



Harrasterakenteisen lentokoneen lento-onnettomuus Hyvinkäällä 27.9.2021



L2021-03

ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus päätti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n nojalla tutkia 27.9.2021 Hyvinkään lentopaikalla tapahtuneen harrasterakenteisen lentokoneen lento-onnettomuuden.

Tutkintaryhmän johtajaksi nimettiin liikennelentäjä Mika Kosonen ja jäseniksi liikennelentäjä ja lennonopettaja Kimmo Lius, erikoistutkija Juho Posio sekä ilmailulääkäri, dosentti Alpo Vuorio. Tutkinnanjohtaja oli johtava tutkija Janne Kotiranta.

Euroopan lentoturvallisuusvirasto (EASA) nimesi tutkintaan teknisen neuvonantajan.

Insta ILS Oy antoi lausunnon tutkittavaksi lähetetyistä lentokoneen nopeus- ja korkeusmittareista. Keskusrikospoliisin rikostekninen laboratorio avusti lentokoneessa olleen iPadin tutkinnassa.

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 viranomaisien 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 viranomaisien toiminnan tehostamiseksi. Turvallisuustutkintaviranomaisen keräämiä tietoja, jotka ovat luonteeltaan erityisen arkaluontoisia tai henkilökohtaisia, mukaan lukien yksittäisten henkilöiden terveyttä koskevia tietoja ei saa luovuttaa tai käyttää muihin tarkoituksiin kuin turvallisuustutkintaan. Terveyttä koskevat tiedot saa sisällyttää selostukseen vain, jos niillä on merkitystä onnettomuuden tai vakavan vaaratilanteen analysoimiseksi. Tietoja tai osia tiedoista, joilla ei ole merkitystä analysoinnin kannalta, ei saa julkistaa.

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 englannin kielelle TK Translations.

Tutkintaselostus ja sen tiivistelmä on julkaistu 26.9.2022 Onnettomuustutkintakeskuksen verkkosivuilla osoitteessa www.turvallisuustutkinta.fi.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	2
1 TAPAHTUMAT	5
1.1 Tapahtumien kulku.....	5
1.2 Tapahtumat onnettomuuden jälkeen	6
1.3 Hälytykset ja pelastustoimet.....	6
1.3.1 Hälytykset	6
1.3.2 Pelastustoimet.....	7
1.4 Seuraukset.....	8
2 TAUSTATIEDOT	9
2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	9
2.1.1 Lentopaikka.....	9
2.1.2 Lentokone	10
2.1.3 Lentokoneen vauriot onnettomuuden jälkeen.....	11
2.1.4 Johtopäätökset lentokoneen vaurioista	14
2.2 Olosuhteet	16
2.2.1 Sää.....	16
2.3 Tallenteet.....	17
2.3.1 Toisiotutkatallenne	17
2.3.2 Videotallenne ja radioliikenne.....	19
2.3.3 Johtopäätökset tallenteista	19
2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta	19
2.4.1 Koulutettavana toiminut ohjaaja	19
2.4.2 Koulutettavan ohjaajan lääketieteellinen historia.....	20
2.4.3 Lennonopettaja.....	24
2.4.4 Lennonopettajana toimineen ohjaajan lääketieteellinen kelpoisuus.....	24
2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta.....	25
2.6 Pelastustoimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius.....	26
2.6.1 Keski-Uudenmaan pelastuslaitos	26
2.6.2 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri.....	26
2.7 Sädökset, määräykset ja ohjeet.....	26
2.7.1 LAPL, Kevyiden ilma-alusten lentolupakirja.....	26
2.7.2 Harrasterakenteiden ja experimental ilma-alusten käyttäminen koululenkoilla.....	27
2.7.3 Kertauskoululento	27
2.7.4 Lääketieteellinen kelpoisuus.....	27
2.7.5 Ilmailulääkärin tarkastus.....	28

2.8	Muut selvitykset.....	29
2.8.1	Inkapasitaatio.....	29
2.8.2	Euroopan lentoturvallisuusviraston, Yhdysvaltojen ilmailuhallinnon ja Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön ilmailulääketieteellinen ohjeistus liittyen iäkkääseen ohjaajaan.....	30
2.8.3	Nopeusmittarin ja korkeusmittarin tekninen tutkimus	32
3	ANALYYSI	37
3.1	Lentoharrastus	37
3.2	Terveysongelmat	38
3.2.1	Terveysongelmat vuonna 2017	38
3.2.2	Monisaira iäkkään lentäjän terveydentilan seuranta ja inkapasitaation riskinarviointi	38
3.2.3	Koulutettavan ohjaajan monisairaus	38
3.2.4	Ilmailulääkäreiden inkapasitaation riskin arvioinnin vähäinen kokemus iäkkäiden monisairaiden lentäjien kohdalla.....	38
3.2.5	Ilmailulääketieteellinen ohjeistus ja ikääntyvä monisairas lentäjä	39
3.2.6	Lääketieteellinen tieto iäkkäiden henkilöiden sairauksista ja niiden ennusteesta ..	39
3.3	Lentokonevalinta kertauskoululennolle.....	39
3.4	Simuloitu pakkolasku lentokoneen suorituskyvyn äärirajoilla.....	39
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	41
5	TURVALLISUUSSUOSITUKSET.....	42
5.1	Harrasterakenteisten ja experimental-ilma-alusten erillishyväksyntä	42
5.2	Ilmailulääkäreiden koulutus liittyen iäkkäiden lentäjien arviointiin	42
5.3	Ilmailulääketieteellisen ohjeistuksen päivittäminen.....	42
5.4	Toteutetut toimenpiteet.....	43
	LÄHDELUETTELO	44
	YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA	45

1 TAPAHTUMAT

1.1 Tapahtumien kulku

Maanantaina 27.9.2021 koulutettavana toiminut ohjaaja ja lennonopettaja olivat lähdössä Hyvinkään lentopaikalta suorittamaan kertauskoululentoa. Lennon tarkoitus oli koulutettavan ohjaajan LAPL-lupakirjaan¹ liittyvien oikeuksien jatkaminen. Kertauskoululennolla oli aikomus lentää matkalentoa ja lopettaa lento kolmeen simuloituun pakkolaskuun² Hyvinkään lentopaikan kiitotielle 22.

Kertauskoululento päätettiin lentää Van's RV-8 -tyyppisellä experimental-lentokoneella, jossa ohjaajat istuvat peräkkäin. Kyseisessä lentokoneyksilössä takaistuimella istuneella lennonopettajalla ei ollut omia lennonvalvontamittareita eikä polkimia. Takaohjaamossa oli kuitenkin ohjaussauva ja tehovipu. Ohjaajat tunsivat toisensa entuudestaan. Lentokonevalintaan vaikutti se, että he olivat lentokoneen osaomistajia. Lentokone oli siis kummallekin jo tuttu. Koulutettava ohjaaja oli osallistunut lentokoneen rakentamiseen ja oli lentänyt sillä 450 tuntia. Lennonopettajalla oli RV-8-lentokonetyypistä vähemmän kokemusta, alle 30 tuntia.

Lentoonlähtö Hyvinkään lentopaikalta suoritettiin kello 11.45³. Koulutettava ohjaaja ohjasi lentokonetta kertauskoululennon aikana. Lentokone liittyi Hyvinkään lentopaikan kiitotien 22 laskukierrokseen⁴ oikean myötätuuliosan kautta kello 12.38, noin 800–900 jalan⁵ korkeudella keskimääräisestä merenpinnasta⁶, joka on noin 400–500 jalan korkeudella lentopaikan korkeustason⁷ yläpuolella. Myötätuuliosan lopussa koulutettava ohjaaja ilmoitti radiolla Hyvinkään lentopaikan radiotaajuudella aloittavansa simuloidun pakkolaskun kiitotielle 22.

Simuloitu pakkolasku aloitettiin noin 300–400 jalan korkeudella lentopaikan korkeustason yläpuolella lentokoneen nopeuden ollessa noin 100 solmua⁸. Lentokoneen etäisyys myötätuuliosalla kiitotien keskilinjasta oli noin 400 metriä. Lentokoneen moottoriteho vähennettiin tyhjäkäynnille ja lentokoneella aloitettiin jyrkkä kaarto oikealle kohti kiitotien 22 kynnystä⁹. Nopeus väheni jyrkän kaarron aikana nopeasti lähelle sakkausnopeutta¹⁰. Simuloidun pakkolaskun aikana lentokoneen hallinta menetettiin, jonka seurauksena se törmäsi maahan kiitotien 22 loppulähestymislinjan vasemmalle puolelle noin 130 metrin päähän ennen kiitotien kynnystä. Koulutettava menehtyi ja lennonopettaja loukkaantui vakavasti. Lentokone tuhoutui korjauskelvottomaksi.

¹ LAPL on lentolupakirja, jolla voi lentää yksimoottorisia, enintään 2000 kg maksimilentoonlähtömassaltaan olevia lentokoneita. Lisätietoa lupakirjasta luvussa 2.7.1.

² Simuloidussa pakkolaskussa ohjaaja vähentää moottoritehon tyhjäkäynnille tarkoituksena harjoitella lähestymistä ilman moottoritehoa ja laskeutua.

³ Kaikki kellonajat ovat Suomen kesäaikaa UTC + 3 tuntia.

⁴ Laskukierros on määrätty lentokuvio, jonka muotoista lentorataa ilma-aluksen on noudatettava lentopaikan läheisyydessä. Laskukierroksen pääosat ovat kiitotien suuntainen, laskusuunnan vastainen myötätuuliosia, kiitotietä vastaan kohtisuora perusosa ja kiitotielle päättyvä loppuosa.

⁵ Ilmailussa korkeus ilmoitetaan jaloissa. Yksi jalka on 0,3048 metriä.

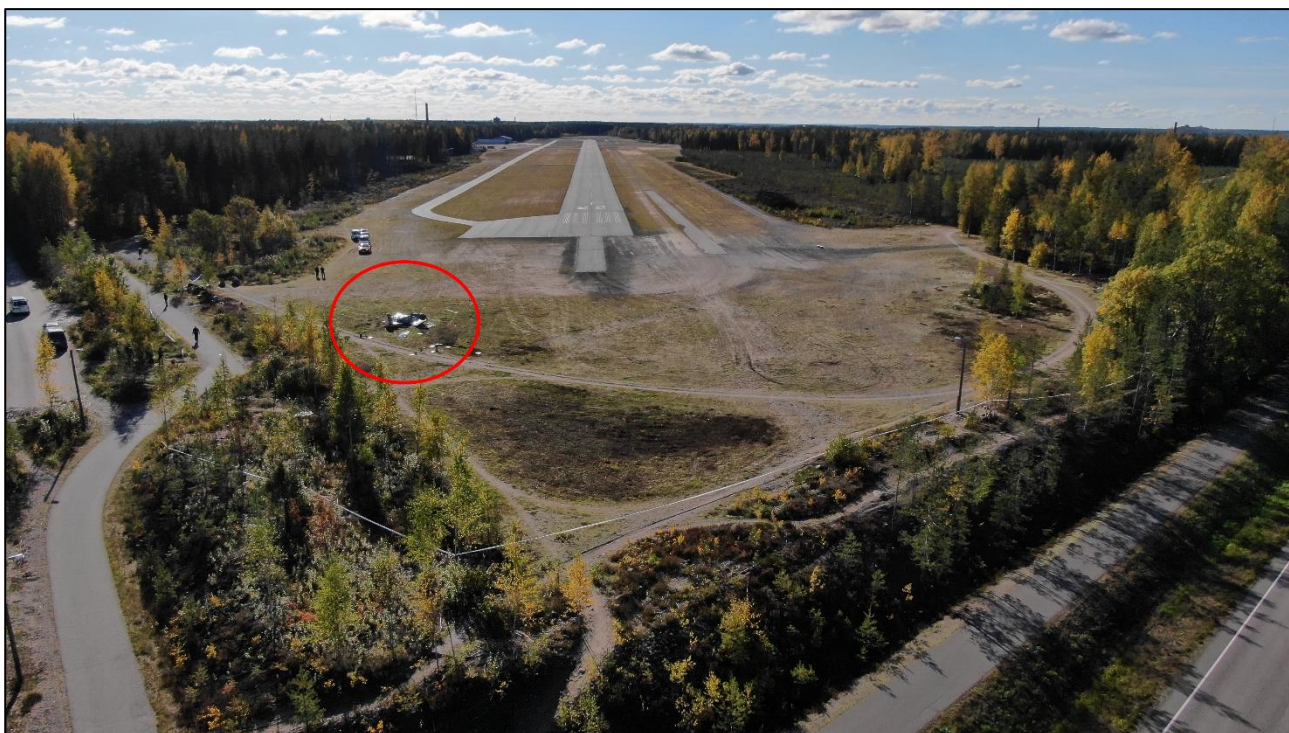
⁶ Ilmailussa korkeutta mitataan vertaamalla lentokorkeuden ilmanpainetta keskimääräiseen merenpinnan korkeudessa vallitsevaan ilmapaineeseen.

⁷ Lentopaikan korkeustaso on korkein piste laskeutumisalueella mitattuna keskimääräisestä merenpinnasta. Hyvinkään lentopaikalla korkeustaso on 430 jalkaa keskimääräisestä merenpinnasta.

⁸ Ilmailussa nopeus ilmoitetaan solmuissa. Yksi solmu on 1,852 km/h.

⁹ Kiitotien kynnyseltä alkaa laskukelpoinen kiitotie.

¹⁰ Sakkaus tarkoittaa suhteellisen ilmavirran ja siiven jänteen muodostaman kulman (kohtauskulma) kasvamisen yli kyseiselle siipityypille ominaisen kriittisen kohtauskulman. Kohtauskulman kasvaessa yli kriittisen kohtauskulman siiven muodostama nostovoima alkaa nopeasti pienentyä ja vastaavasti vastus kasvaa.



Kuva 1. Onnettomuuspaikka kiitotien 22 loppuosalta katsottuna onnettomuuden jälkeen. Onnettomuuspaikka on korostettu punaisella ympyrällä. (Kuva: Itä-Uudenmaan poliisilaitos, muokkaukset: OTKES)

1.2 Tapahtumat onnettomuuden jälkeen

Välittömästi onnettomuuden jälkeen onnettomuuspaikalle tuli useita henkilöitä. Ensimmäisenä lentokoneen luona oli maahansyöksyn nähnyt ohikulkija. Ohikulkija soitti hätäkeskukseen kello 12.39. Samanaikaisesti kiitotien 22 odotuspaikalla odotti lentoonlähtövuoroaan toinen lentokone, jonka miehistö näki maahansyöksyn noin 200 metrin etäisyydeltä. Lähtövuoroa odottaneen lentokoneen ohjaajat tekivät myös ilmoituksen lento-onnettomuudesta Hyvinkään lentopaikan radiotaaajuudella ja puhelimitse lennonjohtoon. Tämän jälkeen he siirtyivät avustamaan onnettomuudessa loukkaantuneita.

Paikalla olleet yrittivät aukaista lentokoneen taaksepäin liukuvaa kuomua, mutta he eivät aluksi saaneet sitä auki, koska lentokoneen runko oli vääntynyt onnettomuudessa. Myös hätäkeskukseen ilmoitettiin, että kuomua ei saada avattua. Kuomu saatiin lopulta kuitenkin avattua ennen ensimmäisen ensihoitoyksikön saapumista. Tämän jälkeen lähtövuoroa odottaneen lentokoneen ohjaaja kytki lentokoneen pääkatkaisijasta virrat pois mahdollisen tulipalon estämiseksi. Lentokoneen akut jäivät jännitteellisiksi.

1.3 Hälytykset ja pelastustoimet

1.3.1 Hälytykset

Hätäkeskukseen kello 12.39 tehty ilmoitus lento-onnettomuudesta ohjautui Vaasan hätäkeskukseen, joka suoritti hälytykset koodilla ”Ilmailiikenneonnettomuus, keski-suuri”. Onnettomuuspaikalle hälytettiin kaksi ensihoitoyksikköä, lääkärihelikopteri, ensihoidon kenttäjohtaja, seitsemän pelastusyksikköä ja päivystävä palomestari sekä useita poliisipartioita. Lähes samanaikaisesti onnettomuuteen liittyviä puheluita ohjautui myös

Keravan hätäkeskukseen, josta myös annettiin tehtävän mukaiset hälytykset. Päällekkäiset pelastusyksiköt peruttiin kuitenkin samaan tehtävään liittyvinä.

Taulukko 1. Toteutuneet hälytykset ensihoidon yksiköiden osalta.

Tunnus	Tyyppi	Asemapaikka	Hälytetty	Kohteessa
EKU 7280	ensihoidtoyksikkö	Hyvinkää	12.41	12.50
EKU 7251	ensihoidtoyksikkö	Kerava	12.41	peruttu
EKU 71	ensihoidon kenttäjohtaja	Jokela	12.41	12.56
EKU 7252	ensihoidtoyksikkö	Jokela	12.42	13.10
EFH 10	ensihoidtolääkäri	Vantaa	12.46	13.06

Taulukko 2. Toteutuneet hälytykset pelastustoimen yksiköiden osalta.

Tunnus	Tyyppi	Asemapaikka	Hälytetty	Kohteessa
RKU 34	päivystävä palomestari	Järvenpää	12.41	13.02
RKU 505	raivausyksikkö	Kerava	12.41	peruttu
RKU 801	pelastusyksikkö	Hyvinkää	12.41	noin 12.52
RKU 843	pelastusyksikkö (VPK)	Hyvinkää	12.41	12.57
RKH 601	pelastusyksikkö	Riihimäki	12.41	13.02

1.3.2 Pelastustoimet

Ensimmäisenä onnettomuuspaikalle saapui ensihoidtoyksikkö noin yhdeksän minuuttia hälytyksestä. Ensihoidtoyksikkö määrättiin toimimaan ensihoidon tilannejohtajana onnettomuuspaikalla. Paikalle saavuttuaan yksikkö raportoi yhteistoimintapuheryhmässä ensihavainnot potilaiden ja lentokoneen kunnosta. Edessä istunut koulutettava ohjaaja todettiin elottomaksi ja lennonopettajan todettiin tarvitsevan kiireellistä sairaalahoitoa. Koulutettava ohjaaja siirrettiin lentokoneen välittömään läheisyyteen ja traumaelvytys aloitettiin kello 12.51. Traumaelvytys lopetettiin ensihoidtolääkärin päätöksellä tuloksettomana kello 13.03. Paikalle saapui myös lääkärihelikopteri, jonka miehistö keskittyi lennonopettajan ensihoitoon.

