



Ultrakevyen lentokoneen hallinnan menetys lentoonlähdössä Tampere-Pirkkalan lentoasemalla 2.7.2020



Raportti alustavasta tutkinnasta L2020-E2

ALKUSANAT

Onnettomuustutkintakeskus aloitti turvallisuustutkintalain (525/2011) 2 §:n nojalla 2.7.2020 alustavan tutkinnan samana päivänä tapahtuneesta onnettomuudesta, jossa ultrakevyt lentokone ajautui ulos kiitotieltä lentoonlähdessä. Alustavan tutkinnan perusteella arvioitiin, että tarvetta varsinaiselle tutkinnalle ei ole. Alustavassa tutkinnassa kerätyt oleelliset tiedot on koottu tähän raporttiin. Raportti on julkaistu 15.7.2020.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT	2
1 TAPAHTUMAT	4
1.1 Tapahtumien kulku.....	4
1.2 Hälytykset ja pelastustoimet.....	6
1.3 Seuraukset.....	6
2 TAUSTATIEDOT	9
2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät.....	9
2.1.1 Lentokone.....	9
2.1.2 Suuntaohjaus maassa.....	9
2.1.3 Lähtökiidossa lentokoneen suuntaohjaukseen vaikuttavia tekijöitä	11
2.1.4 Lentoonlähdon keskeyttäminen.....	12
2.2 Olosuhteet	13
2.3 Tallenteet	13
2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta.....	14
2.5 Säädökset, määräykset ja ohjeet.....	14
3 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	15
4 TURVALLISUUSUOSITUKSET	16
4.1 Kehittämisehdotukset	16

1 TAPAHTUMAT

1.1 Tapahtumien kulku

Ultrakevytlentäjän lupakirjaa varten kouluttautuvan lento-oppilaan tarkoituksena oli 2.7.2020 suorittaa koulutukseen liittyvä yksinlentotehtävä Tampere-Pirkkalan lentokentältä. Kyseessä oli oppilaan toinen yksinlento, jolla oli tarkoitus harjoitella laskukierroslentämistä.

Oppilas oli valmistautunut lentoonsa tutustumalla säätietoihin, laatimalla lentosuunnitelman lennonopettajalta saamaansa lentotehtävään ja tekemällä ultrakevyelle Eurostar EV-97 lentokoneelle päivä tarkastuksen. Yksinlentotehtävää valvovan lennonopettajan saavuttua paikalle oppilas lähti suorittamaan saamaansa tehtävää.

Oppilas oli käynnistänyt lentokoneen ja lähtenyt rullaamaan siviiliasematasolta 2 kohti kiitotien 24 odotuspaikkaa G. Rullausmatka oli pituudeltaan noin 500 m ja sisälsi käännöksiä molempiin suuntiin. Ohjainpintojen, pyöräjarrujen ja nokkapyöräohjauksen toiminta oli rullauksen aikana normaalia.

Rullattuaan lentokoneen odotuspaikalle G, oppilas suoritti moottorin koekäytön. Tämän jälkeen lennonjohtaja antoi oppilaalle selvityksen siirtyä lähtöpaikalle 24 ja myöhemmin luvan suorittaa lentoonlähtö. Oppilas rullasi kiitotielle ja pysäytti lentokoneen hetkeksi hieman kiitotien keskiviivan vasemmalle puolelle ennen lähtökiidon aloittamista.

Vallitseva tuulen suunta oli lähtösuuntaan nähden vasemmalta puolelta. Oppilas lisäsi moottoriin täyden tehon havaiten heti lähtökiidon alkaessa lentokoneen suunnan kääntyvän voimakkaasti vasempaan. Oppilas pyrki korjaamaan suuntaa painamalla oikeaa jalkaohjainta, eli käyttämällä sivuperäsintä ja nokkapyöräohjausta. Lentokoneen suunta jatkui kuitenkin edelleen jyrkästi vasempaan kohti 45 metriä leveän kiitotien reunaa. Päätelineiden renkaista jäi jäljet kiitotien sivuun ennen päällysteen loppumista. Oikeanpuoleinen rengas jätti vahvemman jäljen. Moottorin tehoasetus oli edelleen täydellä teholla ja lentokoneen nopeus oli tällöin jo noin 60 - 70 km/h.



