuttimen jäätymistä koskeva tiedote OPS T1-18 poistui Suomen ilmailumääräyskokoelmasta vuonna 2003. Tiedotteessa on kuvattu graafisesti lämpötilan ja kastepisteen vaikutus kaasuttimen jäätymisriskiin. Liikenne- ja viestintäviraston julkaisemasta talvitoimintatiedotteesta löytyy linkki ulkopuolisella palvelimella sijaitsevaan vanhentuneeseen tiedotteeseen. Vastaavat tiedot löytyvät englanninkielisenä EGAST:n GA-5:n yleisilmailun talvilentämistä koskevasta turvallisuustiedotteesta, mutta niihin ei löydy linkkiä Suomen ilmailuviranomaisen verkkosivuilta.

**Johtopäätös:** Suomenkielisen ja Suomen ilmailuviranomaisen verkkosivuilta löytyvän lentoturvallisuuden kannalta oleellisen tiedon puuttuminen vaikeuttaa vastaavan tietotaidon ylläpitämistä harrasteilmailussa.

6. Ohjaaja menehtyi puihin törmäyksessä saamiinsa vammoihin. Lentokoneen ohjaamorakenteet eivät suojanneet ohjaajaa, vaikka lentokone täytti harrasterakenteisten ilma-alusten rakennevaatimukset.

**Johtopäätös:** Harrasterakenteisten ilma-alusten rakennevaatimukset ovat tyyppihyväksytyjä lievemmat, eikä miehistön turvallisuuteen kiinnitetä niissä yhtä paljon huomiota. Harrasterakenteisilla ilma-aluksilla lentävien on syytä tiedostaa asiaan liittyvä riski.

7. Pelastustoimien aloitus viivästyi, sillä kukaan ei nähnyt onnettomuutta, lennolla ei ollut lentosuunnitelmaa eikä sen aikeista tiedetty. Lisäksi ohjaajan käyttämä hätälähetin oli mallia, joka olisi pitänyt onnettomuustilanteessa itse aktivoida. Epätietoisuudesta johtuen hätäpuhelun soittaminen viivästyi.

**Johtopäätös:** Lentosuunnitelma nopeuttaisi etsintä- ja pelastustoimien aloitusta. Itse aktivoitava hätälähetin ei auta tilanteissa, joissa miehistö ei pysty sitä aktivoimaan. Tässä onnettomuudessa näillä ei olisi kuitenkaan ollut merkitystä ohjaajan selviämisen kannalta.

8. Ohjaajan käyttämältä normaalia matalammalta laskukierroskorkeudelta ei tällä lentokoneetyypillä ollut mahdollista liittää lentokenttäalueelle moottorihäiriön satuttua.

**Johtopäätös:** Laskukierros olisi tärkeää lentää korkeudella, josta tarvittaessa pääsee lentokentälle moottorihäiriön sattuessa, lentokoneetyypin ominaisuudet sekä lentopaikan lähestymiskartta (VAC<sup>23</sup>) huomioiden.

9. Ilman käynnistinmoottoria olevan sammuneen moottorin käynnistäminen uudelleen on mahdollista niin kauan, kuin potkuri pyörii ilmavirran vaikutuksesta. Mikäli potkuri ehti pysähtyä, moottorin käynnistämiseen ilmassa olisi vaadittu reilusti laskukierroksessa käytettävää nopeutta enemmän ilmanopeutta tai riittävästi korkeutta nopeuden hankkimiseksi.

**Johtopäätös:** Täysin pysähtyneen moottorin käynnistäminen hitaalla nopeudella ja matalalla lentokorkeudella olisi ollut käytännössä mahdotonta.

---

<sup>23</sup> Visual Approach Chart

## 5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

### 5.1 Ilmailutiedotuksen OPS T1-18 tietojen saatavuuden varmistaminen

Jään kertyminen kaasuttimeen ja imusarjoihin voi yllättää, sillä jäätymistä voi tapahtua laajalla lämpötila-alueella. Lämpötilan ja kastepisteen vaikutus kaasuttimen jäätymisriskiin ei tule esille lentosää tiedotteista, mutta sitä on käsitelty vanhentuneessa ilmailutiedotuksessa OPS T1-18. Tämä tiedote on poistunut ilmailumääräyskokoelmasta vuonna 2003 ja on saatavilla tällä hetkellä ainoastaan Liikenne- ja viestintäviraston ulkopuoliselta palvelimelta.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

*Liikenne- ja viestintävirasto varmistaa kaasuttimen jäätymistä koskevan tiedotusmateriaalin (OPS T1-18 kaasuttimen jäätyminen / EGAST GA5 Piston engine icing) tai vastaavien tietojen saatavuuden suomeksi. [2023-S19]*

### 5.2 Ilma-aluksen harrasterakentajan osaamisen kehittäminen

Harrasterakenteisen ilma-aluksen rakentajalle ei ole määritelty koulutus- ja kokemusvaatimuksia. Puutteelliset tai virheelliset tiedot ja taidot voivat johtaa vaarallisiin rakenneratkaisuihin tai virheellisiin laiteasennuksiin. Tehokkaalla ja koordinoitulla koulutuksella voitaisiin parantaa harrastajien yleistietämystä turvallisesta ilmailutekniikasta. Rakentaminen on myös rakentajalleen oppimistapahtuma, jossa yhteistyö rakennustyön valvojan kanssa on oleellista.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