Ensimmäinen pelastusyksikkö saapui onnettomuuspaikalle noin minuutin ensimmäisen ensihoidtoyksikön jälkeen. Pelastusyksikön palomiehet avustivat potilaiden hätäsiirrossa ja toteuttivat suojavaahdotuksen lentokoneen ympärille. Onnettomuuden silminnäkijät kertoivat, että lentokone oli jo tehty virrattomaksi ja päävirta katkaistu. Yksikön yksi palomies sai tehtäväksi seurata lennonopettajan vointia, kunnes seuraava ensihoidtoyksikkö ottaisi hänet hoitoonsa. Pelastusyksikön esimies toimi tilannepaikan johtajana.

Ensihoidon kenttäjohtaja saapui onnettomuuspaikalle kello 12.56. Molemmat potilaat olivat tällöin jo hoitotoimenpiteiden kohteina. Lennonopettaja siirrettiin tässä vaiheessa paikalle tulleeeseen toiseen ensihoitoyksikköön ja häntä lähdettiin kuljettamaan sairaalaan.

Tilanne oli jo vakiintunut, kun päivystävä palomestari saavutti kohteen ja otti johtovastuun. Hänen tehtäväkseen jäi lähinnä yhteydenpito muiden viranomaisten kesken sekä jatkotoimista päättäminen, kuten kohteen luovutus poliisille.

Poliisi sai hälytyksen onnettomuuspaikalle kello 12.46. Poliisin toiminnan osalta tilannejohto määrättiin poliisin kenttäjohtajalle.

1.4 Seuraukset

Takana istunut lennonopettaja loukkaantui onnettomuudessa vakavasti ja koulutettava todettiin kuolleeksi onnettomuuspaikalla. Lentokone tuhoutui maahan törmäyksessä korjauskelvottomaksi. Törmäyksen yhteydessä rikkoutuneista polttoainetankeista valui polttoainetta maahan. Pelastuslaitos levitti lentokoneen poisviennin jälkeen onnettomuuspaikalle imeytysainetta polttoaineen poistamiseksi maaperästä.

2 TAUSTATIEDOT

2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät

2.1.1 Lentopaikka

Hyvinkään lentopaikka sijaitsee kolme kilometriä Hyvinkään kaupungin keskustan pohjoispuolella. Lentopaikka on valvoton¹¹. Lentopaikan ylläpitäjä on Hyvinkään Ilmailukerho. Lentopaikalla on neljä kiitotietä, jotka ovat 04/22¹² sekä 12/30. Kiitotie 04/22 on 1260 metriä pitkä ja 18 metriä leveä. Risteävä kiitotie 12/30 on 790 metriä pitkä ja 8 metriä leveä. Lentopaikan korkeustaso on 131 metriä (430 jalkaa) keskimääräisestä merenpinnasta. Molemmat kiitotiet ovat asfaltoidut. Lentopaikalla on aktiivista kerhotoimintaa.



Kuva 2. Hyvinkään lentopaikan ilmakeku. Kiitotienumerot on merkitty kuvaan valkoisilla nuolilla, ja onnettomuuspaikka punaisella pisteellä. (Ilmakeku: Ortoilmakeku ©Maanmittauslaitos 11/2021, muokkaukset: OTKES)

¹¹ Valvomattomalla lentopaikalla ei anneta lennonjohtopalvelua.

¹² Kiitotiet nimetään niiden magneettisten ilmansuuntien mukaan siten, että 04/22 tarkoittaa kiitotietä, jonka toinen pää osoittaa suuntaan 40° ja toinen suuntaan 220°.

2.1.2 Lentokone

Onnettomuudessa ollut lentokone oli Van's RV-8 -tyyppinen experimental¹³-luokan yksimoottorinen lentokone. RV-8 on peräkkäin istuttava, kaksipaikkainen, hyvin liikehtimiskykyinen ja suorituskykyinen taitolentokäyttöön soveltuva kannuspyörälentokone. Lentokoneen siipien kärkiväli on 6,97 metriä, pituus 6,34 metriä ja korkeus 1,7 metriä.

Onnettomuudessa olleen yksilön rekisteritunnus oli OH-XRV. Lentokone oli valmistettu vuonna 2008 ja sen lento-ohjekirja oli hyväksytty ilmailuviranomaisen valtuuttaman tarkastajan toimesta 14.7.2010.



Kuva 3. Onnettomuudessa ollut RV-8 lentokone ennen onnettomuutta. (Kuva: Lentokoneen omistaja)

Lentokone oli varustettu Superior IOF-360 -moottorilla, jossa oli sähköinen FADEC¹⁴-moottorinohjausjärjestelmä. Moottorin tuottama teho oli noin 180 hevosvoimaa. Lentokoneen tyhjäpaino oli 504 kg ja suurin lentoonlähdomassa 816 kg. Kuormitusmonikerran rajoitukset olivat +6G/-4G lentoonlähdomassan ollessa enintään 703 kg. Lentokoneen suurin demonstroitu sivutuulikomponentti oli kahdeksan solmua oikealta ja 12 solmua vasemmalta. Lentokoneen sakkausnopeus ilman laskusiivekkeitä maksimi lentoonlähdomassalla oli 55 solmua ja täysillä laskusiivekkeillä 50 solmua.

Onnettomuudessa olleessa RV-8-lentokoneessa takaohjaamossa ei ollut lennonvalvontamittareita. Takaohjaamossa oli kuitenkin tehovipu ja ohjaussauva. Lentokoneessa ei ollut sakkausvaroitinta.

¹³ Experimental-luokan lentokone on rakennussarjasta itserakennettu lentokone tai lentokonetehtaan tyyppihyväksymätön koelentokone.

¹⁴ FADEC (Full Authority Digital Engine Control) on digitaalinen moottorinohjausjärjestelmä, jonka tarkoituksena on säätää moottorin parametreja automaattisesti, jotta moottori toimisi mahdollisimman tehokkaasti jokaisessa lentotilassa.

2.1.3 Lentokoneen vauriot onnettomuuden jälkeen

Lentokoneelle tehtiin onnettomuuden jälkeen rakennekartoitus¹⁵, jonka avulla selvitettiin onnettomuudessa syntyneitä vaurioita ja tapahtumien järjestystä. Lentokoneesta saatiin otettua nestenäyte moottoriöljystä sekä polttoaineesta.

Lentokoneen runko

Molemmat siivet olivat onnettomuuden jälkeen koneen rungossa kiinni. Oikeanpuoleinen siipi oli taittunut noin 20 astetta rungon liitoskohdasta taaksepäin ja repeytynyt etureunastaan rungosta irti noin 15 senttimetrin matkalta. Oikea siipi oli taipunut puolesta välistään noin 15 astetta ylöspäin. Oikean siiven johtoreunassa oli pieniä raahautumisjälkiä, jotka rajoittuvat pääsalon etupuolelle sekä 30 senttimetrin päässä rungosta oli noin kämmenen kokoinen reikä. Vasemman siiven etureunassa oli hankausjälkiä sekä painaumuksia siiven alapinnalla. Siipi oli kuitenkin rakenteellisesti ehjä. Lentokoneen siipien vauriot on esitetty kuvassa 4.

Korkeusvakaaja ja -peräsin olivat kiinni rungossa eikä niissä ollut merkittäviä ulkoisia vaurioita. Korkeusperäsimen asento oli täysin taakse vedetty, mikä vastaa ohjaamon ohjaimien asentoa. Korkeusperäsimen trimmilaippa¹⁶ oli noin kaksi astetta ylöspäin, eli lentokone oli trimmattu nokkapainoiseksi. Ohjaussauvan ja korkeusperäsimen välinen mekaaninen vivusto oli ehjä ja kiinni. Korkeusperäsin liikkui ohjaussauvaa liikuttaessa. Sivuperäsinohjauksen mekaaninen vivusto ja vaijerit olivat ehjät, mutta peräsinpolkimet olivat jumissa rungon vääntymisen takia. Sivuperäsin liikkui suoraan vajereista vetämällä.



Kuva 4. Lentokone maahan törmäyksen jälkeen. Lentokoneen oikea siipi on vääntynyt törmäyksen voimasta taaksepäin ja revennyt etureunastaan irti lentokoneen rungosta. (Kuva: Poliisi)

¹⁵ Rakennekartoituksessa kirjataan rikkoutuneet rakenteet ja osat. Lisäksi rakennekartoituksessa kirjataan hallintalaitteiden ja moottorinhallintalaitteiden asento onnettomuushetkellä tai välittömästi sen jälkeen.

¹⁶ Trimmi on korkeusperäsimessä oleva laippa, jonka asentoa säätämällä pyritään nollaamaan ohjainvoimat. Jos lentokone on trimmattu vaakalentoon, ohjaajan ei tarvitse vetää eikä työntää ohjaussauvaa säilyttääkseen lentokorkeuden. Jos lentokone on trimmattu nokkapainoiseksi, se pyrkii liukumaan alaspäin ja takapainoiseksi trimmattu lentokone vastaavasti pyrkii ylöspäin.

Lentokoneen runko oli painunut kasaan ja osittain revennyt ohjaamon etupuolelta. Rungon etuosa oli kiertynyt. Rungon oikealla puolella, rekisterinumeron keskikohdalla, oli syvä painauma, mutta painaumassa ei ollut osumajälkiä. Oikeanpuoleinen laskuteline oli revennyt irti korvakkeestaan. Vasen laskuteline oli kiinni korvakkeessaan, mutta oli taipunut koneen rungon alle. Kannuspyörän kiinnitysrauta oli taipunut kulkusuunnasta katsoen oikealle. Rungon vaurioita on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Lentokoneen runko oli revennyt ja rungon etuosa oli kiertynyt edestä katsottuna oikealle. (Kuva: OTKES)

Potkuri

Potkurin lavoista toinen oli katkennut 50 senttimetrin kohdalta potkurin navasta mitattuna. Lavan murtumakohdan säikeet olivat taipuneet taaksepäin. Kokonaisena säilynyt lapa oli vääntynyt juurestaan noin 15 astetta taaksepäin ja sen etureunassa oli hankausjälkiä. Potkurikupu oli vaurioitunut alapuolelta potkurilapojen välistä. Potkurin kiinnityslaippa oli ehjä ja paikallaan.

Moottori

Moottoritilan oikea etureuna oli painunut kasaan. Moottorin apulaitteista laturi oli repeytynyt irti korvakkeestaan. Moottori oli pysynyt kiinni moottoripukissa, mutta moottoripukki oli taipunut sisäänpäin oikeasta alareunasta kymmenen senttimetrin päästä tuliseinästä. Moottorin tehovivusto oli ruiskusäätimen päässä mekaanisesti kiinni. Vivuston asento viittaa tyhjäkäyntiin tai lähes tyhjäkäyntiin. Kaasuläpän sisäpuolella ei ollut merkittäviä epäpuhtauksia. Potkurin kierrosnopeudensäädin oli puolivälissä mekaanista säätöaluettaan. Kierrosnopeudensäätimen mekaaninen kiinnitys ohjaamon säätövipuun oli ehjä.

Moottoritilassa ei ollut merkkejä muista vaurioista. Moottoritila oli yleisilmeeltään ehjä, eikä siellä ollut merkkejä lennonaikaisista öljyvuodoista. Iskun seurauksena moottoriöljy oli valunut maahan murtuneen öljypohjan kautta. Polttoainesuuttimien linjoissa oli polttoainetta. Moottorin suurimmat vauriot olivat kulkusuuntaan nähden oikealla alhaalla etureunassa.

Tuulilasi ja kuomu

Ohjaamon tuulilasi ja kuomu olivat paikallaan. Kuomun kiskot olivat vääntyneet, mutta kuomu liikkui tavallista suurempaa voimaa käyttäen. Kuomun takaosassa oli reikä takaohjaamon selkänojan takapuolella. Reiän koko oli noin 40 x 40 senttimetriä. Kuomun vauriot on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Lentokoneen kuomun kiskot olivat vääntyneet ja kuomun takaosassa oli noin 40 cm halkaisijaltaan oleva reikä. (Kuva: OTKES)

Ohjaamo

Lentokoneen sisällä mittaritaulu oli ehjä, mutta vääntynyt. Mittaritaulun häikäisysuoja oli vääntynyt oikeasta reunastaan. Ohjaamon etuosa oli vääntynyt kulkusuuntaan katsottuna vasemmalle. Etuohjaamon jalkatila oli pirstoutunut. Oikea puoli oli revennyt ja vasen puoli painunut sisäänpäin. Jalkatila oli myös taipunut alaspäin etummaisen ohjaajan istuimen oikeanpuoleisten kiinnikkeiden kohdalta. Ohjaajan selkänoja oli liikkunut yläkiinnityksestään oikealle, mutta penkin turvavyöt olivat kiinni rungossa ja ehjät. Etuohjaamon sivuperäsimen polkimet olivat edelleen akselissaan paikallaan, vaijerit polkimissa kiinni, ohjaussauva paikallaan ja mekaaninen yhteys siivekkeisiin toimi. Mittaritaulun ja kojelaudan vauriot on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Lentokoneen mittaritaulu ja kojelauta onnettomuuden jälkeen. Häikäisy suoja on vääntynyt ja mittaritaulu on taipunut keskeltä. (Kuva: OTKES)

Takaohjaamo oli yleisilmeeltään muuttumaton eikä merkittäviä vaurioita ollut. Takaohjaamon penkki ja turvavyöt olivat ehjät ja rungossa kiinni. Takaohjaamon sivuperäsinpolkimet oli poistettu paikaltaan ennen onnettomuuslentoa. Etu- ja takaohjaamon välisen poljinohjausjärjestelmän työntötangon päät oli jätetty roikkumaan kiinnikkeisiinsä. Takaohjaamon ohjaussauva toimi normaalisti, oli mekaanisesti kytketty ja ohjainpinnat liikkuvat sauvasta liikuttaessa. Takaohjaamon kaasuvipu oli kytketty mekaanisesti etuohjaamon kaasuvipuun. Kaasuvivussa ei ollut vaurioita.

Lentokoneen pitot-staattinen¹⁷ järjestelmä oli paikallaan ja ehjä. Ohjaamon potkurinsäätövipu oli täysin edessä. Ohjaamon kaasuvipu oli noin puolessa välissä ja vääntynyt. Työntötangossa havaittiin koneen runkokaaren jättämä vaurio, joka on tullut maahansyöksyn hetkellä. Moottorin kaasuläpän asento ei törmäyksen seurauksena vastannut ohjaamon kaasuvivun asentoa.

2.1.4 Johtopäätökset lentokoneen vaurioista

Lentokoneen kunto lennon aikana

Lentokoneesta ei löytynyt merkkejä lennolla tapahtuneista vaurioista, vioista tai laitteiston rikkoutumisesta. Moottorista ei löydetty viitteitä sammumiseen lennolla. Moottorin pyörimistä testattiin potkurista pyörittämällä ja sen todettiin toimivan tarkoitustaan vastaavasti. Sammumista tai käyntihäiriötä ei kuitenkaan voida täysin poissulkea. Peräsimen sekä siipien ohjainpintoja sekä ohjaimien mekaanisia vivustoja tutkimalla voitiin päätellä, että peräsimen sekä siipien ohjainpinnat ja laipat toimivat normaalisti maahan iskeytymiseen saakka. Ilma-alus on onnettomuuslennolla ollut rakenteellisesti ehjä maahan osumiseen saakka.

¹⁷ Pitot-staattinen järjestelmä mittaa ulkoilman staattisen paineen ja lentokoneen nopeudesta johtuvan dynaamisen paineen, joiden avulla määritetään lentokoneen nopeus ja korkeus.

Lentokoneen tehoasetus lennon loppuvaiheilla

Moottori on osunut maahan oikealta puoleltaan etuosastaan. Katkenneen potkurin lavan irronneen osan kärki oli kevyesti eteenpäin taipunut ja toinen lapa oli säilynyt kokonaisena. Potkurin lapojen asento viittaa pieniin lapojen kohtauskulmiin.

Kaasuivun vääntyminen viittaa siihen, että koulutettavan ohjaajan käsi on ollut kaasuivulla törmäyksen tapahtuessa. Tätä havaintoa tukevat myös vammat koulutettavan ohjaajan vasemmassa kädessä. Kaasuivun läheisyydessä ei ole muita osia, jotka voisivat aiheuttaa siihen vastaavanlaisen vääntymän. Ohjaamon kaasuivusta taaksepäin lentokoneen rungon sisään lähtevät työntötangon vauriot viittaavat tyhjäkäyntiin tai lähes tyhjäkäyntiin.

Ohjaamon kaasuivun työntötangon maalivaurio sekä moottorissa olevan kaasuläpän asento vastasivat toisiaan. Ohjaamon potkurinsäätövipu oli työnnetty etuasentoon, eli suurille kierroksille ja pienille lapakulmille. Moottoritilassa oleva säädin oli kuitenkin eri asennossa kuin ohjaamon vipu. Tehonsäätövaijeri ja potkurin kierrosnopeudensäätövaijeri olivat erittäin tiukalla ja olivat venyneet lentokoneen rungon muodonmuutoksen johdosta. Säätimen asento oli muuttunut törmäyksen yhteydessä, kun säätövaijerin venyminen oli aiheuttanut asennon muuttumisen.

Ruiskutussäätimen, potkurin ja moottorin vivuston vaurioiden ja asentojen perusteella moottori on ollut tyhjäkäynnillä tai lähes tyhjäkäynnillä maahan osuessaan. Tätä johtopäätöstä tukevat myös silminnäkijän havainnot moottorin äänen muuttumisesta. Potkuri on pyörinyt maahan osuessaan, mutta pienellä tehoasetuksella. Moottori on pysähtynyt potkurin osuessa maahan. Moottorin osuminen maahan on saanut rungon etuosan painumaan aluksi kasaan.

Laskusiivekkeet ja korkeusperäsimen trimmi lennon loppuvaiheilla

Korkeusperäsimen ja trimmin asentojen perusteella lentokone on osunut maahan ohjaussauva täysin taakse vedettynä. Trimmin asento viittaa siihen, että lentokone oli trimmattu nokkapainoiseksi. Trimmilevyn vähäisellä poikkeutuksella ei ole ollut merkittävää vaikutusta lentokoneen ohjattavuuteen. Kaikki ohjaimet ovat mekaanisesti toimineet maahan osumiseen saakka.

Laskusiivekkeen käyttökytkin on jousikuormitettu keskelle, joten kytkimestä ei voinut päätellä valittua laskusiivekkeiden asentoa. Laskusiivekkeen käyttöaktuaattorissa¹⁸ ei ollut merkkejä vaurioista ja sen asento vastasi laskusiivekkeet sisällä -asentoa. Laskusiivekkeiden vähäiset vauriot, aktuaattorin asento, oikean laskusiivekkeen painuminen osittain rungon sisään siiven taipuessa taaksepäin sekä vasemman laskusiivekkeen käyttötangon repeytyminen vetomurtumalla viittaavat siihen, että laskusiiveke on ollut sisään vedettynä törmäyshetkellä.