Kuva 1. Päätelineiden pyörien jälkiä kiitotien reunassa. Kuva on otettu onnettomuuden jälkeen, jolloin satoi. Onnettomuuden aikana ei satanut. (Kuva: OTKES)

Lentokone ajautui kiitotien vieressä olevalle nurmialueelle noin 60 metrin etäisyydeltä lähtöpaikastaan¹. Lentokoneen rullatessa nurmialueella oppilas pysäytti moottorin kytkemällä syytyskytkimen OFF-asentoon ja päävirran pois. Nurmialueella lentokoneen voimakas kaartaminen oli laantunut ja lentokone rullasi hidastuvalla nopeudella hieman yli 90 asteen suuntaerolla kiitotiehen nähden. Nokkateline petti kiitotiealueen ulkopuolella noin 100 m päässä olevan ojan kohdalla. Nopeus oli tällöin hyvin pieni. Nokkateline hajosi siten, että se taipui taaksepäin ja kääntyi voimakkaasti vasemmalle. Nokkatelineen pettäessä pysähdyksissä olleen potkurin yksi lapa upposi pehmeään maahan. Tehovipu oli onnettomuuden jälkeen edelleen etuasennossa, eli täydellä teholla.

¹ Ulosajautumiskohta oli tähtäuspistemerkinnän jälkeisen kosketuskohta-alueen merkinnän lopussa



Kuva 2. Tehoasetus on täydellä teholla. (Kuva: OTKES)

1.2 Hälytykset ja pelastustoimet

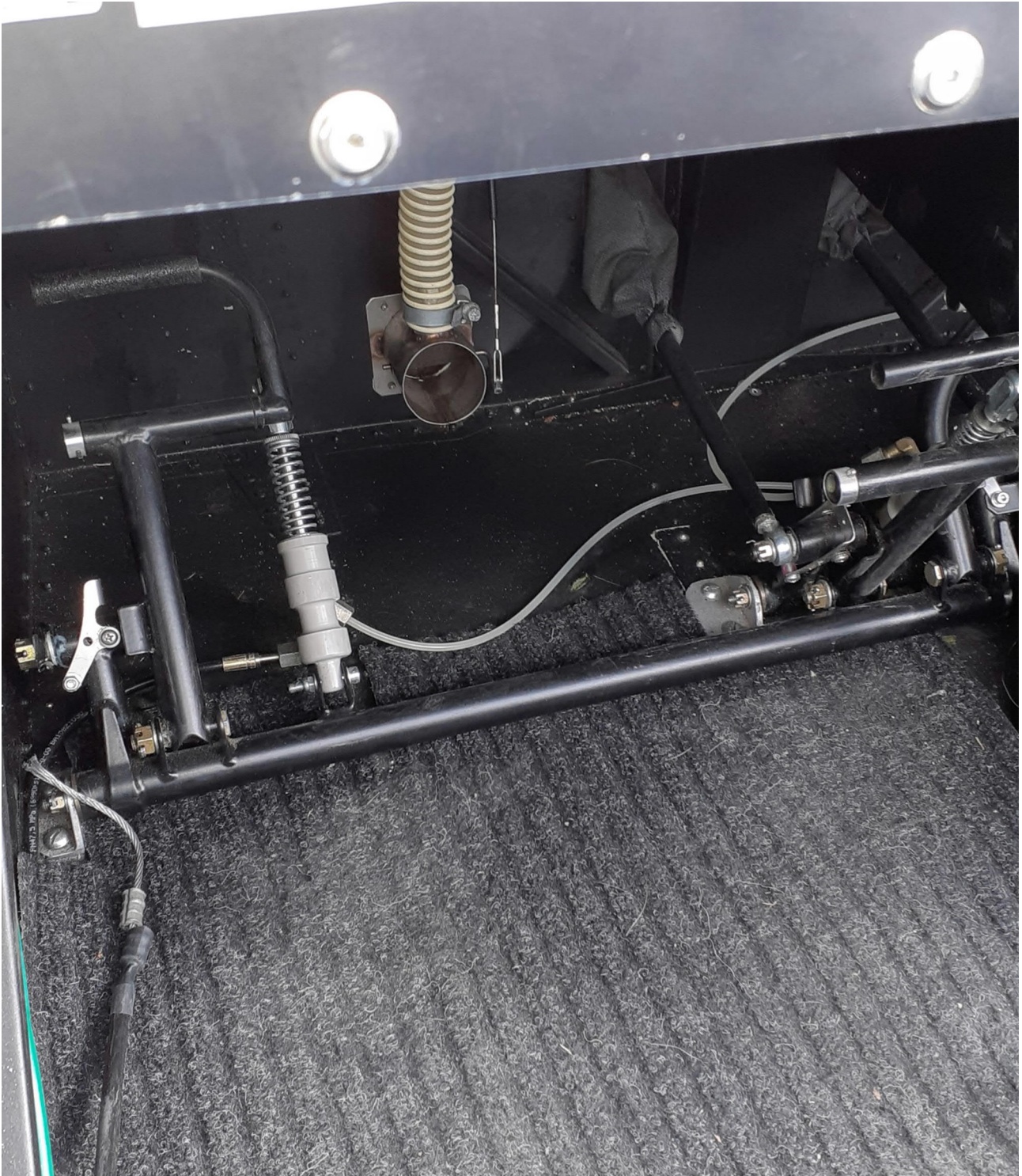
Hätäkeskus vastaanotti Tampere-Pirkkalan lennonjohtajan painonapilla tehdyn lento-onnettomuushälytyksen klo 13.35. Tehtävätyypiksi muodostui automaattisesti suuri ilmaliikenneonnettomuus. Tehtävälle hälytettiin yhteensä 20 yksikköä Pirkanmaan pelastuslaitokselta, joista 18 yksikön tehtävä peruttiin tapahtumatietojen tarkentuessa. Lentokenttäalueella päivystävät Satakunnan lennoston ja Finavian pelastusyksiköt olivat onnettomuuspaikalla radioliikennetallenteiden perusteella alle 90 sekunnissa. Pirkanmaan pelastuslaitoksen ensimmäinen yksikkö saapui paikalle noin 10 minuutin ja toinen 14 minuutin kuluttua hälytyksestä. Ensihoitajat tarkastivat ohjaajan tilan todeten sen hyväksi, jonka jälkeen kaikki pelastusyksiköt vapautettiin tehtävästä.