*Liikenne- ja viestintävirasto varmistaa yhdessä harrasteilmailujärjestöjen kanssa, että harrasterakentajien saatavilla on ajantasaista oppimateriaalia ja koulutusta ja että rakentajan ja valvojan yhteistyön merkitystä rakennusprojektin aikana korostetaan. [2023-S20]*

### 5.3 Harrasterakenteisten ilma-aluksen lentokelpoisuuden tarkastaminen

Nykyisin voimassa olevassa ilmailumääräyksessä AIR M5-2 harrasterakenteisen ilma-aluksen rakennuslupaa ei enää edellytetä. Vastuuta hyvästä rakennustavasta ja lentokelpoisuudesta on jätetty enemmän harrasterakentajalle ja rakennustyön valvojalle.

Ensimmäinen viranomaisen suorittama tarkastus ilma-alukselle tehdään vasta rakennusvaiheen lopussa, kun sille haetaan tilapäinen lupa ilmailua ja koelentoja varten. Tarkastuksessa mahdollisesti löydetty vakavat puutteet eivät nykyisin aina johda uusintatarkastukseen.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

*Liikenne- ja viestintävirasto määrittää, että harrasterakenteisen ilma-aluksen ensimmäisessä lentokelpoisuustarkastuksessa myös rakennustyön valvojan tulisi olla käytettävissä. Mikäli tarkastuksessa todetaan vakavia puutteita, tulisi sen johtaa aina uusintatarkastukseen. [2023-S21]*

## LÄHDELUETTELO

### Kirjalliset lähteet

- European General Aviation Safety Team (EGAST) (2013) *Piston engine icing*. Safety promotion leaflet for general aviation pilot.
- Ilmailulaitos (1984) Ilmailutiedotus OPS T1-18. *Kaasuttimen ja imukanaviston jäätyminen mäntämootoreissa*.
- Lentoturvallisuushallinto (1996) Ilmailumääräys AIR M5-1. *Harrasterakenteisten ilma-alusten lentokelpoisuusvaatimukset*.
- Lentoturvallisuushallinto (1996) Ilmailumääräys AIR M5-2. *Harrasterakenteisten ilma-alusten rakentaminen*.
- Liikenne- ja viestintävirasto (2021). Tarkkana talvikelissä. <https://ilmailuliitto.fi/ilmailulehti/tarkkana-talvikelissa-tarkkana-talvikelissa/> Haettu 10.3.2023.
- Liikenne- ja viestintäviraston määräys TRAFICOM/516719/03.04.00.00/2020. *Harrasterakenteisen sekä tutkimus-, kokeilu- tai tieteellisiin tarkoituksiin valmistettujen ilma-alusten lentokelpoisuusvaatimukset*. AIR M5-1.
- Liikenne- ja viestintäviraston määräys TRAFICOM/516747/03.04.00.00/2020. *Harrasterakenteisten ilma-alusten rakentaminen*. AIR M5-2.
- Liikenne- ja viestintäviraston määräys TRAFI/5811/03.04.00.00/2012. *Kansallisten ilma-alusten lentokelpoisuusvalvonta*. AIR M16-1.
- Liikenne- ja viestintäviraston määräys TRAFI/16081/03.04.00.00/2012. *Ilma-alushuoltajan kansalliset vaatimukset*. PEL M3-4.
- Onnettomuustutkintakeskus (1998) *Ultrakevyen lentokoneen lentovaurio Kymin lentopaikan läheisyydessä 26.9.1998*. Tutkintaselostus C 22/1998 L.
- Onnettomuustutkintakeskus (1999) *Lentovaurio Viitasaaren lentopaikalla 4.8.1999*. Tutkintaselostus C 17/1999 L.
- Onnettomuustutkintakeskus (2002) *Ultrakevytlentokoneen onnettomuus Viitasaarella 16.11.2002*. Tutkintaselostus C 11/2002 L.
- Onnettomuustutkintakeskus (2014) *Kahdeksan laskuvarjohyppääjän kuolemaan johtanut lento-onnettomuus Jämijärvellä 20.4.2014*. Tutkintaselostus L2014-02.
- Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

### Tutkinta-aineisto

- 1) Paikkatutkinnan valokuvat, mitat ja muu aineisto
- 2) Poliisin valokuvat onnettomuuspaikalta ja tutkintaraportit
- 3) Sää tiedot
- 4) Ilmatieteen laitoksen mallinnus sääolosuhteista lentokorkeudessa
- 5) Kuulemiset
- 6) Toisiotutkatalenne
- 7) Oikeuslääketieteellinen ruumiinavauspöytäkirja
- 8) Insta ILS Oy:n tutkimusraportti kierroslukumittarista
- 9) OH-XMA:n lento-ohjekirja
- 10) OH-XMA:n matkapäiväkirja
- 11) OH-XMA:n asiakirjat
- 12) Ohjaajan lentopäiväkirja
- 13) Ohjaajan lentolupakirjat
- 14) Ohjaajan lääketieteellinen kelpoisuustodistus
- 15) Pelastuslaitoksen onnettomuusseloste ja hälytysseleste
- 16) Hätäkeskustallenteet
- 17) Neste Oyj:n polttoaineanalyysin tulokset
- 18) Jyväskylän lentoaseman radiopuhelinliikennetallenne taajuudelta 118.000 (EFJY TWR)