Lentokoneen iskeytyminen maahan

Vaurioiden perusteella voidaan päätellä maahan iskeytymisen tapahtuneen pienellä maanopeudella, suurella vajoamisnopeudella ja oikealle kallistuneena. Oikea siipi on koskettanut maahan ensimmäisenä ja taipunut taaksepäin sekä ylöspäin. Törmäys maahan on aiheuttanut rungon vääntymisen ohjaamon etupuolelta, jolloin oikea puoli etuohjaamosta on revennyt auki ja vasen puoli painunut kasaan, taipuen etuohjaamoon sisälle. Rungon koskettaessa maata lähes vaaka-asennossa, etuohjaamon lattiarakenteet ovat taipuneet

¹⁸ Aktuaattori on laite, joka tuottaa määrätyn liikkeen ulkoisen signaalin vaikutuksesta. Ohjaamossa oleva laskusiivekkeiden käyttövipu tuottaa signaalin aktuaattorille, joka liikuttaa laskusiivekkeitä haluttuun asentoon.

ohjaajan istuimen oikealta puolelta. Kannuspyörän koskettaessa maahan, rungon sivuttaisliike on saanut kannuspyörän kiinnitysraudan taipumaan ja rungon vääntymään keskeltä.

Oikean siiven johtoreunassa oli pieniä raahautumisjälkiä, jotka rajoittuivat pääsalon etupuolelle. Lisäksi 30 senttimetrin päässä rungosta oli noin kämmenen kokoinen reikä. Reiän muoto ja repeytymistapa viittaavat siihen, että iskemä on tullut ulkoa sisäänpäin, mahdollisesti laskutelineestä. Irronnut laskuteline oli myös aiheuttanut painauman siiven alapintaan rekisterinumeron ensimmäisen kirjaimen kohdalle.

Molemmilla ohjaajilla oli turvavyö kiinnitettynä. Olkavyöt ovat olleet löysällä, minkä vuoksi ohjaajien ylävartalot ovat päässet törmäyksen vuoksi heilahtamaan. Olkavöiden löysällä oleminen on mahdollistanut sen, että ohjaajien päät ovat osuneet lentokoneen rakenteisiin.

2.2 Olosuhteet

2.2.1 Sää

Sää tapahtumapäivänä oli aurinkoinen. Helsinki-Vantaan säähavaintojärjestelmän lentosäähavainnon¹⁹ mukaan tuulen suunta oli 110 astetta ja vaihteluväli 080–170 astetta tuulen nopeuden ollessa kolme metriä sekunnissa. Lämpötila oli 12 Celsius-astetta ja kastepiste kahdeksan Celsius-astetta. Ilmanpaine oli 1031 hPa. Näkyvyys oli yli 10 kilometriä ja noin 550 metrin korkeudessa oli lievää pilvisyyttä. Helsinki-Vantaan lentoasema sijaitsee 37 kilometrin etäisyydellä Hyvinkään lentopaikasta. Hyvinkään lentopaikalla ei ole automaattista säähavaintojärjestelmää. Hyvinkään lentopaikan valvontakamera kuvasi tuulipussia onnettomuushetkellä, ja sen perusteella tuulen voimakkuus oli 2–3 metriä sekunnissa suunnasta 120–130 astetta. Tuulipussin perusteella onnettomuushetkellä ei ollut havaittavissa puuskaisuutta tai tuulen suunnan vaihtelua.



Kuva 8. Hyvinkään lentopaikan tuulipussi onnettomuushetkellä. Tuulipussi on ympyröity punaisella. (Kuva: Hyvinkään lentopaikan valvontakameratallenne, muokkaukset: OTKES)

¹⁹ Ilmailusäätiedote: METAR EFHK 270920Z 11005KT 080V170 9999 FEW018 12/08 Q1031 NOSIG=.

2.3 Tallenteet

Tutkinnassa käytettävissä oli Fintraffic Lennonvarmistus Oy:lta saatu toisiotutkatallenne²⁰, johon lentokoneen maanopeus, korkeus keskimääräisen merenpinnan yläpuolella ja lentosuunta oli tallentunut lennon eri vaiheissa. Lentoreitti voitiin lisäksi vahvistaa lennolla mukana olleen SkyDemon-mobiilisovelluksen GPS²¹-datasta. Hyvinkään lentopaikan laskukierroksesta oli myös valvontakameran kuvaama videotallenne, jossa lentokone näkyi viimeiseen kaarteeseen tullessaan. Lisäksi Hyvinkään lentopaikan radiotaajuudella käyty radioliikenne oli tallentunut tähän videotallenteeseen.

2.3.1 Toisiotutkatallenne

Toisiotutkatallenteessa oli onnettomuuslento noususta laskuun. Tallenteen perusteella lennon alku- ja matkalentovaihe olivat normaaleja.

Tallenteen perusteella lentokone liittyi Hyvinkään lentopaikan laskukierroksen oikeanpuoleisen myötätuuliosan alkuun kello 12.38. Tallenteen mukaan lentokoneen korkeus oli tällöin 1000 jalkaa keskimääräisen merenpinnan yläpuolella ja sen maanopeus oli noin 100 solmua.²² Myötätuuliosalla lentokoneen maanopeus hidastui noin 90 solmuun ja sen korkeus alkoi vähentyä. Lentokoneen aloittaessa kaarron kohti kiitotien kynnystä, sen lentokorkeus oli 600 jalkaa keskimääräisen merenpinnan yläpuolella ja maanopeus noin 80 solmua. Tallenteen perusteella ei voida erotella selvästi laskukierroksen perusosaa. Kaarron aikana lentokoneen korkeus väheni noin 500 jalkaan keskimääräisen merenpinnan yläpuolella. Tallenteen perusteella on mahdollista, että nopeus on kaarron aikana edelleen vähentynyt.

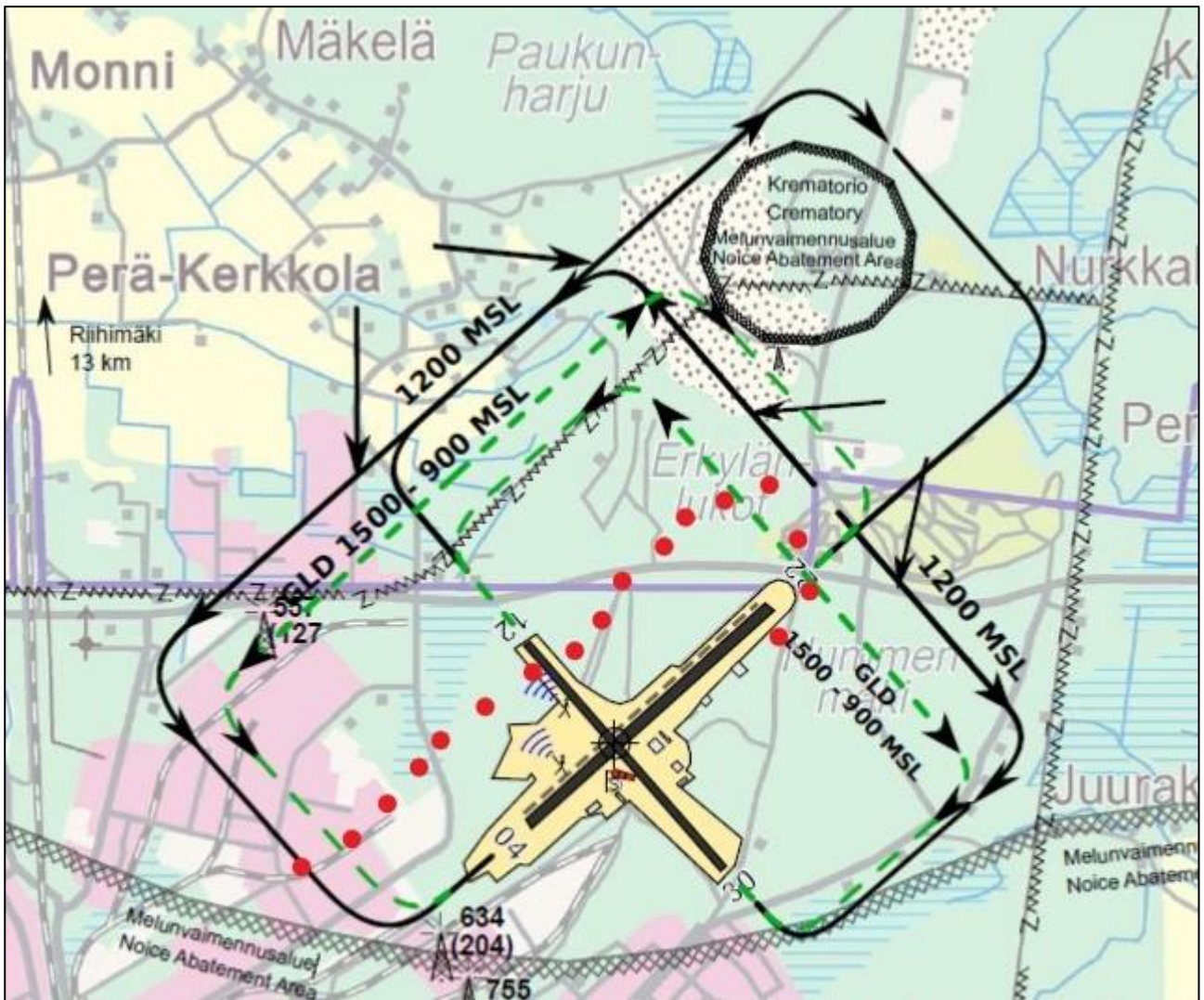
Lentokoneen lentämä reitti Hyvinkään lentopaikan epävirallisella laskeutumiskartalla²³ on esitetty kuvassa 9. Laskeutumiskarttaan on punaisilla pisteillä merkattu onnettomuuslennon kulku laskukierroksessa.

²⁰ Toisiotutka on pääosin siviililennonvarmistuksessa käytetty järjestelmä, jonka avulla paikannetaan ja tunnistetaan ilma-aluksia. Toisiotutkajärjestelmän mittaamat paikkatiedot sisältävät aina virhettä. Lisäksi epätarkkuutta aiheuttaa mittaushavaintojen harvahko päivitystaajuus. Toisiotutkajärjestelmiä on erilaisia ja eri järjestelmien tarkkuus vaihtelee. Lisäksi tarkkuuteen vaikuttavat monet eri tekijät, esimerkiksi mittausetäisyys ja päivitystaajuus. Tässä tallenteessa olevat nopeusarvot ovat maanopeuksia. Korkeus on toisiotutkatallenteessa ilmoitettu 100 jalan tarkkuudella.

²¹ GPS, eli Global Positioning System on maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä. GPS:n tarkkuus on vaakasuunnassa muutama metri ja korkeussuunnassa hieman heikompi.

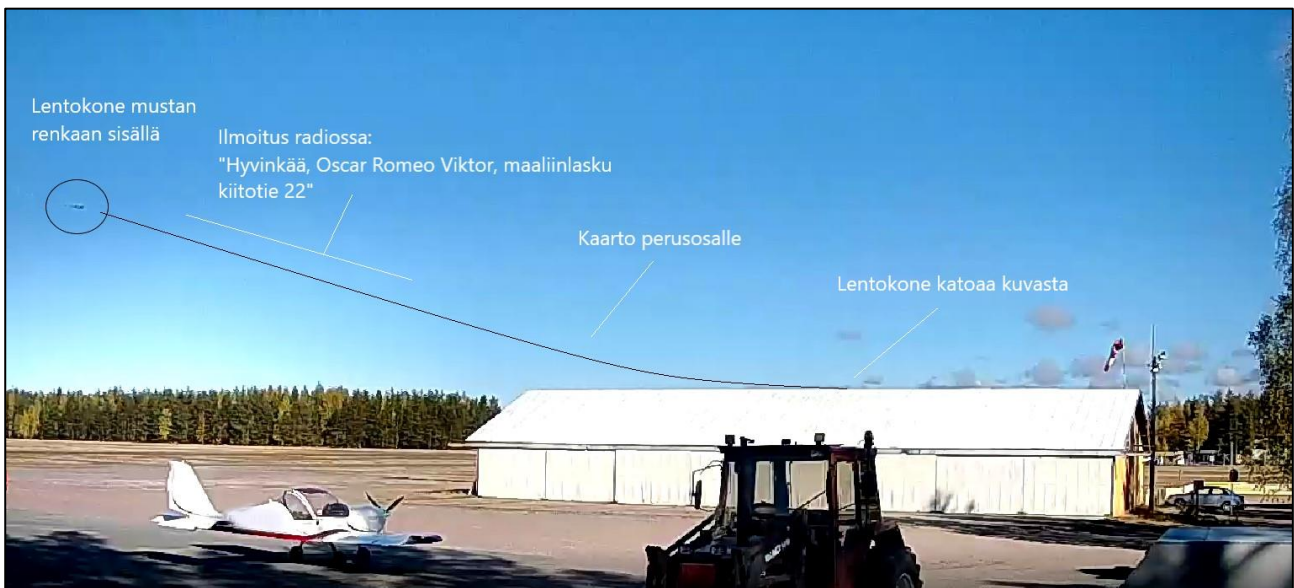
²² Tallenteessa ilmoitetut nopeusarvot ovat epätarkkoja erityisesti silloin, kun ilma-alus on muuttanut nopeutta tai lentosuuntaa lyhyessä ajassa. Tästä syystä lentotilan analysointi pelkästään tallenteen perusteella on arvio.

²³ Hyvinkään lentopaikasta on tehty epävirallinen laskeutumiskartta. Kartassa kuvataan ohjeelliset laskukierroksen sijainnit eri kiitoteille sekä oleellimmat tiedot kentällä operoimiseksi.



Kuva 9. Lentokoneen lentämä reitti Hyvinkään lentopaikan epävirallisella laskeutumiskartalla. Laskukierrokset eri kiitoteille on kuvassa piirretty mustalla viivalla. Punaiset pisteet ovat toisiotutkan tallentamia pulsseja. (Kuva: Tom Arppe, muokkaukset: OTKES)

2.3.2 Videotallenne ja radioliikenne



Kuva 10. Lentokoneen lentorata videotallenteen perusteella. (Kuva: Hyvinkään lentopaikan valvontakameratallenne, muokkaukset: OTKES)

Lentokentän valvontakamera oli tallentanut lentokoneen sijainnin oikean myötätuuliosan 22 lopussa ja peruskaarron aikana. Tallenteelta oli myös kuultavissa Hyvinkään lentopaikan radiotaajuudella käyty radioliikenne. Kello 12.35 koulutettava ohjaaja ilmoitti radiolla, että OH-XRV on lähestymässä Hyvinkään lentopaikan laskukierrosta ja arvioi liittyvänsä laskukierrokseen kahden minuutin kuluttua. Kello 12.37 koulutettava ilmoitti radiolla aikomuksesta suorittaa simuloitu pakkolasku kiitotielle 22 moottori käyden²⁴. Kello 12.38 koulutettava ohjaaja ilmoitti olevansa myötätuuliosalla 22 ja aloittavansa simuloitua pakkolaskun kiitotielle 22. Kello 12.39 lähtövuoroaan odottavan lentokoneen ohjaaja ilmoitti onnettomuudesta radiotaajuudella. Videotallenteen perusteella on havaittavissa lentokorkeuden nopea vähentyminen.

2.3.3 Johtopäätökset tallenteista

Laskukierros lennettiin hyvin lähellä Hyvinkään lentopaikan kiitotie 04/22:n keskiviivaa. Ennen loppukaartoa etäisyys keskiviivasta oli noin 400 m. Myötätuuliosan lopussa lentokone vähensi korkeutta nopeasti.

Tallenteiden perusteella kaarto kohti kiitotien kynnystä, erityisesti kaarron alussa, suoritettiin jyrkällä kallistuskulmalla ja lentokoneen nopeus väheni kaarron aikana. Toisiotutkatallenteen perusteella ei kuitenkaan voida määrittää tarkkaa nopeutta kaarron aikana. Videotallenteen ja toisiotutkatallenteen perusteella korkeus maanpinnasta oli matala kaarron aikana.

2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta

2.4.1 Koulutettavana toiminut ohjaaja

Koulutettava oli 78-vuotias harrastelentäjä. Hänellä oli LAPL-lentolupakirja, johon oli merkitty purjekoneen hinaus-, sekä yölentokelpuus. Edellinen virallinen tarkastuslento oli

²⁴ Simuloitu pakkolasku tehdään tyypillisesti moottori tyhjäkäyntiteholla.

suoritettu 24.4.2018, jonka jälkeen lupakirjaan oli 22.4.2020 merkitty COVID-19 jatkoaika²⁵. Poikkeusmenettelyn johdosta lupakirjaan oli merkitty SEP(A)-kelpuutuksen jatko 23.8.2020 asti. Onnettomuushetkellä hänen viimeaikainen kokemuksensa LAPL-lupakirjan haltijana ei täyttänyt, koska hän ei ollut suorittanut edeltävän 24 kuukauden aikana vaadittua kertauskoululentoa. Siksi koulutettavalla ohjaajalla oli kelpoisuus toimia ainoastaan oppilaana lennolla. Koulutettavan LAPL-vaatimusten mukainen ilmailulääketieteellinen kelpoisuustodistus oli voimassa 18.3.2022 asti.

Koulutettava ohjaaja oli lentänyt yhteensä noin 1200 tuntia, joista onnettomuuslentokoneella 450 tuntia.

Taulukko 3. Koulutettavan ohjaajan lentokokemus kokonaisuudessaan ja viimeisten 90 vuorokauden, 30 vuorokauden ja 24 tunnin aikana.

Lentokokemus	Viimeisten 24 tunnin aikana	Viimeisten 30 vuorokauden aikana	Viimeisten 90 vuorokauden aikana	Yhteensä noin
Kaikilla konetyypeillä	1 laskeutuminen / 1 t 15 min	10 laskeutumista / 11 t 15 min	24 laskeutumista / 22 t 25 min	1200 t
RV-8 lentokoneella	1 laskeutuminen / 1 t 15 min	10 laskeutumista / 11 t 15 min	24 laskeutumista / 22 t 25 min	450 t

2.4.2 Koulutettavan ohjaajan lääketieteellinen historia

Koulutettavan ohjaajan ilmailulääketieteellinen kelpoisuustodistus oli viime vuosien aikana ollut voimassa lähes jatkuvasti. Alla on käyty läpi koulutettavan ohjaajan lääketieteellinen historia²⁶ alkaen vuodesta 2014.

Ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus helmikuu 2014

Helmikuun 2014 tarkastuksessa on maininta todetusta aorttaläppäviasta sekä nousevan aortan laajentumisesta, joita on alettu seurata sairaalassa. Tässä yhteydessä koulutettavalle ohjaajalle oli aloitettu myös verenpainelääkitys. Koulutettava ohjaaja oli tupakoinut 50 vuotta. Koulutettavalle ohjaajalle myönnettiin tässä tarkastuksessa luokan 2 lääketieteellinen kelpoisuustodistus sekä edellytettiin seuraavassa tarkastuksessa tehtäväksi kardiologin konsultaatio ultraäänitutkimuksineen erityisohjeistuksella²⁷. Erityisohjeistuksen arvioinnissa käytettiin viranomaisen erikseen pyytämää ilmailulääketieteellisen kokemuksen omaavan kardiologin konsultaatiota.

Ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus tammikuu 2015

Tammikuun 2015 tarkastuksessa kardiologisessa jälkitarkastuksessa todettiin tilanne olennaisesti muuten olevan ennallaan, mutta aortan laajentuma oli edennyt. Tämän vuoksi päädyttiin tekemään jo kuuden kuukauden kuluttua suurten suonien magneettitutkimus.

²⁵ Liikenne- ja viestintäviraston päätöksen (TRAFICOM/122157/05.00.28.00/2020) mukaan luokka-, tyyppi-, sekä mittari-lentokelpuutuksia voitiin jatkaa enintään neljällä kuukaudella aikavälillä 27.3.2020–27.11.2020, pisimmillään poikkeusluvan loppuun asti.

²⁶ Siviili-ilmailun onnettomuuksien ja vaaratilanteiden tutkinnasta ja ehkäisemisestä annetun asetuksen (996/2010) 16 artiklan 5 kohdan mukaan terveystiedot saa sisällyttää selostukseen vain, jos niillä on merkitystä onnettomuuden tai vakavan vaaratilanteen analysoimiseksi.

²⁷ Erityisohjeistus lääketieteelliseen kelpoisuustarkastukseen (SIC).

Tässä yhteydessä arvioitiin Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön²⁸ lääketieteellisen käsikirjan²⁹ perusteella, että aortan laajentuma oli hyväksyttävä ja asianmukaisesti sairaalan seurannassa. Luokan 2 lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen voimassaoloaika rajoitettiin³⁰ kuuden kuukauden ajaksi ja sen lisäksi annettiin erityisohjeistus, joka edellytti seuraavassa tarkastuksessa kardiologin konsultaatiota sydämen ultraäänitutkimuksineen sekä suurten suonien magneettitutkimusta. Erityisohjeistusten arvioinnissa käytettiin viranomaisen erikseen pyytämää ilmailulääketieteellisen kokemuksen omaavan kardiologin konsultaatiota.

Ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus heinäkuu 2015

Heinäkuun 2015 ilmailulääketieteellisessä kelpoisuustarkastuksessa oli käytettävissä huhtikuussa 2015 tehty aortan magneettitutkimus, jossa ei ollut tapahtunut aortan seinämän sairauden etenemistä 2013 magneettitutkimukseen verrattuna. Aorttaläpän vuoto oli myös olennaisesti ennallaan. Koulutettavalle ohjaajalle aloitettiin kolesterolia alentava lääkitys. Luokan 2 lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen voimassaoloaika rajoitettiin kuuden kuukauden ajaksi erityisohjeistuksella, joka edellytti kardiologin konsultaatiota.

Ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus huhtikuu 2016

Huhtikuun 2016 ilmailulääketieteellisessä kelpoisuustarkastuksessa oli käytettävissä lokakuussa 2015 tehty sairaalatutkimus, jossa ei todettu olennaista etenemistä aorttaläpän vuodossa eikä aortan laajentumisessa. Sairaalassa koulutettavaa ohjaajaa kehoitettiin välttämään äärimmäistä ponnistelua ja seurantaväli pidennettiin 12 kuukauteen. Luokan 2 lääketieteellinen kelpoisuustodistus myönnettiin 12 kuukauden ajaksi erityisohjeistuksella edellyttäen kardiologin konsultaatiota seuraavassa tarkastuksessa.

Sairaalahoito ja leikkaus tammi-maaliskuu 2017

Huhtikuun 2016 ilmailulääketieteellisen kelpoisuustarkastuksen vielä ollessa voimassa, koulutettavan ohjaajan uuden, aiemmin diagnosoimattoman sepelvaltimotaudin oireet etenivät. Koulutettavalla ohjaajalla todettiin merkittävä sepelvaltimotauti tammikuussa 2017 ja sairauden hoito vaati kirurgisen operaation, joka tehtiin maaliskuussa 2017. Tässä operaatiossa tehtiin kolmen suonen sepelvaltimoiden ohitusleikkaus sekä aorttaläppä korvattiin bioläpällä. Tämän lisäksi aortan laajentuma korjattiin verisuoniproteesilla. Leikkauksen yhteydessä koulutettava ohjaaja sai merkittävän neurologisen komplikaation, johon liittyi yli kuukauden kestänyt sairaalahoido sekä pitkittynyt toiminnallinen häiriö. Leikkauksen yhteydessä syntyi myös aortan seinämän rakenteeseen liittyvä komplikaatio eli aortan seinämät irtaantuivat toisistaan. Sairaalahoidon aikana havaitut sydämen rytmihäiriöt todennäköisesti vaikuttivat myöhempään neurologiseen komplikaatioon. Neurologisen komplikaation hoidon yhteydessä aloitettiin myös verenohennuslääkitys ja koulutettava ohjaaja aloitti kuntoutusterapian. Aortan tietokonekerroskuvaus tehtiin marraskuussa 2017. Silloin operaation hoitotuloksen todettiin olevan kunnossa.

Ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus huhtikuu 2018

Seuraava ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus tehtiin vasta huhtikuussa 2018 ja se tehtiin luokan 2 vaatimusten sijasta LAPL-vaatimusten mukaisesti. Tarkastuksen esitiedoissa hakija ilmoitti sydämen sairaudet ja aortan sairauden, mutta ei neurologista sairautta. Tarkastuksen yhteydessä koulutettavalle ohjaajalle järjestettiin kardiologin konsultaatio,

²⁸ ICAO, International Civil Aviation Organization.

²⁹ ICAO Doc 8984 - Manual of Civil Aviation Medicine.

³⁰ Lääketieteellisen kelpoisuustarkastuksen rajoitettu voimassaoloaika (TML).

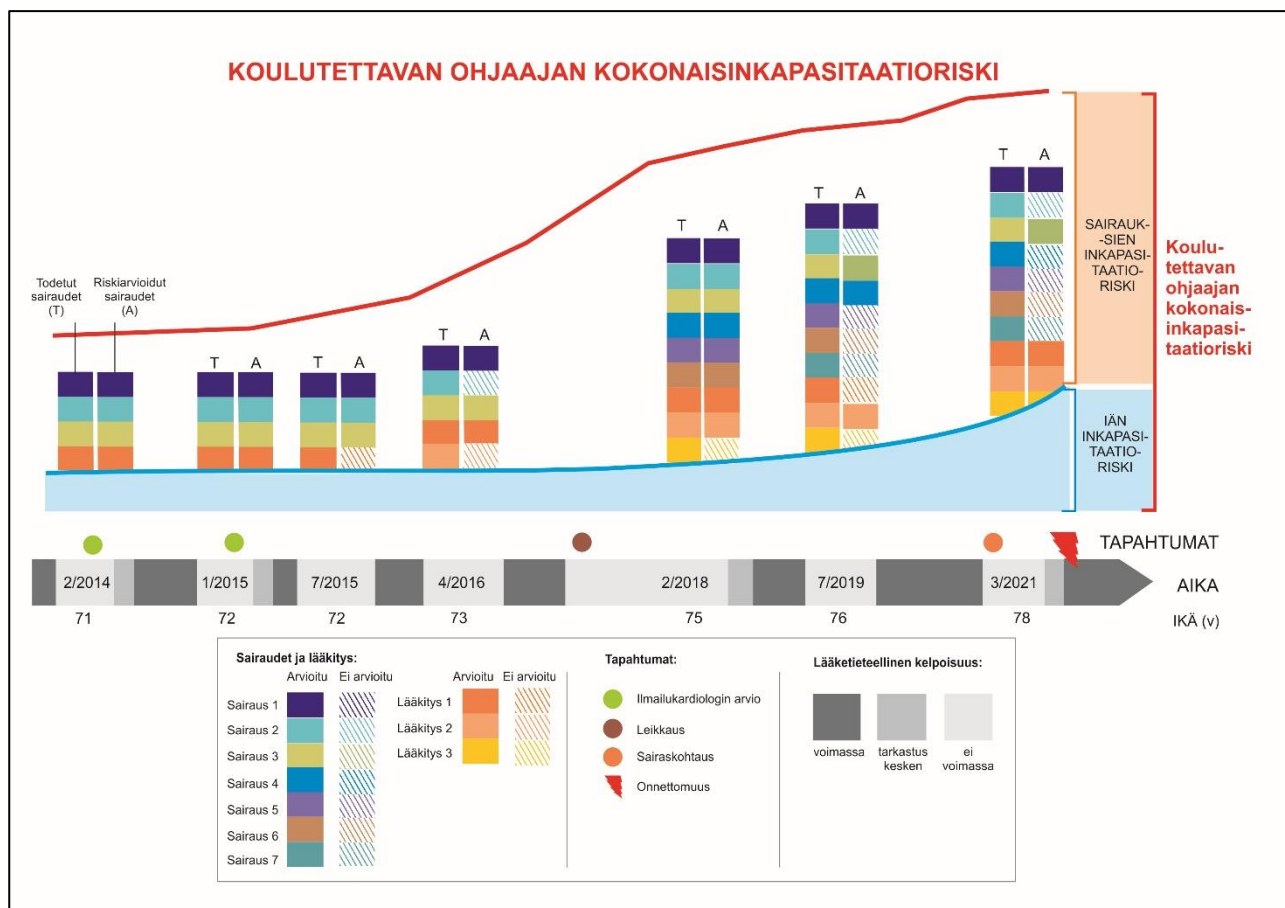
jossa muun muassa tehostettiin kolesterolilääkitystä sekä tehtiin tutkimus, joka liittyi neurologisen komplikaation todennäköisesti aiheuttaneeseen sydämen rytmihäiriöön. Sydämen rasisergometria osoitti leikkauksen onnistuneen. Operaation yhteydessä syntyneen neurologisen komplikaation vuoksi ohjaajalle tehtiin neurologin sekä neuropsykologin tutkimukset. Kelpoisuus myönnettiin 12 kuukaudeksi ja seuraavassa tarkastuksessa edellytettiin kardiologin arviota, johon tulisi kuulua sydämen ultraääni sekä sydämen rytmihäiriöön liittyvä tutkimus. LAPL-vaatimusten mukainen lääketieteellinen kelpoisuustodistus myönnettiin helmikuuhun 2019 asti.

Ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus heinäkuu 2019

Seuraava ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus tehtiin heinäkuussa 2019. Tätä edelsi huhtikuussa 2019 kardiologin konsultaatio. Kardiologin konsultaatiossa todettiin tarve tehostaa kolesterolilääkitystä ja verenpainelääkitystä. Lisäksi sydämen rytmihäiriötutkimuksessa todettiin rytmihäiriötaipumus. Kardiologi ehdotti myös tarkempia tutkimuksia liikkumiseen liittyvän katkokävelyoireen tutkimiseksi. Sydämen rasisergometriatutkimusta ei voitu tehdä teknisesti luotettavasti, joten kardiologi ehdotti korvaavaksi tutkimukseksi sairaalassa tehtävää vastaavaa erikoistutkimusta. Tämä erikoistutkimus tehtiin kesäkuussa 2019. LAPL-vaatimusten mukainen lääketieteellinen kelpoisuustodistus myönnettiin 12 kuukauden ajaksi 3.7.2019 alkaen. Lisäksi seuraavassa tarkastuksessa edellytettiin kardiologin lausuntoa.

Ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus maaliskuu 2021

Seuraava ilmailulääketieteellinen kelpoisuustarkastus aloitettiin maaliskuussa 2021. Tällöin lääketieteellinen kelpoisuustodistus oli ollut pois voimasta noin 10 kuukautta. Kardiologinen arvio aloitettiin jo tammikuussa 2021. Tässä konsultaatiossa vaihdettiin verenohennuslääke sellaiseksi, joka ei edellytä säännöllisiä laboratoriokontroleja. Tämän muutoksen seurauksena edellytettiin kolmen kuukauden karenssiaikaa ja sydämen tuoretta rasisergometriatutkimusta. Tämä tutkimus jouduttiin tekemään sairaalassa, koska rasisergometriassa ei saatu sydämen syketasoa nousemaan riittävän korkealle. Sairaalassa tehdyssä tutkimuksessa ei todettu olennaista sydänlihaksen hapenpuutetta eikä muutosta vuonna 2019 tehdyn rasisergometrin löydöksiin. LAPL-vaatimusten mukainen lääketieteellinen kelpoisuustodistus myönnettiin 30.7.2021 ja se oli voimassa 18.3.2022 asti. Kelpoisuustodistuksen voimassaoloa rajoitettiin 12 kuukauden ajaksi tarkastuksen alusta ja seuraavassa tarkastuksessa edellytettiin kardiologin lausuntoa. Traficom tarkensi erityisohjeistusta seuraavaan tarkastukseen liittyen 19.8.2021. Ohjeistuksessa edellytettiin sydämen rasisergometria ja sydämen ultraääni sekä kardiologin lausunto.



Kuva 11. Kokooma sairauksista ja lääkityksistä ilmailulääketieteellisissä kelpoisuustarkastuksissa sekä inkapasitaatoriskin³¹ muutoksesta. (Kuva: OTKES)

Onnettomuutta edeltävä terveydentila

Koulutettavalla ohjaajalla ei ollut säännöllistä hoitosuhdetta terveyskeskukseen. Ensihoitokertomuksista käy ilmi, että 29.4.2021 koulutettava ohjaaja sai sairauskohtauksen, jonka seurauksena hän kaatui maahan. Tässä yhteydessä hänellä oli myös rintatuntemusta. Ensihoitoyksikkö kävi paikalla, mutta ei kuljettanut ohjaajaa sairaalatuksiin. Ensihoitoyksikkö myös kehotti koulutettavaa ohjaajaa hakeutumaan tarvittaessa jatkoselvittelyihin terveyskeskukseen.

Muutoin koulutettavan ohjaajan viimeaikaisesta voinnista ennen onnettomuutta ei ole tietoa, koska hänellä ei ollut avoterveydenhuollossa³² omaa lääkärää. Tiedossa on kuitenkin, että koulutettavan toimintakyvyssä oli sekä pitempiaikaista muutosta että päiväkohtaista vaihtelua.

Onnettomuuspäivä

Koulutettavan ohjaajan vointi onnettomuuslentopäivänä oli normaali eikä hänellä ollut kertauskoululennon aikana terveydentilan muutoksia ennen onnettomuutta. Noin minuutti ennen onnettomuutta koulutettavana toiminut ohjaaja on ollut toimintakykyinen ja puhunut ilmailuradioon. Pian tämän jälkeen hän on kuitenkin saanut sairauskohtauksen, joka on

³¹ Inkapasitaatio tarkoittaa toimintakyvyn menettämistä. Inkapasitaatio voi johtua esimerkiksi sairauskohtauksesta.

³² Avoterveydenhuolto tarkoittaa yleensä terveyskeskuksen vastaanottoa toimintaa sekä ennaltaehkäiseviä neuvola- ja vastaavia toimintoja.

johtanut nopeaan toimintakyvyttömyyteen. Ensihoidon saapuessa onnettomuuspaikalle, koulutettava ohjaaja oli eloton.

Oikeuslääketieteelliset tutkimukset

Oikeuslääketieteellisessä ruumiinavauksessa kuolinsyyksi todettiin rinta-aortan repeämä sekä aortan seinämäkerrosten irtaantuminen aina palleatasolle asti. Ruumiinavauksessa todettiin aiemmin sairastettu sydäninfarkti, joka ei ollut tullut aiemmissa tutkimuksissa esiin. Oikeuskemiallisissa näytteissä ei todettu alkoholia tai keskushermostoon vaikuttavia lääkkeitä. Näytteissä oli havaittavissa verisuonisairauksien hoitoon käytettäviä lääkkeitä.

2.4.3 Lennonopettaja

Lennonopettaja oli 54-vuotias ja hänellä oli voimassa oleva PPL(A)-lentolupakirja, joka oli myönnetty vuonna 2016. Lupakirjassa oli SEP(A)-luokkakelpuutuksen lisäksi lennonopettaja-, yölento-, taitolento-, näytöslentäjä-, sekä luokkakelpuutuskouluttajan kelpuutukset. Lennonopettajakelpuutus oli rajattu LAPL-lupakirjaluokan omaavien opettamiseen. Lennonopettajalla oli voimassa oleva luokan 2 lääketieteellinen kelpoisuustodistus. Lennonopettajalla oli lentokokemusta yhteensä noin 1000 tuntia, joista päällikkönä oli lennetty 865 tuntia. Lennonopettajana hän oli toiminut 434 tuntia.

Taulukko 4. Lennonopettajan lentokokemus kokonaisuudessaan ja viimeisten 90 vuorokauden, 30 vuorokauden ja 24 tunnin aikana.

Lentokokemus	Viimeisten 24 tunnin aikana	Viimeisten 30 vuorokauden aikana	Viimeisten 90 vuorokauden aikana	Yhteensä noin
Kaikilla konetyypeillä	-	11 laskeutumista / 5 t 50 min	86 laskeutumista / 31 t 35 min	2585 laskeutumista / 1000 t
RV-8-lentokoneella	-	4 laskeutumista / 2 t 38 min	4 laskeutumista / 2 t 38 min	80 laskeutumista / 29 t
Lennonopettajana kaikilla konetyypeillä	-	2 laskeutumista / 2 t 15 min	13 laskeutumista / 8 t 25 min	1500 laskeutumista / 434 t
Lennonopettajana RV-8-lentokoneella	-	1 laskeutuminen / 1 t	1 laskeutuminen / 1 t	71 laskeutumista / 12 t 45 min

2.4.4 Lennonopettajana toimineen ohjaajan lääketieteellinen kelpoisuus

Lennonopettajana toimineen ohjaajan luokan 2 lääketieteellinen kelpoisuustodistus oli voimassa 15.1.2022 asti. Ilmailulääketieteellisissä kelpoisuustarkastuksissa ei ollut tullut esiin mitään merkittäviä sairauksia.