1.3 Seuraukset

Ohjaaja ei loukkaantunut onnettomuudessa. Lentokone vaurioitui onnettomuudessa merkittävästi.

Vasen poljin oli onnettomuuspaikalla painunut normaalia enemmän pohjaan. Nokkateline oli taipunut taaksepäin ja kääntynyt voimakkaasti vasemmalle. Nokkapyörän ohjaus on työntö-tangoilla suoraan kiinni polkimissa. Sivuperäseimen vasemmanpuoleinen vaijeri, joka on kiinni vasemmassa polkimessa, oli irronnut polkimen kohdalta. Sivuperäseimen vaijeri ei ole riittävän pitkä, että poljin voisi poikkeutettua tällaiseen asentoon ilman jonkin osan rikkoutumista. Sivuperäsintä pystyi täysin normaalisti poikkeuttamaan oikealle, koska oikeanpuoleinen vaijeri oli ehjä. Nokkatelinettä pystyi ohjaamaan molempiin suuntiin polkimilla, vaikka vaijeri olikin irronnut. Todennäköisesti vaijeri on irronnut nokkatelineen hajoamisen seurauksena.

Yksi potkurin lapa oli vaurioitunut maahan osumisen seurauksena. Muut lavat eivät olleet vaurioituneet onnettomuuden yhteydessä. Moottorin alapuolinen pintaverhous oli vaurioitunut nokkatelineen kohdalta. Tuliseinä oli vaurioitunut.



Kuva 3. Vasemmanpuoleinen poljin on painunut normaalia syvemmälle. Polkimen vieressä oleva sivuperäsimen vaijeri on irronnut. (Kuva: OTKES)



Kuva 4. Oikeanpuoleiset polkimet. Kuvan oikeassa reunassa näkyy ehjä sivuperäsimen vaijerin kiinnitys. Vasemmassa reunassa on polkimien välinen levy, joka estää tahattoman rinnakkaispolkimen käytön. (Kuva: OTKES)



Kuva 5. Nokkateline on taittunut ja kääntynyt vasempaan. (Kuva: OTKES)

2 TAUSTATIEDOT

2.1 Toimintaympäristö, laitteet ja järjestelmät

2.1.1 Lentokone

Rekisteritunnukseltaan OH-U494 oleva ultrakevyt lentokone on tyyppiltään: Eurostar EV-97, Model 2000, Version R. Lentokoneen perusmassa on 283,5 kg. OH-U494 on varustettu 100 hevosvoimaisella Rotax 912 ULS-moottorilla. Kyseisellä moottorilla varustetun Eurostar -lentokoneen lähtökiidon pituus on lento-ohjekirjan mukaan 145 m kahden ohjaajan kuormauksella. Lentokoneen irtoamisnopeus kiitotiestä on noin 75 km/h.