## **YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA**

Tutkintaselostusluonnos on ollut lausunnolla Liikenne- ja viestintävirastossa, Poliisihallituksessa, Ilmavoimien esikunnassa, Keski-Suomen pelastuslaitoksessa, Finavia Oyj:ssä, Fintraffic Lennonvarmistus Oy:ssä, Yhdysvaltojen turvallisuustutkintaviranomaisella (NTSB) ja asianosaisilla. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

**Keski-Suomen pelastuslaitos** toteaa lausunnossaan, ettei heillä ole kokonaisuutena luonnokseen lisättävää. He esittävät pieniä korjausehdotuksia kuvaukseen ensihoidon toimenpiteistä ja paikalla olleista yksiköistä. Lisäksi he selventävät kadonneen ilma-aluksen etsinnän vastuuta.

**Liikenne- ja viestintäviraston** lausunnon mukaan tutkintaselostus on ansiokas ja tuo hyvin esiin harrasterakentamiseen liittyviä seikkoja, sekä määräyksissä viime aikoina tapahtuneita muutoksia. Selostus antaa paljon hyvää tietoa harrasterakentamisen tueksi. Liikenne- ja viestintävirasto keskittää yksityiskohtaiset kommenttinsa heille kohdistettuihin turvallisuussuosituksiin.

Kaasuttimen jäätymistä koskevaa tiedotusmateriaalia on Liikenne- ja viestintäviraston mukaan laajasti saatavilla vuosittain julkaistavasta talvitoimintatiedotteesta ja sen liitteenä olevista internetlähteistä. Lausunnon mukaan suositus 5.1 perustuu virheellisistä väitteistä vedettyyn johtopäätökseen ja suositaa jo Liikenne- ja viestintäviraston internetsivuilta saatavilla olevan tiedon julkaisua. Liikenne- ja viestintävirasto toteaa tiedostavansa, että ilmailun säädöskokonaisuudesta poistetun ilmailutiedotteen sijaitseminen ulkopuolisella palvelimella nostaa riskiä sen saavutettavuuden pysyvyydestä. Liikenne- ja viestintävirasto tulee ryhtymään toimenpiteisiin tämän asian korjaamiseksi.

Liikenne- ja viestintävirasto toteaa, että suosituksen 5.2 alkuperäisessä versiossa esitetyt ilma-aluksen harrasterakentajan koulutusvaatimukset eivät ole ilmailulain mukaan mahdollisia. Harrasterakennusprojektissa pätevyysvaatimukset on asetettu rakennustyön valvojalle ja mahdolliset suuret muutostyöt edellyttävät viranomaishyväksyntää. Liikenne- ja viestintävirasto suosisi ensisijaisesti harrasterakentajien osaamisen lisäämistä vapaaehtoisin toimin esimerkiksi harrasteilmailun järjestöjen toimesta viranomaisvaatimusten kiristämisen sijaan. Lisäksi heidän mukaansa koulutusvaatimusten määrittämisen sijasta rakentajan ja valvojan tosiasiallista yhteistyötä rakennusprojektin aikana on syytä korostaa.

Suosituksessa 5.3 esitetty velvoite rakennustyön valvojan fyysiselle läsnäololle harrasterakenteiden ilma-alusten lentokelpoisuuden tarkastamisen yhteydessä ei Liikenne- ja viestintäviraston näkemyksen mukaan tuota erityistä lisäarvoa. Heidän mielestään valvojan tulisi kuitenkin olla tarvittaessa käytettävissä lentokelpoisuuden tarkastusta varten. Liikenne- ja viestintäviraston mukaan havaitessa erityisen vakavia puutteita lentokelpoisuustarkastus voidaan tarvittaessa myös keskeyttää, jolloin tarkastus on aloitettava alusta. He eivät kuitenkaan näe tarpeelliseksi, että tarkastuksessa todetut vakavat puutteet johtaisivat aina automaattisesti uusintatarkastukseen.

Tämän lisäksi Liikenne- ja viestintävirasto esittää korjausehdotuksia koskien lentokelpoisuustarkastajan valtuutusta ja lentokoneessa käytettäviä sähköjohtoja. He esittivät tarkennusta johtopäätökseen 9, jonka mukaan ilman käynnistinmoottoria olevan sammuneen moottorin käynnistäminen uudelleen on mahdollista ilman ilmanopeuden lisäystä, mikäli potkuri pyörii ilmavirran vaikutuksesta.

**Poliisihallituksella, Ilmavoimien esikunnalla, Finavia Oyj:llä, Fintraffic Lennonvarmistus Oy:llä ja NTSB:llä** ei ole lausuttavaa tutkintaselostuksen luonnoksesta.