Onnettomuuden seuraukset

Lennonopettajana toiminut ohjaaja loukkaantui onnettomuudessa vakavasti³³ ja sai hoitoa vaativan kasvovamman. Sairaalahoidossa hän oli hieman yli 10 päivää. Verinäytteessä ei ollut merkkejä alkoholista tai keskushermostoon vaikuttavista lääkeaineista.

2.5 Viranomaisten ennalta ehkäisevä toiminta

Onnettomuustutkintakeskus tutki vuonna 2016 onnettomuuden, jossa yleisilmailukoneen ohjaaja sai paikallislennolla sydäninfarktin ja menehtyi pian laskeutumisen jälkeen. Ohjaaja sairasti usean suonen sepelvaltimotautia ja uniapneaa. Ennen onnettomuutta, viimeisen viiden vuoden aikana hänellä oli ollut kolme sydäninfarktia, jotka oli hoidettu sepelvaltimon pallolaajennuksilla.

Tutkinnan perusteella ohjaajan lentoturvallisuuteen liittyvää suurentunutta uusiutuvan sydäninfarktin kokonaisriskiä ei tunnistettu. Eurooppalaisessa ilmailulääketieteellisessä ohjeistuksessa neuvotaan vain osittain kokonaisriskinarvioon liittyvää päätöksentekoa.

Ohjaaja ei tuntenut lääketieteelliseen kelpoisuuteen liittyviä velvollisuuksia ja lupakirjan voimassaolon rajoituksia. Hänen lentoharrastuksensa oli tiedossa terveydenhuollossa, mutta kansallisessa lainsäädännössä ei ole lääketieteelliseen kelpoisuuteen liittyvää ilmoitusvelvollisuutta lupakirjan haltijaa hoitavalle lääkärille.

Tutkinnan perusteella Onnettomuustutkintakeskus antoi neljä turvallisuussuositusta:

1. Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö sisällyttää ilmailulääketieteelliseen käsikirjaan sellaisen riskienhallintamallin, jota voidaan käyttää ilmailulääketieteellisessä päätöksenteossa arvioitaessa lentäjien riskiä, joilla on ollut toistuva sydäninfarkti. [2017-S34]
2. Euroopan lentoturvallisuusvirasto parantaa ilmailulääkäreiden riskienhallinnan osaamista ilmailulääketieteellisessä päätöksenteossa koulutuksella sekä lisäämällä ilmailulääkäreiden konsultaatio- ja rajoitteenkäyttövalmiuksia. [2017-S35]
3. Liikenne ja viestintäministeriö yhdenmukaistaa terveydentilaan liittyvän ilmoitusvelvollisuuden maantieliikenteen ja ilmailun välillä osana lentoturvallisuuden parantamista. [2017-S36]
4. Liikenteen turvallisuusvirasto huolehtii, että yleis- ja harrasteilmailijat saavat selventävää tietoa lentolupakirjaan liittyvistä oikeuksista sekä lääketieteellisen ilmoitusvelvollisuuden merkityksestä. [2017-S37]

Näistä suosituksista 2017-S34 on edelleen kesken, mutta asia on Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön työlistalla.

Suositukseen 2017-S35 liittyen aikaisempien annettujen määräysten ja tehtyjen toimenpiteiden lisäksi Euroopan lentoturvallisuusvirasto on aloittanut kehittämistehtävän ilmailulääkäreiden päätöksenteon tukemiseksi.

Suositus 2017-S36 on toteutettu lakimuutoksella. Siinä yhtenäistettiin lääketieteellisiä ilmoituksia koskevat menettelyt rautateillä, merenkulussa ja ilmailussa.

Suositus 2017-S37 on toteutettu. Ilmailulääkäriskoulutuksessa on muistutettu, että ilmailulääkärillä on velvollisuus jokaisessa tarkastuksessa muistuttaa sekä opastaa hakijaa ilmoitusvelvollisuuden merkityksestä. Lisäksi terveydentilan muutoksen suhteen vaatimus on

³³ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) N:o 996/2010 mukaan vakavalla vammalla tarkoitetaan henkilön onnettomuudessa saamaa vammaa, johon liittyy muun muassa yli 48 tunnin sairaalahoido tai luunmurtuma (lukuun ottamatta sormien, varpaiden tai nenän vähäisiä murtumia).

painettu lääketieteelliseen kelpoisuustodistukseen. Yleisilmailussa tietoa on jaettu aktiivisesti eri kanavien kautta. Tiedotteet, tapahtumat, sosiaalinen media ja henkilökohtainen neuvonta ovat keinoja, joita käytetään tehtävässä. Liikenne- ja viestintävirasto pyrkii edelleen kehittämään tapoja ja tehostamaan eri tiedonjakokanavien käyttöä, jotta tiedon tavoitettavuus olisi entistäkin parempaa ja helpompaa.

2.6 Pelastustoimiin osallistuneet organisaatiot ja niiden toimintavalmius

2.6.1 Keski-Uudenmaan pelastuslaitos

Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksen toiminta-alueeseen kuuluvat Hyvinkää, Järvenpää, Kerava, Mäntsälä, Nurmijärvi, Pornainen, Tuusula ja Vantaa. Riskiperusteisesti luokiteltu toiminta-alue on jaettu neljään riskiluokkaan, joista korkein on 1. luokka. Toimintavalmius on mitoitettu laitoksen palvelutasopäätöksen (2021–2024) mukaiseksi. Operatiivinen toiminta on jaettu kahteen toiminnalliseen alueeseen, eteläiseen ja pohjoiseen. Molemmilla alueilla on päivystävä palomestari (P33/P34), joka toimii tilanteen yleisjohtajana, kun toimintaan osallistuu muita viranomaisia ja toimijoita. Alueella on kahdeksan välittömässä toimintavalmiudessa olevaa paloasemaa sekä kaksi valmiusasemaa. Näillä asemilla on alueen riskit huomioiden sijoitettuna mahdollisimman nopeaan ja tarkoituksenmukaiseen toimintaan kykeneviä pelastusyksiköitä. Lisäksi alueella toimii sopimuspalokunnan verkosto, joka koostuu 34 pelastusyksiköstä.

Keski-Uudenmaan pelastuslaitos järjestää vuosittain erilaisia harjoituksia, esimerkiksi lento-onnettomuusharjoituksia, eri yhteistoimintaviranomaisten kanssa. Yhteistyö on tiivistä myös naapurialueiden pelastuslaitosten kanssa.

2.6.2 Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin alueella toimii viisi sairaanhoitoaluetta, joista yksi on Hyvinkään sairaanhoitoalue. Hyvinkään sairaanhoitoalueella on oma vastuulääkäri sekä ensihoitopäällikkö. Päivittäisiä onnettomuuksia varten Hyvinkään sairaanhoitoalueella on välittömässä valmiudessa ensihoidon kenttäjohtaja sekä kolme hoitotason sekä kuusi hoito- ja perustason ensihoitoyksikköä täydentämässä kiireellistä ensihoitopalvelua.

Yksiköiden sijoittelussa tukeudutaan pelastuslaitoksen vakinaisiin ja sopimuspalokuntaverkoston tiloihin. Yhteistoiminta pelastuslaitoksen kanssa on lähes päivittäistä.

2.7 Säädökset, määräykset ja ohjeet

2.7.1 LAPL, Kevyiden ilma-alusten lentolupakirja

LAPL-lentolupakirja on kevyiden ilma-alusten operoimiseen tarkoitettu lentolupakirja. Lentomiehistöä koskevat pääperiaatteet ja keskeiset vaatimukset on määritelly komission asetuksen (EU) N:o 1178/2011, jäljempänä lentomiehistöasetus, liitteessä I (osa FCL). FCL.105.A LAPL(A) -kohdassa säädetään lupakirjan haltijan oikeudet ja ehdot. Säännöksen a kohdan mukaan lupakirjan haltijalla on oikeus toimia ilma-aluksen päällikkönä yksimoottorisessa määntämoottorikäyttöisessä maalentokoneessa tai TMG³⁴-moottoripurjelentokoneessa, jonka suurin sallittu lentoonlähtömassa on enintään 2000 kg ja joka voi kuljettaa enintään kolme matkustajaa siten, ettei ilma-aluksessa ole koskaan enempää kuin neljä henkilöä. Säännöksen b kohdan mukaan lupakirjan haltija saa kuljettaa

³⁴ TMG (Touring Motor Glider) eli moottoripurjelentokone.

matkustajia vasta, kun hän on suorittanut lupakirjan myöntämisen jälkeen 10 tuntia lentoaikaa ilma-aluksen päällikkönä lentokoneella tai TMG-moottoripurjelentokoneella. Lupakirjalla ei voi harjoittaa kaupallista lento-ointia.

LAPL-lupakirjan voimassaolon jatkaminen

FCL.140.A LAPL(A) -kohdassa säädetään viimeaikaisen kokemuksen vaatimukset. Säännöksen a kohdan mukaan lupakirjan haltija saa käyttää lupakirjansa oikeuksia vain, jos hän on viimeksi kuluneiden 24 kuukauden aikana suorittanut lentokoneen tai TMG-moottoripurjelentokoneen ohjaajana vähintään 12 tuntia lentoaikaa ilma-aluksen päällikkönä, mukaan lukien 12 lentoonlähtöä ja laskua, ja kokonaislentoajaltaan vähintään yhden tunnin pituisen kertauskoulutuksen kouluttajan kanssa. Lupakirjan haltijoiden, jotka eivät täytä a kohdan vaatimuksia, on suoritettava tarkastuslento tarkastuslentäjän kanssa, ennen kuin he saavat jatkaa lupakirjansa mukaisten oikeuksien käyttämistä. Vaihtoehtoisesti heidän on suoritettava lisälentoaika tai lentoonlähdöt ja laskut joko koululentoina tai yksinlentoina opettajan valvonnassa täyttääkseen a kohdan vaatimukset. Viimeaikaisen kokemuksen vaatimusta tarkastellaan ilma-aluksen päällikkönä toimimisen hetkestä 24 kuukautta taaksepäin, eikä lupakirjan oikeuksia viimeaikaisen kokemuksen osalta merkitä lupakirjaan tai lentopäiväkirjaan.

2.7.2 Harrasterakenteisten ja experimental ilma-alusten käyttäminen koululenkoilla

Harrasterakenteisten ilma-alusten käyttö lentomiestöasetuksen mukaiseen koulutukseen, kertauskoululentoihin, lentokokeisiin ja tarkastuslentoihin edellyttää viranomaisen tällaiselle ilma-alukselle antamaa erillishyväksyntää. Kun on kyse opettajan kanssa suoritettavista koulutuslennoista, käytettävällä lentokoneella tai TMG-moottoripurjelentokoneella on oltava liitteessä VII (osa ORA) olevassa ORA.ATO.135 kohdassa tai liitteessä VIII (osa DTO) olevassa DTO.GEN.240 kohdassa määritetty hyväksyntä.

2.7.3 Kertauskoululento

Kertauskoululennon sisällöstä on säädetty lentomiestöasetuksen kohdassa AMC1 FCL.140.A. Hyväksyttävien vaatimusten täyttämisen menetelmiä (AMC) tulee noudattaa, ellei ko. asiaan ole hyväksytty vaihtoehtoisia vaatimusten täyttämisen menetelmiä.

Lento-ohjelman suunnittelussa lennonopettajan on otettava huomioon koulutettavan ohjaajan kokemus. Kertauskoulutuslentoon kuuluu myös lennonvalmisteluvaihe. Lennonvalmistelussa käydään koulutettavan ohjaajan kanssa läpi tulevan kertauskoululennon kulku, lennon suunnittelu sekä normaaliin lentoon liittyvät valmistelut.

Lentokokeessa³⁵ ja kertauskoululennolla³⁶ tulee suorittaa simuloitu pakkolasku ilman moottoritehoa. Kertauskoululennolla simuloitu pakkolasku³⁷ voidaan suorittaa tekemällä lähestyminen ja lasku tyhjäkäynnillä enintään 2 000 jalan korkeudesta kiitotien yläpuolelta.

2.7.4 Lääketieteellinen kelpoisuus

Lääketieteellisiin kelpoisuustodistuksiin sovelletaan lentomiestöasetuksen liitteen IV (osa MED) vaatimuksia. MED.A.030 b kohdan perusteella LAPL-lupakirjan oikeuksia käytettäessä lupakirjan haltijalla on oltava vähintään LAPL-vaatimusten mukainen voimassa oleva lääketieteellinen kelpoisuustodistus.

³⁵ LU3224 – 1/2019 Osa 5, kohta b: Simuloitu pakkolasku.

³⁶ LU3270 – 1/2019 Kohta 4.3: Simuloitu pakkolasku ilman moottoritehoa.

³⁷ LU3270 – 1/2019 Kohta 3.5.

Luokan 2 lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen voimassaoloaika on 60 kuukautta 40 ikävuoteen asti. Tämän jälkeen voimassaoloaika on 24 kuukautta 50 ikävuoteen asti, jonka jälkeen voimassaoloaika on 12 kuukautta. LAPL-vaatimusten mukaisen lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen voimassaoloaika on 60 kuukautta 40 ikävuoteen asti, jonka jälkeen voimassaoloaika on 24 kuukautta.

Jos hakija ei täytä kaikkia haetun luokan lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen vaatimuksia, ilmailulääkärin on arvioitava, voiko hakija täyttää kelpoisuuden rajoituksilla. Lisäksi ilmailulääkäri voi rajoittaa kelpoisuustodistuksen voimassaoloaika. Ilmailulääkärin myöntämässä kelpoisuustodistuksessa on tällöin merkitty rajoitus tai rajoituksia.

Rajoituksina voi olla esimerkiksi OSL-rajoitus, jolloin lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen haltija saa lentää ilma-alusta ainoastaan toisen ohjaajan kanssa. Suomessa OSL-rajoituksen omaavia lentäjiä on hyvin vähän. OPL-rajoituksella myönnetyn lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen haltija saa ohjata vain ilma-alusta, jossa ei ole matkustajia. ORL-rajoituksella myönnetyn lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen haltija saa ohjata ilma-alusta ainoastaan, jos yksi seuraavista kahdesta A tai B ehdosta täyttyy:

- A) ilma-aluksessa on mukana toinen ohjaaja, jolla on kelpoisuus toimia kyseisen luokan ja tyyppin ilma-aluksen päällikkönä, ja ilma-aluksessa on kaksoisohjaimet ja toinen lentäjä istuu ohjaimin varustetulla paikalla;
- B) ilma-aluksessa ei ole mukana matkustajia.

Suomessa yleisimpiä syitä OSL-, OPL- ja ORL-rajoituksiin ovat verenohennushoito ja sydäninfarktin jälkitila.

Lupakirjan haltija ei saa käyttää³⁸ lääketieteelliseen kelpoisuuteen liittyviä oikeuksia, jos hän tietää terveydentilansa heikentyneen. Lisäksi kelpoisuustodistuksen haltijan on ilman tarpeetonta viivytystä otettava yhteyttä ilmailulääkäriin tai ilmailulääketieteen keskuksen, jos hänelle on tehty esimerkiksi kirurginen toimenpide.

2.7.5 Ilmailulääkärin tarkastus

Ilmailulääkäri arvioi lentäjän lääketieteellistä kelpoisuutta käyttäen ohjeena lentomiehistöasetuksen liitteen IV (osa MED) vaatimuksia. Päätöksenteko perustuu sairauden aiheuttaman toimintakyvyn menetyksen riskiin tulevaisuudessa käyttäen pohjana näyttöön perustuvaa lääketieteellistä tutkimusta. Kuitenkin sellaisissa tapauksissa, joissa arvioitavalla ohjaajalla on useita sairauksia ja tämän lisäksi korkea ikä, joudutaan turvautumaan asiantuntijalausuntoihin. Asiantuntijalausuntojen suositukset voivat olla merkittävästikin toisistaan poikkeavia. Yleisesti on suositeltavaa, että lausunnon antava asiantuntija tuntee hyvin ilmailuympäristön erityispiirteet.

Ilmailulääketieteellisessä tarkastuksessa lentäjä täyttää yksityiskohtaisen terveydentilaa koskevan esitietolomakkeen. Esitietolomake käydään läpi ilmailulääkärin kanssa ja varmistetaan allekirjoituksella. Ilmailulääkäri tekee tämän jälkeen tarkastuksen, johon kuuluu muun muassa näön ja kuulon arviointi sekä arvio mahdollisten sairauksien merkityksestä lääketieteelliselle kelpoisuudelle. Ilmailulääkäri voi myöntää tai uusia lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen tai jatkaa sen voimassaoloaika ainoastaan, jos hakija on toimittanut kaikki itseään koskevat lääketieteelliset esitiedot sekä hakijan lääkärintarkastusten ja kokeiden tulokset.

³⁸ Ilmailulain (864/2014) 49 §.

Ilmailulääkärintarkastuksessa lentäjä saa vahvistetun lääkärinlausunnon. Nykyinen käytäntö alkoi keväällä 2013. Lausunto on ilmailulääkärin päätös siitä, onko hakija kelpoinen, ei-kelpoinen vai onko hänen kelpoisuutensa ohjattu lupakirjaviranomaisen, ilmailulääketieteen keskuksen tai ilmailulääkärin ratkaistavaksi. Ilmailulääkäri voi käyttää apunaan tarvittavia asiantuntijoita. Nykyisen käytännön mukaan pääsääntöisesti ilmailulääkäri tekee päätöksen kelpoisuuden hyväksymisestä.

2.8 Muut selvitykset

2.8.1 Inkapasitaatio

Vuonna 2017 tehdyssä tutkimuksessa³⁹ analysoitiin Yhdysvalloissa tapahtuneita iäkkäiden yleisilmailijoiden kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Otantana tässä tutkimuksessa oli 114 yli 70-vuotiaille ilmailijoille vuosina 2003–2012 tapahtunutta onnettomuutta. Tässä tutkimuksessa havaittiin, että 19 %:ssa onnettomuuksista ohjaajalla oli merkittäviä, todennäköisesti onnettomuuteen vaikuttaneita sairauksia. Tyypillisesti näillä lentäjillä oli vertailuryhmään (60–63-vuotiaat ohjaajat) verrattuna monilääkitys, eli heillä oli tilastollisesti merkittävästi useammin kolme lääkitystä tai enemmän. Monilääkityksen voidaan katsoa heijastavan monisairautta. Tutkijat ehdottivat tämän perusteella, että ikääntyneen ohjaajan ilmailulääketieteelliseen arvioon tulisi kuulua lausunto hoitavalta yleislääkäriltä.