Tampereen ammattikorkeakoulun ilmailukerho oli rakentanut lentokoneen Evektor Aerotechnik -yhtiön rakennussarjasta vuosina 2005–2006. OH-U494 on merkitty Suomen ilma-alusrekisteriin 31.5.2006. Onnettomuushetkellä lentokoneella oli lennetty yhteensä 1658 h 45 min. Viimeisin huolto oli tehty 1650 lentotunnin kohdalla 22.6.2020.

2.1.2 Suuntaohjaus maassa

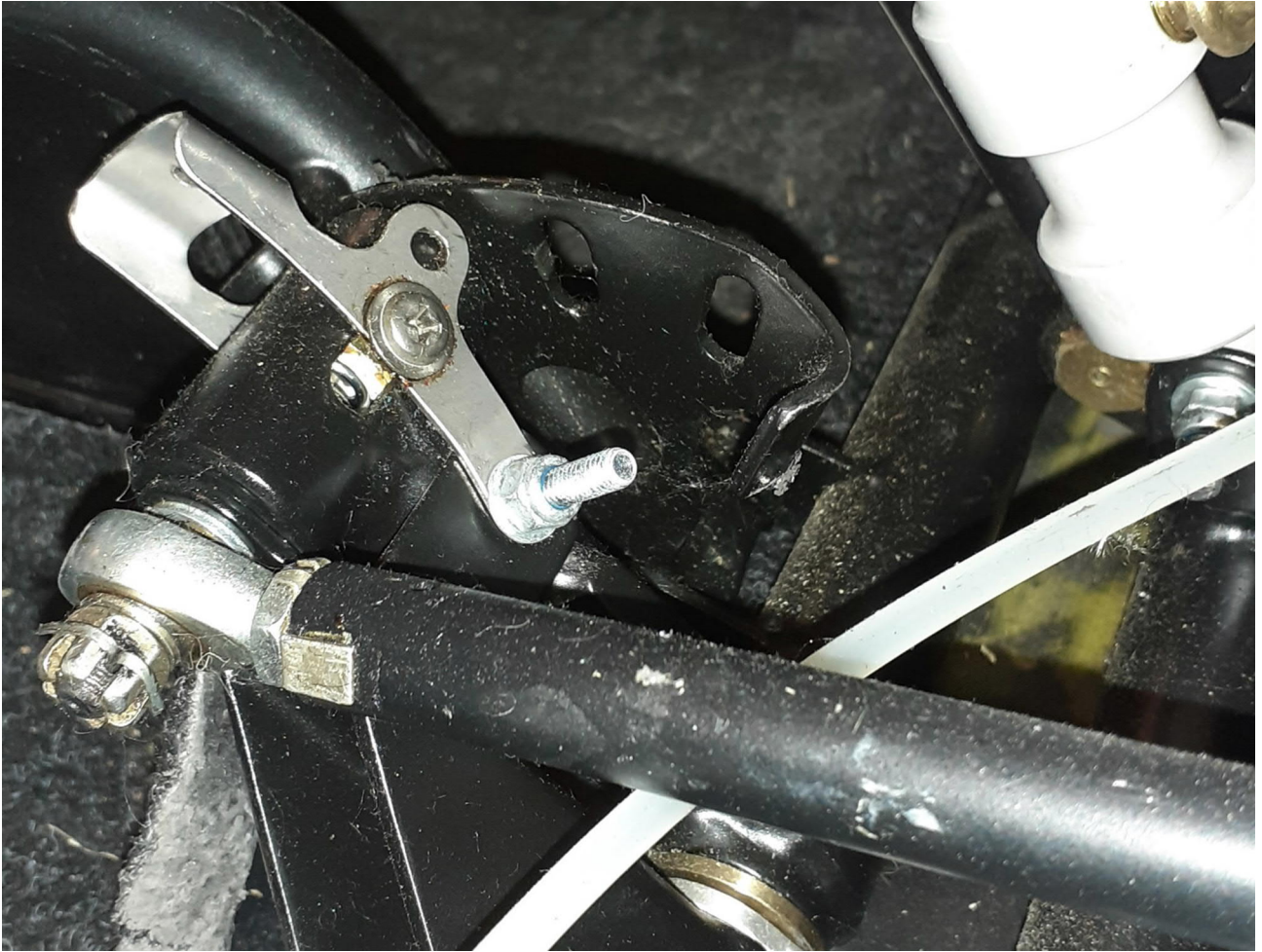
OH-U494:ssä on kahdet toisiinsa kytketyt jalkaohjaimet eli polkimet. Vasemmalla tai oikealla puolella istuva ohjaaja käyttää samanaikaisesti vaijereiden välityksellä sivuperäsintä ja työntöangoilla nokkapyöräohjausta. Sekä vasemman että oikean puoleiset polkimet on varustettu jarrupolkimilla (varvasjarrut). Pyöräjarrut ovat hydraulisesti toimivat levyjarrut. Jarrupolkimien painaminen vaikuttaa ainoastaan kyseisen polkimen puoleiseen päätelineen pyörään.

Rullauksen aikana ohjaajan on tarkoitus asettaa jalkansa polkimille siten, että hän pystyy käyttämään samanaikaisesti nokkapyöräohjausta sekä pyöräjarruja koneen ohjaamiseen ja pysäyttämiseen.

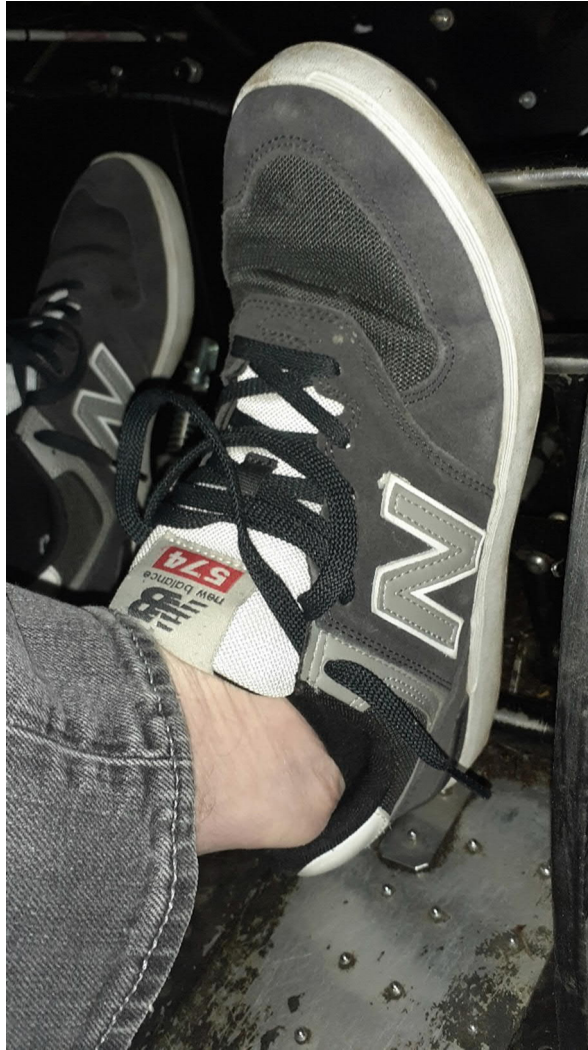
Lähtökiidossa lentokoneen ohjaamiseen ja suunnan säilyttämiseen käytetään nokkapyöräohjausta ja sivuperäsintä, tarvittaessa myös pyöräjarruja. Lähtökiidossa tulee varoa pitämästä ohjaussauvaa pituussuunnassa liikaa vedon puolella, koska tällöin koneen nokka pyrkii nousemaan ja nokkapyöräohjauksen teho heikkenee. Rullaus- ja kiitotien pinnan kitka vaikuttaa myös oleellisesti kykyyn ohjata lentokonetta maassa.