Toisessa tutkimuksessa⁴⁰, jossa analysoitiin Yhdysvalloissa 80-vuotiaille tai vanhemmille lentäjille tapahtuneita kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, tuotiin huoli kasvaneista onnettomuusmääristä tässä ikäryhmässä. Tutkimuksessa tuli esiin ohjaajien lukumäärän kasvaminen edellä mainitussa ikäryhmässä, mutta sen lisäksi kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien suhteellinen kasvu 80-vuotiaille tai vanhemmilla ohjaajilla. Tyypillisiä olivat erityisesti laskeutumiseen liittyvät onnettomuudet, ja tutkija epäili osasyynä tiedonkäsittelyn toimintoihin liittyvien toimintahäiriöiden lisääntymistä iäkkäillä ohjaajilla. Tutkija ehdottaa turvallisuuden parantamiseksi muun muassa lento-operaatioihin vaikuttavien olosuhteiden huolellisempaa huomioimista ikääntyneillä ohjaajilla sekä säännöllistä lentotaidon käytännön testaamista.

Inkapaatiotapahtumia systemaattisesti tilastoimalla ja analysoimalla voidaan lentoturvallisuutta kehittää. Esimerkkinä⁴¹ voidaan mainita Yhdysvaltojen ilmailuhallinnon⁴² ylläpitämä inkapasitaatiorekisteri⁴³. Rekisterissä yhdistetään ohjaajan lääketieteellinen tieto toiminnalliseen tietoon. Yhdysvaltojen ilmailuhallinnon julkaisemassa raportissa⁴⁴ vuodelta 2018 analysoitiin 602 kuolemaan johtaneen ilmailuonnettomuuden ruumiinavaustietoja. Tässä tutkimuksessa sydän- ja verisuonitauteihin liittyvät löydökset olivat kaikkein yleisimpiä ja niitä oli noin 85 %:ssa onnettomuustapauksista. Australian ilmailuviranomaisen tutkimuksessa⁴⁵ analysoitiin liikenneilmailun ja yleisilmailun eroja ajatellen inkapasitaatiota. Liikenneilmailussa on inkapasitaatiotilanteessa opeteltuna ja harjoiteltuna malli, jossa toinen ohjaaja ottaa lentokoneen ohjausvastuun. Yleisilmailussa lentäjä on usein yksin ohjaajana.

³⁹ Vuorio A, Asmayawati S, Budowle B, ym. (2017). General Aviation Pilots Over 70 Years Old. *Aerospace Medicine and Human Performance*, Vol 88(2), s. 142–145.

⁴⁰ Douglas DB (2018) General Aviation Accidents Involving Octogenarian Airmen: Implications for Medical Evaluation. *Aerospace Medicine and Human Performance*, Vol. 89(8), s. 687–692.

⁴¹ Venesco JL, DeJohn DO (2021). Federal Aviation Administration, Washington DC, DOT/FAA/AM-21/28.

⁴² FAA, Federal Aviation Administration.

⁴³ IDR, Incapacitation Data Registry.

⁴⁴ Ricaurte, EM. Federal Aviation Administration (2018) Washington DC, DOT/FAA/AM-18/8.

⁴⁵ Australian Government (2015), AR-2015-096, Australian Transport Safety Bureau.

Yleisilmailussa, kahden ohjaajan lennolla, saattaa inkapasitaatiotilanne tulla hyvin yllätyksellisenä, koska kyseistä tilannetta ei käytännössä juuri harjoitella.

2.8.2 Euroopan lentoturvallisuusviraston, Yhdysvaltojen ilmailuhallinnon ja Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön ilmailulääketieteellinen ohjeistus liittyen iäkkääseen ohjaajaan

Euroopan lentoturvallisuusviraston lääketieteellisessä ohjeistuksessa⁴⁶ ei erityisesti tuoda esiin ikääntyneitä ohjaajia ja heidän terveyteensä vaikuttavia seikkoja. Tilanne on hyvin samankaltainen kuin Yhdysvaltojen ilmailuhallinnon lääketieteellisessä ohjeistuksessa⁴⁷.

Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön lääketieteellisessä käsikirjassa⁴⁸ mainitaan iäkkäät lentäjät muutamassa asiayhteydessä. Lääkäreille muistutetaan, että iäkkäiden lentäjien sydän- ja verisuonisairaudet ovat länsimaissa lisääntymässä. Tämä lisää käsikirjan mukaan potentiaalisesti inkapasitaatioiden määrää. Toisaalta tuodaan esiin, että iäkkäiden lentäjien suurempi kokemus saattaa vähentää onnettomuuksia. Lisäksi tuodaan esiin useiden sairauksien kohdalla iän merkitys sairauden ennusteeseen. Neurologisten sairauksien lisäarviointina iäkkäille ohjaajille ehdotetaan lisätestejä suorituskyvyn arviointiin. Käsikirjassa muistutetaan myös tarkastusvälin huomioimisesta ja tarvittaessa lyhentämisestä iäkkäiden ohjaajien kohdalla.

Ilmailulääketieteellinen arviointiprosessi

Turvallisuudenhallinnan tärkeinä osa-alueina ovat päätöksenteon prosessit ja niiden dokumentointi. Ilmailulääketieteellisessä päätöksenteossa prosessit perustuvat Euroopan lentoturvallisuusviraston lääketieteellisiin ohjeistuksiin. Tämän lisäksi päätöksien perusteena käytetään näyttöön perustuvia lääketieteellisiä tutkimustuloksia ja hoitosuosituksia. Näiden soveltaminen on osittain haasteellista ilmailulääketieteellisessä päätöksenteossa, koska ilmailijan toimintaympäristön vaatimukset vaativat yleisten hoito-ohjeistuksien soveltamista. Ilmailulääketieteellisessä päätöksenteossa yhdistyvät näyttöön perustuvaan lääketieteeseen sekä riskinhallintaan perustuva päätöksenteko. Tämän päätöksenteon onnistumista on haasteellista arvioida, mutta arviointia voidaan tehdä sekä auditoinneissa että ilmailuonnettomuuksien onnettomuustutkinnassa⁴⁹. Ilmailulääketieteellisen päätöksentekoprosessin hallintaan voidaan soveltaa turvallisuudenhallintajärjestelmää⁵⁰ tai sen osia.

Usein ilmailulääketieteellinen arvio kohdistuu työikäisen lentäjän yhteen sairauteen (Kuva 12). Tällöin voidaan puhua melko rutiininomaisesta arviointiprosessista, joka voi perustua ilmailulääketieteelliseen ohjeistukseen sekä näyttöön perustuvaan lääketieteeseen. Ilmailulääkäri voi lisäksi konsultoida soveltuvan lääketieteellisen erikoisalan asiantuntijaa, jolla on ilmailulääketieteellistä kokemusta.

Arviointiprosessi muuttuu haastavammaksi, jos työikäisellä lentäjällä on useampia sairauksia. Tällöin ilmailulääketieteellinen ohjeistus ja näyttöön perustuva lääketieteellinen tieto tarjoaa selkeästi vähemmän apua riskinarviointiin. Haasteena on myös se, että joudutaan käyttämään

⁴⁶ EASA, Easy Access Rules for Medical Requirements, EU, 2020.

⁴⁷ FAA, Guide for Aviation Medical Examiners, 2022.

⁴⁸ ICAO Manual of Civil Aviation Medicine, 2012, Third Edition, Montreal, Canada.

⁴⁹ Watson, D.B. (2005) Aeromedical decision making and evidence-based medicine risk management paradigm. *Aviation, Space and Environmental Medicine*. Vol.76, s. 58–62.

⁵⁰ ICAO. (2012). *Manual of Civil Aviation Medicine. Annex 1. Chapter 6–6.3.2.5.1. Doc 8984 3rd edition*. ISBN 978-92-9231-959-5.

useita ilmailulääketieteellisen osaamisen omaavia erikoislääkäreitä ja heidän arviointinsa kokonaisarvio on haasteellinen.

Arviointiprosessi muuttuu erittäin haastavaksi tai jopa mahdottomaksi, jos ikääntyneellä lentäjällä on useita sairauksia. Ilmailulääketieteellinen ohjeistus ja näyttöön perustuvaan lääketieteeseen liittyvät tutkimukset eivät yleisesti käsittele tai koske ikääntyneitä lentäjiä. Tällöin riskiarvioinnin tekeminen on erittäin hankalaa, koska iän aiheuttamasta lisäriskistä ei synny kokonaiskuvaa. Lisäksi monisairaana, ikääntyneen lentäjän, useaa lääkettä sisältävän hoidon toteutumista on vaikea todentaa. Usein myös lääketieteellisen erikoisalan asiantuntijan tieto koskien ikääntyneitä lentäjiä voi olla vähäisempää kuin työiässä olevia lentäjiä koskeva tieto, koska tällaiset arviointitapaukset ovat harvinaisempia.

ILMAILULÄÄKETIETEELLINEN ARVIOINTIPROSESSI ERI TILANTEISSA		
ERILAISIA ARVIOINTITILANTEITA		RISKIARVION VAIKEUSASTE
Työikäinen lentäjä - yksi sairaus	• Ilmailulääketieteellinen ohjeistus on käyttökelpoinen • Näyttöön perustuvia lääketieteellisiä tutkimuksia on tulevasta riskistä • Ilmailulääketieteellisen kokemuksen omaavan erikoislääkärin konsultointi tarkentaa arviota	RUTIINI
Työikäinen lentäjä - useampi sairaus	• Ilmailulääketieteellinen ohjeistus on rajoitetusti käyttökelpoinen, koska se koskee yksittäisiä sairauksia • Näyttöön perustuvia lääketieteellisiä tutkimuksia ei yleensä ole useamman sairauden yhteisriskistä • Ilmailulääketieteellisen kokemuksen omaavan erikoislääkärin konsultointi tarkentaa riskiennustetta usein yhden sairauden osalta • Kokonaisriskin arvio jää ilmailulääkärille ja on paljon kokemusta vaativa	HAASTAVA
Ikääntynyt lentäjä - useampi sairaus	• Ilmailulääketieteellinen ohjeistus on rajoitetusti käyttökelpoinen, koska siinä ei huomioida ikää ja sairauksien yhteisvaikutusta • Näyttöön perustuvia lääketieteellisiä tutkimuksia ei yleensä ole edes yhden sairauden osalta ikääntyneillä • Ilmailulääketieteellisen kokemuksen omaavan erikoislääkärin kokemus on pääsääntöisesti työikäisistä lentäjistä • Kokonaisriskin arvio jää ilmailulääkärille, jolla yleensä ei ole kokemusta ikääntyneistä lentäjistä	ERITTÄIN HAASTAVA MAHDOTON

Kuva 12. Ilmailulääketieteellinen arviointi ja sen haasteet eri tilanteissa. (Kuva: OTKES)

Aortan sairaudet ilmailulääketieteellisessä päätöksenteossa

Aortan sairauksia käsitellään Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön siviili-ilmailun käsikirjassa yksityiskohtaisemmin kuin Euroopan lentoturvallisuusviraston ilmailulääketieteellisessä ohjeistuksessa. Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön siviili-ilmailun käsikirjassa tuodaan esiin, että keskimäärin yhdellä kuudesta lentäjästä, jolla on aortan laajentuma, on muutoksia alkuperäisen muutoskohdan lisäksi myös muualla, aortan toisessa segmentissä. Lisäksi muistutetaan, että aortan laajentuma on yli 55-vuotiailla miehillä yleisempi kuin saman ikäisillä naisilla. Ennusteeseen vaikuttaa heikentävästi ikä, sepelvaltimo- ja verenpainetauti. Euroopan lentoturvallisuusviraston lääketieteellisessä ohjeistuksessa korostetaan, että aortan sairaudet, jotka liittyvät aortan alkuosaan, tulee aina arvioida sekä kardiologin että ilmailuviranomaisen puolesta ennen kuin luokan 2 kelpoisuustodistus voidaan myöntää.

Kansainvälisessä kardiologian julkaisusarjassa on hiljattain julkaistu ilmailulääketieteellinen teemanumero. Teemanumeron yksi julkaisu⁵¹ käsittelee ilmailulääketieteellistä arviointia aortan verisuonikirurgian jälkeen. Artikkelissa korostetaan, että kirurgian jälkeen jatkoarvioinneissa tulee olla mukana thoraxkirurgi⁵², kardiologi sekä ilmailulääkäri. Lisäksi tässä artikkelissa aortan seinämien irtaantumista pidetään sellaisena sairautena, että ilmailulääketieteellistä kelpoisuutta ei tulisi myöntää. Tämän lisäksi muistutetaan, että lennoilla ei saa olla merkittäviä kiihtyvyysoimia. Kuten edellä suositeltiin, on arvioinnissa hyvä olla mukana myös thoraxkirurgi. Asian on ilmaissut arvostettu asiantuntijalääkäri aortan laajentumia käsittelevässä kansainvälisessä katsausartikkelissa⁵³ seuraavasti: ”Vaikka kardiologinen koulutus antaa valmiuden ymmärtää yleisesti kaikkien verisuonien tautitiloja, niin useimmat kardiologit ovat keskittyneet hoitamaan sydäntä ja sydämen sepelisuonten sairauksia”.

2.8.3 Nopeusmittarin ja korkeusmittarin tekninen tutkimus

Lentokoneen nopeus- ja korkeusmittari tutkittiin ilmailulaitteiden, -järjestelmien ja erikoiselektroniikan huolto- ja ylläpitopalveluihin erikoistuneessa Insta ILS Oy:ssä. Tutkimuksessa selvitettiin mittareiden toimintakunto lennon aikana ja niiden lukemat törmäyshetkellä.

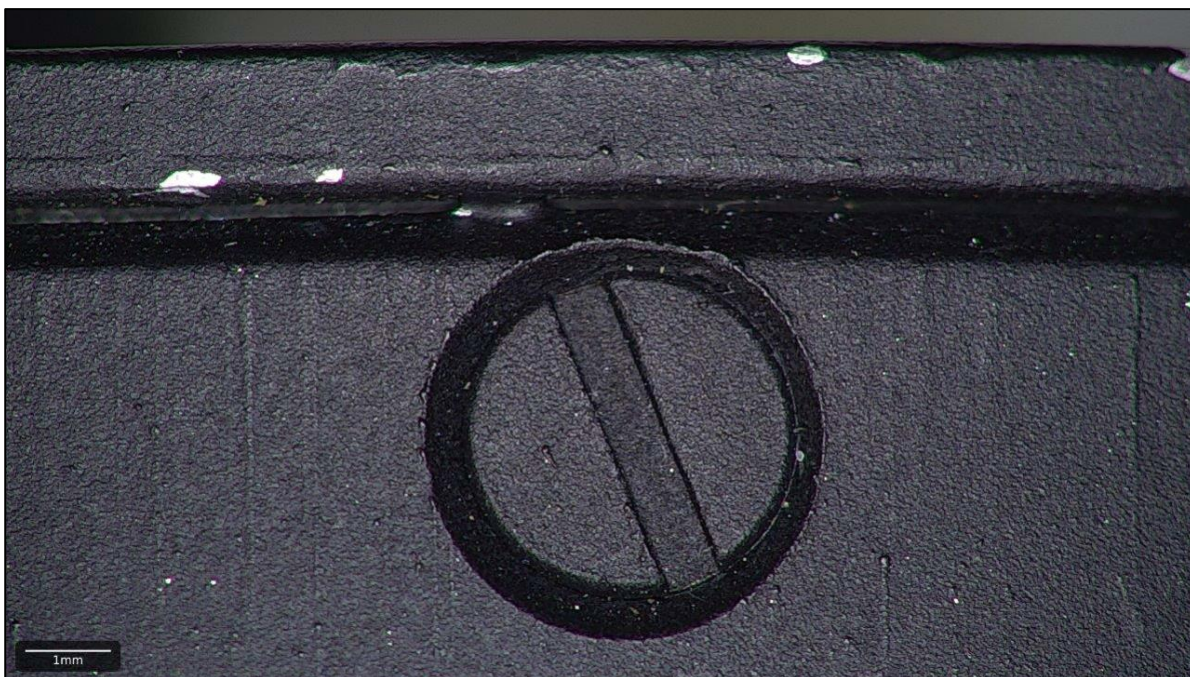
Nopeusmittarin tutkimus

Nopeusmittarin silmämääräinen tarkastelu mittaria avaamatta osoitti, että kotelon ruuveissa ei ollut avaamisen merkkejä. Laitetta ei todennäköisesti ollut avattu aiemmin tai kotelo ja ruuvit oli maalattu uudestaan avaamisen jälkeen. Nopeusmittarissa ei ollut merkittäviä ulkoisia vaurioita, eikä se ollut vaurioitunut ulkoisesti onnettomuudessa.

⁵¹ Guettler N, Nicol ED, d’Arcy J et al. Non-coronary cardiac surgery and percutaneous cardiology procedure in aircrew *Heart* 2019;105, s. 70–73.

⁵² Thoraxkirurgi on erikoistunut rintaontelokirurgiaan.

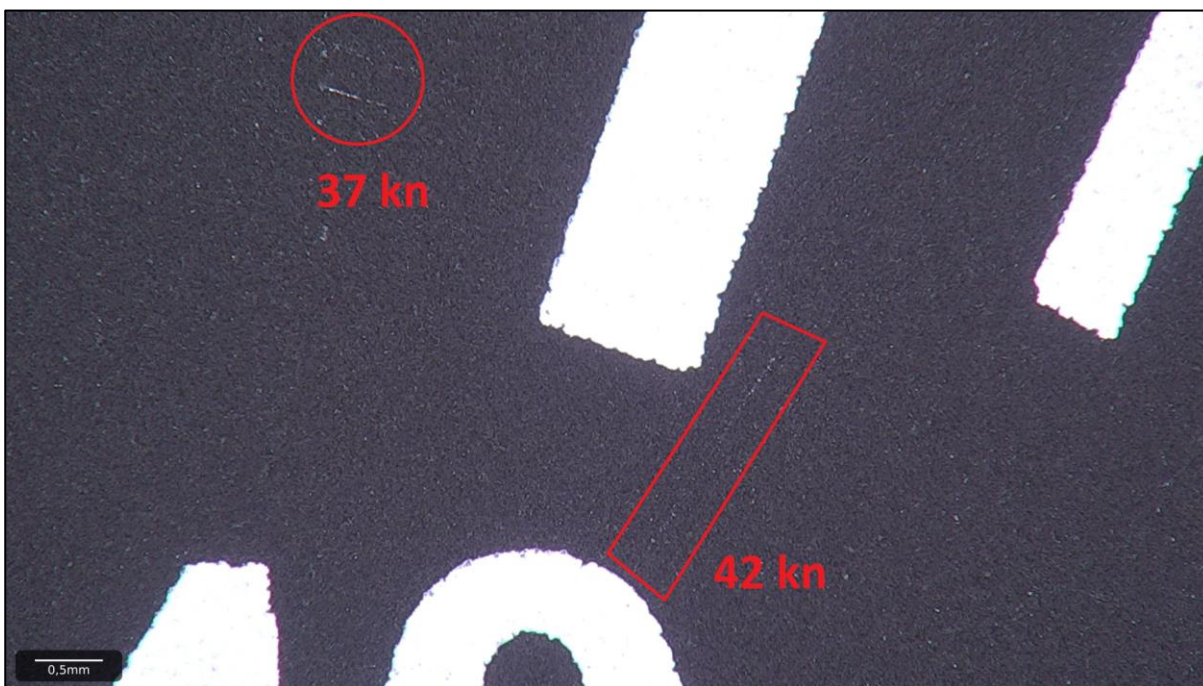
⁵³ Isselbacher EM. Thoracic and abdominal aortic aneurysms. *Circulation* 2005;111. s. 816-828.



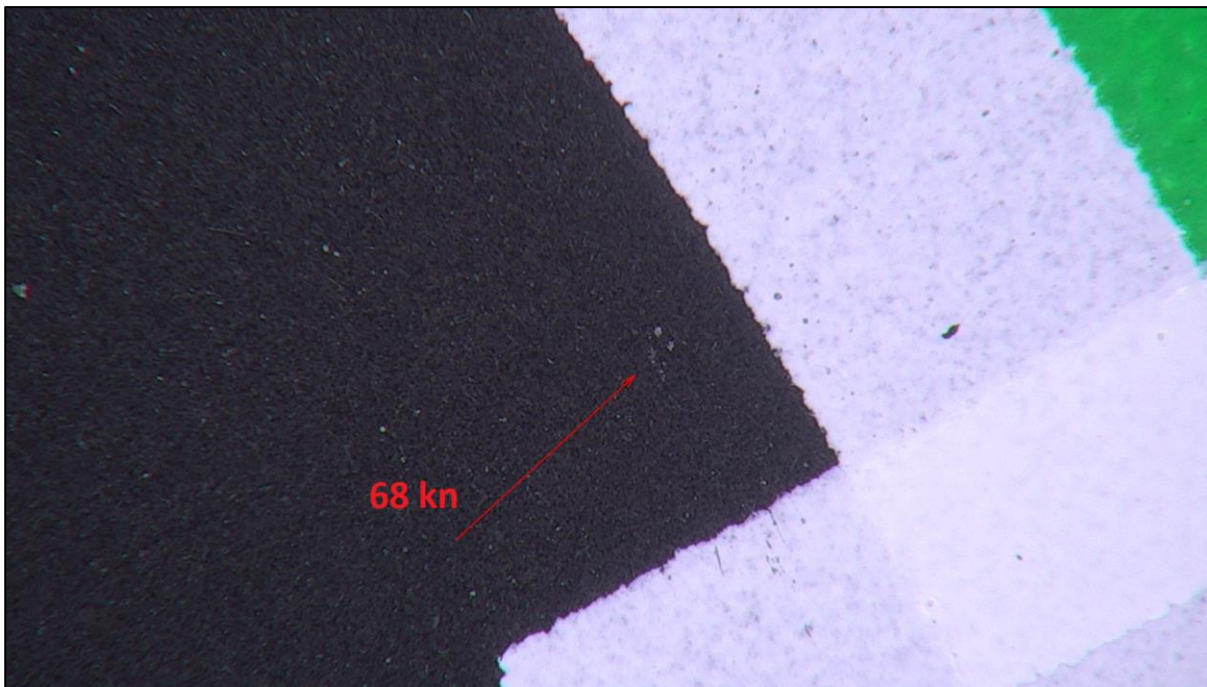
Kuva 13. Nopeusmittarin kotelon ruuvi ja maalipinta. (Kuva: Insta ILS Oy, Käyttöoikeudet: OTKES)

Ennen nopeusmittarin avaamista, sille suoritettiin toimintakoe, jonka perusteella nopeusmittari toimi edelleen kohtalaisen hyvin. Nopeusmittarin näyttämässä nopeuksissa todellisiin nopeuksiin oli maksimissaan eroa viisi solmua.

Koneistossa ei havaittu vaurioita törmäyksestä johtuvista voimista. Nopeusmittarin mittaritaulusta löytyi mikroskooppitarkasteluissa kaksi mahdollista osoittimen iskemäjälkeä sekä yksi naarmu. Iskemäjäljet olivat 37 solmun ja 68 solmun kohdilla ja naarmu 42 solmun kohdalla. Mittaritaulun jäljet on esitetty kuvissa 14 ja 15.



Kuva 14. Iskemäjäljet nopeusmittarin mittaritaulussa. (Kuva: Insta ILS Oy, Käyttöoikeudet: OTKES)

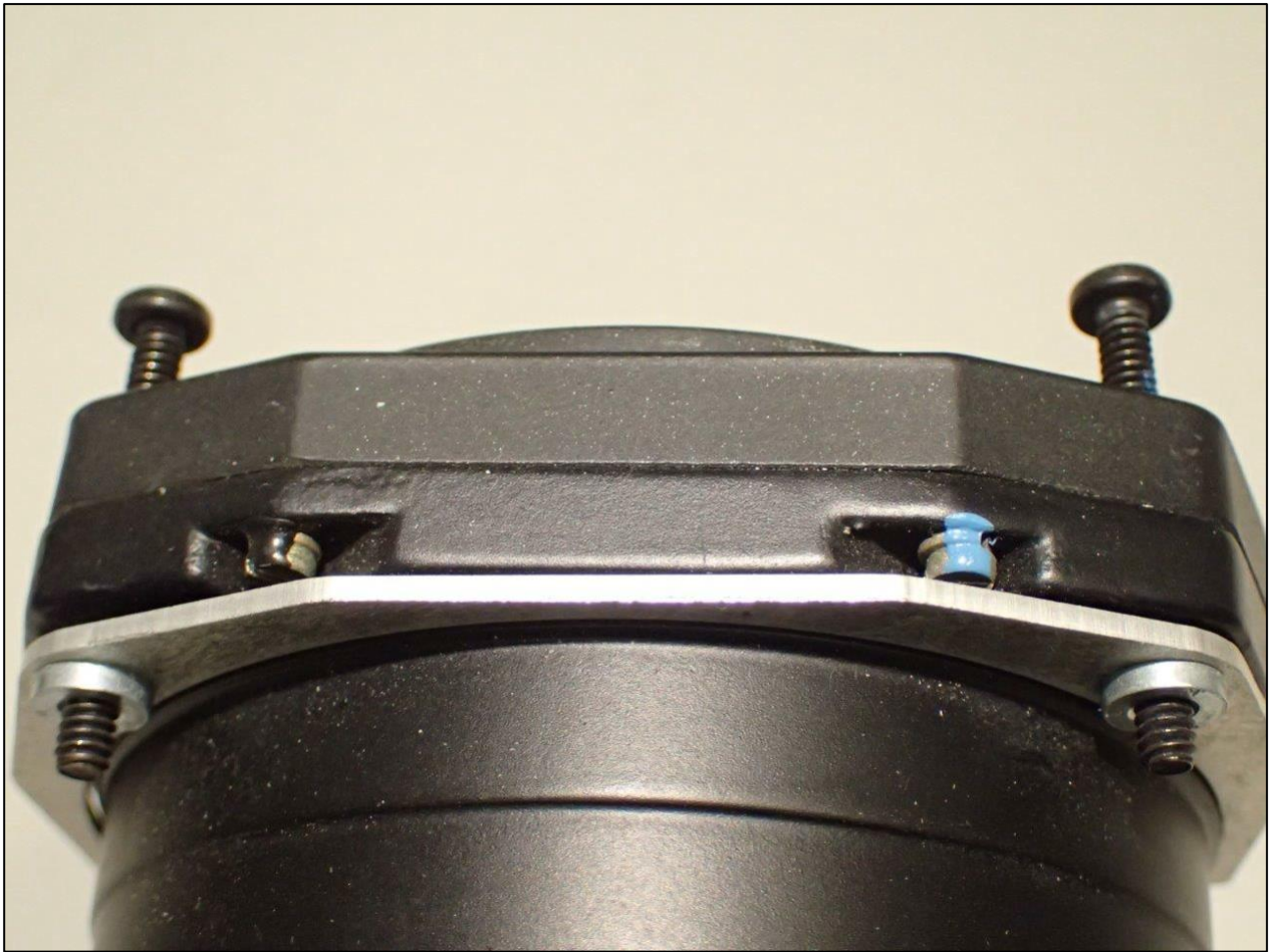


Kuva 15. Iskemäjälki nopeusmittarin mittaritaulussa 68 solmun kohdalla. (Kuva: Insta ILS Oy, Käyttöoikeudet: OTKES)

Mittarin teknisissä tutkimuksissa huomattiin, että mittaritaulun maalipinta on herkkä ja siihen jää jälki hyvin helposti, kun osoitin osuu siihen. Törmäyksessä mittarin osoitin taipuu kohti mittaritaulua ja osoittimen kärki osuu mittaritauluun ensimmäisenä. Siksi osoittimen kärjen kohdalla olevat jäljet ovat mahdollisia iskemäjälkiä, mutta 42 solmun kohdalla oleva naarmu on todennäköisesti syntynyt muulloin. Nopeusmittarin tutkimuksen perusteella lentokone on todennäköisimmin törmännyt maahan nopeuden ollessa 37 solmua tai 68 solmua. On myös mahdollista, että molemmat jäljet ovat syntyneet samassa törmäyksessä, lentokoneen eri osien osuessa maahan.

Korkeusmittarin tutkimus

Korkeusmittarin ruuvien kannat oli sinetöity kovalla sinetöintimaalilla ja sinetit olivat ehjät. Silmämääräisen tarkastelun perusteella laitetta ei ollut huollettu sen käytön aikana tai mikäli oli, sinetöintimaalit oli uusittu. Korkeusmittari näytti heti törmäyksen jälkeen onnettomuuspaikalla lukemaa -2820 jalkaa korkeusmittariasetuksella 1028 hPa, joten se oli vaurioitunut onnettomuudessa.



Kuva 16. Korkeusmittarin kotelon lukitusruuvit. Vasemmassa ruuvissa on mustaa ja oikeanpuoleisessa ruuvissa sinistä sinetöintimaalia. (Kuva: Insta ILS Oy, Käyttöoikeudet: OTKES)

Korkeusmittari testattiin alipainekammiossa, jossa ilmanpainetta laskettiin vallitsevasta ilmanpaineesta 3500 jalan korkeudessa vallitsevaan ilmanpaineeseen. Mittari reagoi paineenmuutokseen normaalisti ja osoitin liikkui herkästi.

Korkeusmittarin mittaritaulua tutkittiin mikroskoopilla samaan tapaan kuin nopeusmittarin mittaritaulua. Mittaritaulussa ei kuitenkaan havaittu iskemäjälkiä. Kun mittarin barometriarvo säädettiin vallitsevaan ilmanpaineeseen, mittari näytti lukemaa -3255 jalkaa.



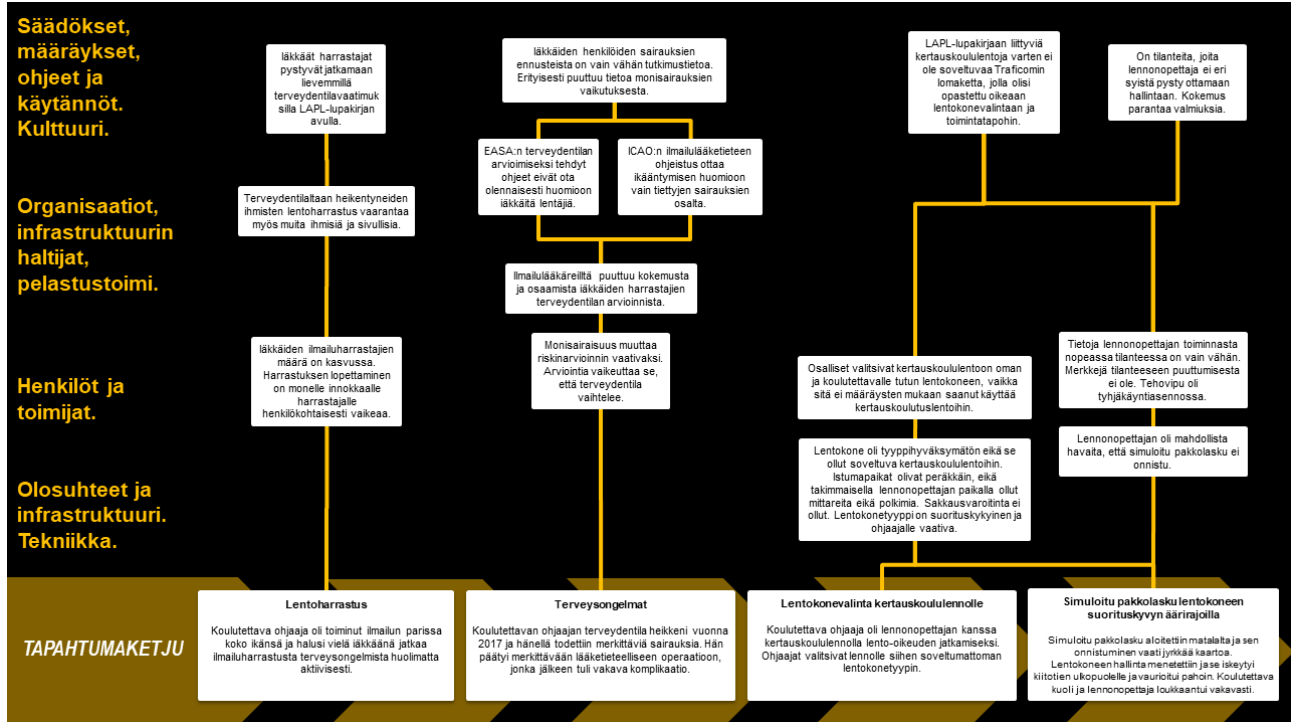
Kuva 17. Mittarin näyttämä barometrisäädön jälkeen. (Kuva: Insta ILS Oy, Käyttöoikeudet: OTKES)

Korkeusmittarin koneiston tutkimukset paljastivat vaurioita sektorihammasrattaassa. Vaurioiden perusteella on todennäköistä, että törmäyksen voimasta sektorihammasratas on hypännyt muutaman hampaan verran välitysrattaan suhteen, minkä takia mittari näyttää väärää lukemaa. Kun koneistoa pyöritettiin käsin siten, että sektorihammasrattaan vauriokohta siirrettiin välitysrattaan kohdalle, koneiston osoittimet siirtyivät noin 2500 jalkaa ylöspäin.

Teknisen tutkimuksen perusteella korkeusmittarin näyttämä törmäyshetkellä koneiston vaurioista päätellen on ollut lähellä nollaa. Mittari on ollut toimintakuntoinen ennen törmäystä.

3 ANALYYSI

Tapahtuman analysoinnissa on käytetty Onnettomuustutkintakeskuksen edelleen kehittämää Accimap⁵⁴-menetelmää. Analyysitekstin jäsentely perustuu tutkinnassa laadittuun Accimap-kaavioon. Onnettomuus kuvataan kaavion alaosassa tapahtumaketjuna. Tapahtumaketjun taustalta paljastuvia tekijöitä puretaan kaaviossa eri analyysitasoilla.



Kuva 18. L2021-03 ACCIMAP-analyysikaavio. (Kuva: OTKES)

3.1 Lentoharrastus

Koulutettava oli toiminut ilmailun parissa koko ikänsä ja halusi edelleen, 78-vuotiaana, jatkaa ilmailuharrastustaan aktiivisesti, terveysongelmistaan huolimatta. Harrasteilmailu on aikaa vievä harrastus ja ilmailun harrastamisesta voi muodostua elämäntapa. Siksi harrastuksen lopettaminen on monelle innokkaalle harrastajalle vaikeaa. Ilmailuharrastus aloitetaan usein vasta myöhemmällä iällä ja iäkkäiden ilmailijoiden määrä on kasvussa.

Ikääntyminen lisää terveysongelmien riskiä. Terveydentilaltaan heikentyneiden ihmisten lentoharrastus vaarantaa heidän itsensä lisäksi muita ihmisiä ja sivullisia. Mikäli ilmailijan heikentynyt terveystilanne ei enää riitä luokan 2 lääketieteellisen kelpoisuustodistuksen saamiseen, hän voi mahdollisesti jatkaa harrastusta terveysvaatimusten osalta vähemmän rajoittavalla LAPL-vaatimusten mukaisella lääketieteellisellä kelpoisuustodistuksella. Tämä mahdollistaa päällikkönä toimimisen tehokkailla, lentoonlähtömassaltaan enintään 2000 kg painavilla, yksimoottorisilla määntämoottorikäyttöisillä lentokoneilla.

⁵⁴ Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.

3.2 Terveysongelmat

3.2.1 Terveysongelmat vuonna 2017

Vuonna 2017 koulutettava ohjaaja joutui merkittävään leikkaukseen, jossa hoidettiin kolmea sydän- ja verenkiertoelimistön sairautta. Yksi näistä sairauksista liittyi suuriin verisuoniin. Leikkausta seurasi pitkä sairaalahoito, koska koulutettava ohjaaja sai vakavan neurologisen komplikaation. Neurologisen komplikaation syynä oli todennäköisesti leikkauksen yhteydessä todettu alttius sydämen toimintahäiriölle.

3.2.2 Monisairaana iäkkään lentäjän terveydentilan seuranta ja inkapasitaation riskinarviointi

Ilmailulääkärin ja ilmailulääketieteen erikoisasiantuntijoiden käytännön kokemus iäkkäämmistä lentäjistä on selkeästi suppeampi kuin työikäisistä lentäjistä. Eurooppalaisessa ilmailulääketieteellisessä ohjeistuksessa ei ole huomioitu iän vaikutusta sairauksien ennusteeseen. Näyttöön perustuvia tutkimuksia on myös hyvin niukasti iäkkäiden henkilöiden sairauksien ennusteesta. Erityisen vaikeaa on saada tutkimustietoa monisairaana iäkkään henkilön sairauksien vaikutuksesta ennusteeseen ja tämän vuoksi lentäjän toimintakyvyn ennustaminen on vaikeaa. Viimeaikaisen tutkimuksen perusteella tyypillisiä onnettomuuksia ikääntyneillä ohjaajilla ovat laskeutumisten yhteydessä tapahtuneet onnettomuudet.

3.2.3 Koulutettavan ohjaajan monisairaus

Ennen leikkausta koulutettavalla ohjaajalla oli merkittävästi vähemmän seurattavia sekä riskiarvioitavia sairauksia ja lääkityksiä, kuin leikkauksen jälkeen. Ennen leikkausta sairauksien seuranta oli helpommin järjestettävissä sekä riskiarvioitavissa. Leikkauksen jälkeen seurattavien sairauksien sekä lääkitysten määrä kasvoi. Osaa sairauksista ja lääkityksistä pystyttiin seuraamaan avoterveydenhuollossa, mutta merkittävää osa seurannasta vaati sairaalaseurantaa ja säännöllisiä tutkimuksia sairaalassa. Koulutettavalla ohjaajalla ei ollut avoterveydenhuollossa varsinaista omaa lääkäriä. Osittain tämän vuoksi kokonaisterveyden ja suorituskyvyn arviointia ei dokumentoidusti tullut tehtyä.

3.2.4 Ilmailulääkäreiden inkapasitaatioriskin arvioinnin vähäinen kokemus iäkkäiden monisairaiden lentäjien kohdalla

On yleistä, että ilmailulääkäri joutuu arvioimaan yhden tai kahden sairauden aiheuttamaa työikäisen lentäjän inkapasitaatioriskiä. Tällöin arviointiprosessi on suhteellisen suoraviivainen ja tarvittavien tutkimusten määrä rajallinen. Usein tarvittavat tutkimukset on mahdollista toteuttaa avoterveydenhuollossa. Lisäksi työikäiset lentäjät ovat tyypillisesti ilmailutyöterveyshuollon seurannassa, jolloin heidän terveydentilastaan syntyy varsin kokonaisvaltainen arvio.

Koulutettavan ohjaajan monisairauteen liittyvän kasvaneen riskin lisäksi iän tuoman inkapasitaatioriskin arviointi jäi pääosin huomioon ottamatta. Tätä arviointia vaikeutti se, ettei koulutettavalla ohjaajalla ollut avoterveydenhuollossa omalääkäriä ja että osa tutkimuksista jouduttiin tekemään erikoissairaanhoidossa. Lisäksi ilmailulääkärillä sekä ilmailuviranomaisella on monisairaiden lentäjien arvioinnista vain rajallisesti kokemusta. Tällöin syntyi tilanne, jossa ikään ja monisairauteen liittyvä inkapasitaatioriski kasvoi vuosi vuodelta. Kokonaisriskin suurentumista ei tunnistettu ja lääketieteellisen kelpoisuuden voimassaolo jatkui.

3.2.5 Ilmailulääketieteellinen ohjeistus ja ikääntyvä monisairas lentäjä

Ilmailulääketieteellisen ohjeistuksen historiallisena lähtökohtana on sotilasilmailu ja työssä oleva lentäjä. Tällöin inkapasitaation riskiä arvioidaan pääsääntöisesti yhden merkittävän sairauden osalta työikäisellä lentäjällä. Onkin ymmärrettävää, että ilmailulääketieteellinen ohjeistus on luotu lähtökohtaisesti tällaista tilannetta ajatellen. Eurooppalainen ilmailulääketieteellinen ohjeistus ei ota huomioon käytännössä ikään liittyviä arvioinnin erityispiirteitä. Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön ohjeistus ottaa huomioon joidenkin yksittäisten sairauksien kohdalla ikääntymiseen liittyviä sairauden ennusteeseen liittyviä piirteitä. Ilmailulääketieteellisessä arvioinnissa voidaan myös käyttää apuna ilmailulääketieteeseen perehtyneen erikoislääkärin arviota. Tämä arvio voidaan pyytää sen lisäksi, että lentäjälle on jo tehty kyseisen erikoisalan arvio. Koulutettavan ohjaajan kohdalla näin tehtiin kahdesti ennen vuoden 2017 leikkausta, mutta ei leikkauksen jälkeen.

3.2.6 Lääketieteellinen tieto iäkkäiden henkilöiden sairauksista ja niiden ennusteesta

Yleisesti voidaan todeta, että vasta aivan viime vuosina on alkanut ilmestyä tutkimuksia, joissa kuvataan iäkkäiden henkilöiden sairauksien ennustetta ja hoitoa. Pääosin tietoa on kuitenkin hyvin rajallisesti. Erityisen vähän on tietoa monisairaiden iäkkäiden henkilöiden ennusteesta. Iäkkäiden lentäjien ja erityisesti iäkkäiden monisairaiden lentäjien inkapasitaatioriskin lisääntymisestä iän karttuessa on saatavissa vain muutama ilmailulääketieteellinen tutkimus. Tiedon ollessa hyvin rajallinen, lentäjän inkapasitaatioriskin arviointi on hyvin vaikeaa tai jopa mahdotonta.

3.3 Lentokonevalinta kertauskoululennolle

Kertauskoululentoon käytettiin koulutettavan ohjaajan ja lennonopettajan osaomistamaa ja heille tuttua lentokonetta. Tämän lentokoneen käyttäminen koululennolla olisi kuitenkin vaatinut ilmailuviranomaisen hyväksynnän etukäteen.

Istumapaikat olivat lentokoneessa peräkkäin, eikä takana istuvalla lennonopettajalla ollut hallintalaitteita ja -mittareita, joita hän olisi voinut käyttää hätätilanteessa. Lennonopettajan mahdollisuus puuttua koulutettavan ohjaajan lentämiseen oli siis hyvin rajoittunut.

LAPL-lupakirjaan liittyvää kertauskoululentoa varten ei ole Liikenne- ja viestintäviraston julkaisemaa lausuntolomaketta. LAPL-kertauskoululenkoilla lennonopettajat joutuvat soveltamaan muun muassa lentokokeen ja muiden lupakirjatyyppeiden kertauskoululentojen lausuntolomaketta. Kertauskoululentojen lausuntolomakkeissa ei myöskään ohjata kiinnittämään huomiota harrasterakenteisten ja experimental-ilma-alusten luvanvaraisuuteen koulutuskäytössä.

3.4 Simuloitu pakkolasku lentokoneen suorituskyvyn äärirajoilla

Koulutettava ohjaaja ohjasi lentokonetta Hyvinkään laskukierroksessa lennonopettajan valvoessa lentoa takaohjaamosta. Lentokone liittyi Hyvinkään lentopaikan laskukierrokseen noin 1000 jalkaa keskimääräisen merenpinnan yläpuolella. Hyvinkään lentopaikan korkeustaso keskimääräisestä merenpinnasta on 430 jalkaa, joten lentokorkeus maanpintaan nähden on ollut matala. Aloitettaessa kaarta kohti kiitotien kynnystä, lentokorkeus oli enää 600 jalkaa keskimääräisen merenpinnan yläpuolella, joten kaarto suoritettiin hyvin matalalta. Lisäksi loppukaarto aloitettiin vain noin 400 metrin etäisyydellä kiitotien keskiviivasta, joten kiitotielle pääsy on edellyttänyt jyrkkää kaartamista. Kaarron aikana lentokoneen ilmanopeus on hidastunut lähelle sakkausnopeutta. Kaarto on suoritettu lentokoneen aerodynaamisen

suorituskyvyn äärirajoilla ja lennonopettajan mahdollisuus havaita tilanteen kehittyminen on ollut puuttuvien mittarien ja sakkausvaroittimen puuttumisen takia rajoittunut.

Koulutettava ohjaaja oli vielä minuuttia ennen maahan törmäystä toimintakykyinen. Koulutettavan ohjaajan sairauskohtaus on tapahtunut hyvin lähellä maanpintaa tai välittömästi törmäyksen jälkeen. Sairauskohtaus on johtanut nopeaan toimintakyvyttömyyteen. Jos toimintakyvyttömyys on tapahtunut ilmassa, kokonaistilanne on ollut lennonopettajalle hyvin vaativa, ja aikaa reagoinnille ja korjaaville toimenpiteille on ollut erittäin vähän.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

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

1. Koulutettava ohjaaja oli 78-vuotias. Iästään huolimatta hän halusi jatkaa lentoharrastustaan. Hänen sairauksiensa ja lääkitystensä määrä oli kasvanut vuosi vuodelta.

Johtopäätös: Monisairaaan, iäkkään ihmisen ilmailulääketieteellisen kelpoisuuden arviointi on erittäin haastavaa. Nykyinen ohjeistus ei erityisesti tue arviointiprosessia.

2. Koulutettava ohjaaja ja lennonopettaja lähtivät kertauskoululennolle lentokoneella, jonka takaohjaamossa ei ollut mittareita eikä sivuperäsinpolkimia. Lentokone ei ollut soveltuva kertauskoululennolle.

Johtopäätös: Koulutuskäytössä ilma-aluksessa on oltava annettavaan koulutukseen soveltuvat hallintalaitteet ja mittarit, joita pystyy käyttämään sekä opettajan että oppilaan paikalta normaali- ja hätätoimenpiteiden aikana. Lisäksi harrasterakenteisilla ja experimental-ilma-aluksilla suoritettavilla koululennoilla ilma-aluksella on oltava ilmailuviranomaisen antama erillishyväksyntä koulutuskäyttöön.

3. Lentokone aloitti simuloidun pakkolaskun läheltä kiitotien keskiviivaa ja erityisen matalalta korkeudelta. Lisäksi kiitotielle pääsy edellytti jyrkkää kaarta. Lentokoneen ilmanopeus hidastui ja sakkausnopeus kasvoi.

Johtopäätös: Matalalta aloitettu simuloitu pakkolaskuharjoitus johtaa helposti toimimiseen lentokoneen aerodynaamisen suorituskyvyn äärirajoilla.

4. Koulutettavan ohjaajan saama sairauskohtaus on tapahtunut hyvin lähellä maanpintaa tai välittömästi törmäyksen jälkeen. Sairauskohtaus on johtanut nopeaan toimintakyvyn menettämiseen.

Johtopäätös: Koulutettavan ohjaajan nopeasti kehittyvä toimintakyvyttömyys voi johtaa tilanteeseen, jossa lennonopettajalle ei jää aikaa reagoida.

5. Viimeaikaisen tutkimuksen perusteella tyypillisiä onnettomuuksia ikääntyneillä ohjaajilla ovat laskeutumisten yhteydessä tapahtuneet onnettomuudet.

Johtopäätös: Lennonopettajien tulisi huomioida ikääntyneiden ohjaajien kognitiivisten toimintojen mahdollisen hidastumisen aiheuttama koululennon suurentunut riskitaso.

5 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

5.1 Harrasterakenteisten ja experimental-ilma-alusten erillishyväksyntä

Harrasterakenteisilla ja experimental-ilma-aluksilla suoritettavilla kertauskoululenkoilla on oltava annettavaan koulutukseen soveltuvat hallintalaitteet ja mittarit. Lisäksi tällaisen ilma-aluksen käyttö vaatii viranomaisen antaman erillishyväksynnän. Kertauskoululentojen lausuntolomakkeissa ei kuitenkaan ohjata kiinnittämään huomiota vaatimukseen harrasterakenteisten ja experimental-ilma-alusten erillishyväksynnästä.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

Liikenne- ja viestintävirasto lisää yleisilmailijoiden tietoisuutta vaatimuksesta erillishyväksyntään liittyen harrasterakenteisten ja experimental-ilma-alusten käyttämiseen koulutuksessa. [2022-S25]

Koululennon lausuntolomaketta tulisi päivittää siten, että se ohjaa kiinnittämään huomiota muun muassa vaatimukseen ilma-aluksen erillishyväksynnästä.

5.2 Ilmailulääkäreiden koulutus liittyen iäkkäiden lentäjien arviointiin

Ikääntyvien harrastelentäjien määrä on lisääntynyt. Heidän inkapasitaatioriskinsä nousee iän myötä merkittävästi ja heille tapahtuvien onnettomuuksien määrä on kasvussa.

Monisairaiden, iäkkäiden lentäjien ilmailulääketieteellisen kelpoisuuden arviointi on erittäin haastavaa, mutta ilmailulääkärien kokemus tästä arvioinnista on vähäistä.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

Euroopan lentoturvallisuusvirasto lisää ilmailulääkäreiden tietämystä ja taitoja monisairaiden, iäkkäiden lentäjien terveydentilan arvioinnista. [2022-S26]

Toimenpiteenä voitaisiin ajatella tähän teemaan liittyvän työpajan järjestämistä ja koulutusmateriaalin kehittämistä.

5.3 Ilmailulääketieteellisen ohjeistuksen päivittäminen

Nykyisessä Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön lääketieteellisessä käsikirjassa ikääntymisen vaikutuksia käsitellään vähän. Tutkimustietoa iäkkäiden lentäjien terveydellisistä syistä tapahtuvista onnettomuuksista on niin ikään vähän. Tämän vuoksi inkapasitaatioon liittyvä riskiarviointi on erityisen haastavaa.

Onnettomuustutkintakeskus suosittaa, että

Kansainvälinen siviili-ilmailujärjestö päivittää lääketieteellistä käsikirjaa siten, että iän vaikutusta huomioidaan kattavammin useiden eri sairauksien kohdalla ilmailulääketieteelliseltä kannalta. [2022-S27]

Käsikirjan riskiarviointiosassa tulisi tuoda esiin ikääntyneen, monisairaana lentäjän riskiarvioinnin erityispiirteitä.

5.4 Toteutetut toimenpiteet

Onnettomuuden jälkeen, 8.2.2022, Liikenne- ja viestintävirasto on julkaissut internet-sivuillaan tiedotteen harrasterakenteisten ilma-alusten käyttämisestä koulutuskäyttöön. Tiedotteessa muistutetaan erillishyväksynnän tarpeesta muun muassa harrasterakenteisille ilma-aluksille. Lisäksi tiedotteessa kuvaillaan erillishyväksyntäprosessin kulku ja listataan tällä hetkellä Suomessa olevat koulutuskäyttöön erillishyväksytyt ilma-alukset. Tämän lisäksi Traficom on onnettomuuden jälkeen lisännyt kertauskoululentolomakkeeseen⁵⁵ myös LAPL kertauskoululennon⁵⁶. Lomakkeeseen tullaan lisäämään myös viittaus liite I koneiden erillishyväksyntävaatimukseen.

⁵⁵ <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/ilmailu/ilmailun-tarkastuslentajat-ja-kielitaitotarkastajat?toggle=Luokka-%20ja%20tyyppikelpuutusten%20lentokoe-%20%20ja%20tarkastuslentolausunnot>

⁵⁶ <https://asiointi.traficom.fi/omatrafi-formservlet-web/lomake/LU3270>

LÄHDELUETTELO

Kirjalliset lähteet

- Onnettomuustutkintakeskus (2016). *Lentäjän toimintakyvyttömyys laskeutumisen aikana Vampulan lentopaikalla 29.4.2016*. Tutkintaselostus L2016-01.
- Australian Government (2015). AR-2015-096, Australian Transport Safety Bureau.
- FAA. (2022). *Guide for Aviation Medical Examiners*.
- EASA. (2020). *Easy Access Rules for Medical Requirements*. EU.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 996/2010. EUVL L295/35. 20.10.2010.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 2018/1139. EUVL L 212/1. 4.2.2018.
- Douglas DB (2018). *General Aviation Accidents involving Octogenarian Airmen: Implications for Medical Evaluation*. Aerospace Medicine and Human Performance, Vol 89(8), s. 687–692.
- Guettler N, Nicol ED, d'Arcy J ym. (2019). *Non-coronary Cardiac Surgery and Percutaneous Cardiology Procedure in Aircrew*. Heart 2019;105, s. 70–73.
- ICAO. (2012). *Manual of Civil Aviation Medicine*. Doc 8984. Third edition. ISBN 978-92-9231-959-5.
- Ilmailulaki (864/2014).
- Isselbacher EM. (2005). *Thoracic and abdominal aortic aneurysms*. Circulation 2005;111. s. 816-828.
- Liikenne- ja viestintäviraston päätös TRAFICOM/122157/05.00.28.00/2020.
- Liikenne- ja viestintäviraston päätös TRAFICOM/119811/03.04.00.00/2019.
- Liikenne- ja viestintäviraston lomake LU3224 – 1/2019. LAPL lentokoe lentokoneet.
- Liikenne- ja viestintäviraston lomake LU3270 – 1/2019. Koululennon lausuntolomake luokkakelpuutuksen (SE Piston) ja/tai (TMG) voimassaolon jatkamiseksi.
- Rasmussen, J. & Svedung, I. (2000) Proactive Risk Management in a Dynamic Society. Karlstad, Sweden: Swedish Rescue Services Agency.
- Ricaurte, EM. Federal Aviation Administration (2018) Washington DC, DOT/FAA/AM-18/8.
- Vuorio A, Asmayawati S, Budowle B, ym. (2017). *General Aviation Pilots Over 70 Years Old*. Aerospace Medicine and Human Performance, Vol 88(2), s. 142–145.
- Venesco JL, DeJohn DO (2021). Federal Aviation Administration, Washington DC, DOT/FAA/AM-21/28.
- Watson, D.B. (2005). *Aeromedical decision making and evidence-based medicine risk management paradigm*. Aviation, Space and Environmental Medicine. Vol. 76, s. 58–62.

Tutkinta-aineisto

- 1) Paikkatutkinnan valokuvat, mitat ja muu aineisto
- 2) Poliisin valokuvat ja tutkintaraportit
- 3) Säätiiedot
- 4) Kuulemiset
- 5) Toisiotutkatallenne
- 6) Hyvinkään lentopaikan valvontakameran videotallenne
- 7) Hyvinkään lentopaikan radiopuhelinliikennetallenne
- 8) SkyDemon-mobiilisovelluksen tallenne lentoreitistä
- 9) Päivystävän palomestarin ajoneuvokameran tallenne
- 10) Oikeuslääketieteellinen ruumiinavauspöytäkirja
- 11) Lentäjien onnettomuuteen liittyvät terveystiedot
- 12) Insta ILS Oy:n tutkimusraportti nopeus- ja korkeusmittarista
- 13) RV-8-lentokoneen lento-ohjekirja

YHTEENVETO TUTKINTASELOSTUSLUONNOKSESTA SAADUISTA LAUSUNNOISTA

Tutkintaselostusluonnos on ollut lausunnolla Liikenne- ja viestintävirastossa, Euroopan lentoturvallisuusvirastossa, kansainvälisessä siviili-ilmailujärjestössä ja Keski-Uudenmaan pelastuslaitoksessa ja asianosaisilla. Yksityishenkilöiden antamia lausuntoja ei turvallisuustutkintalain mukaisesti julkaista.

Liikenne- ja viestintäviraston lausunnon mukaan suositus liittyen harrasterakenteisten ja experimental-ilma-alusten erillishyväksyntään on kannatettava. Liikenne- ja viestintävirasto esitti kuitenkin tarkennuksia ja korjauksia luvussa 2.7 mainittuihin säädöksiin ja määräyksiin. Tämän lisäksi liikenne- ja viestintävirasto korjasi terminologiaa harrasterakenteisten, tyyppihyväksymättömien ilma-alusten kohdalla.