OH-U494:ssä vasemman- ja oikeanpuoleisten polkimien väliin on turvallisuussyistä asennettu väliseinä, jolla estetään ohjaajaa käyttämästä tahattomasti toisen ohjaajan puoleisia polkimia². Istuimen tai polkimien etäisyyttä ei pysty säätämään, joten pitkien ohjaajien jalkojen asento polkimilla voi muodostua sellaiseksi, että jarrupoljinta painetaan tahattomasti. Polkimien kulmaa pystyy säätämään kolmeen eri asentoon. Säädöllä mahdollistetaan asento sellaiseksi, että eripituiset ohjaajat pystyvät käyttämään polkimia paremmin. Oppilasta oli opetettu vetämään ennen lento-ohjauksen aloitusta kantapäitä taaksepäin, jolloin jalkineiden kärkiosa ei osu jarrupolkimille.

² Liikenne- ja viestintäviraston lentokelpoisuusmääräys M 3172/19.



Kuva 6. Polkimien kulmaa pystyy muuttamaan kolmeen eri asentoon. (Kuva: OTKES)



Kuva 7. Kuvassa vasen poljin on painettu pohjaan. Esimerkiksi tällaisessa tilanteessa oikean polkimen kulma on sellainen, että pitkä ihminen voi painaa tahattomasti oikean polkimen varvasjarrua. (Kuva: OTKES)

2.1.3 Lähtökiidossa lentokoneen suuntaohjaukseen vaikuttavia tekijöitä

Lähtökiidossa lentokoneen suuntaohjaukseen vaikuttaa voimia, jotka ohjaajien on tiedostettava ja pystyttävä kumoamaan ohjainten yhteiskäytöllä lentokoneen pitämiseksi mahdollisimman keskellä kiitotietä irtoamishetkeen saakka.

Sivutuuli vaikuttaa lentokoneen suunnan säilytyskykyyn ja ohjattavuuteen. Erityisesti lentokoneen sivuvakaajaan, -peräsimeen ja perärunkoon vaikuttava tuuli pyrkii kääntämään lentokoneen nokkaa tuuliviirivaikutuksen mukaisesti tuuleen, eli syntyy suuntamomentti tuulta kohti. Lento-ohjekirjoissa ilmoitetaan suurin sallittu sivutuulikomponentti lentoonlähtöä ja laskeutumista varten. Rajoitus perustuu konetyypin ohjaintehoon ja hallittavuuteen, jolla lentoonlähtö ja laskeutuminen on vielä kyseisissä tuuliolosuhteissa turvallista suorittaa.

OH-U494:n ohjekirjan mukaan suurin sallittu sivutuulikomponentti lentoonlähdessä ja laskeutumisessa on 16 solmua. Alun perin suurimmaksi sallituksi sivutuulikomponentiksi lentokoneelle oli ilmoitettu 10 solmua. Lentokoneen valmistaja Evektor Aerotechnik on julkaissut vapaaehtoisen huoltotiedotteen³, jonka mukaan suurin sallittu sivutuulikomponentti voidaan

³ 3.9.2014 EV97-029b Information bulletin

nostaa 16 solmuun. Perusteeksi sivutuulikomponentin nostamiselle ilmoitettiin operointikemukset.

OH-U494:ssä potkurin pyörimissuunta on ohjaajan paikalta katsottuna myötäpäivään. Lisättäessä moottoriin tehoa syntyy potkurivirran kiertovaikutus. Lentokoneen runkoa kiertävä potkurivirta osuu koneen sivuperäsimeen vasemmalta aiheuttaen suurella tehoasetuksella huomattavan suuntamomentin vasempaan. Mikäli lentoonlähdössä moottoriin lisätään täysi tehoasetus hyvin nopeasti, on haastavaa ehtiä tekemään sopiva ja oikea-aikainen korjausliike poljinohjauksella suunnan säilyttämiseksi. Vasemmalta puolelta vaikuttava tuuli lisää tätä haastetta.

Lentokoneen potkurin pyörimissuunta aiheuttaa lisäksi kiertomomentin, jonka suunta on vastakkainen potkurin pyörimissuunnan kanssa. Tämän hyrrävoiman seurauksena maassa vasemman pääpyörän vierintävastus on oikeaa suurempi, aiheuttaen suuntamomenttia vasempaan. Hyrrävoimien vaikutus suuntamomenttiin on vähäinen verrattuna sivutuulen ja potkurivirran kiertovaikutukseen.

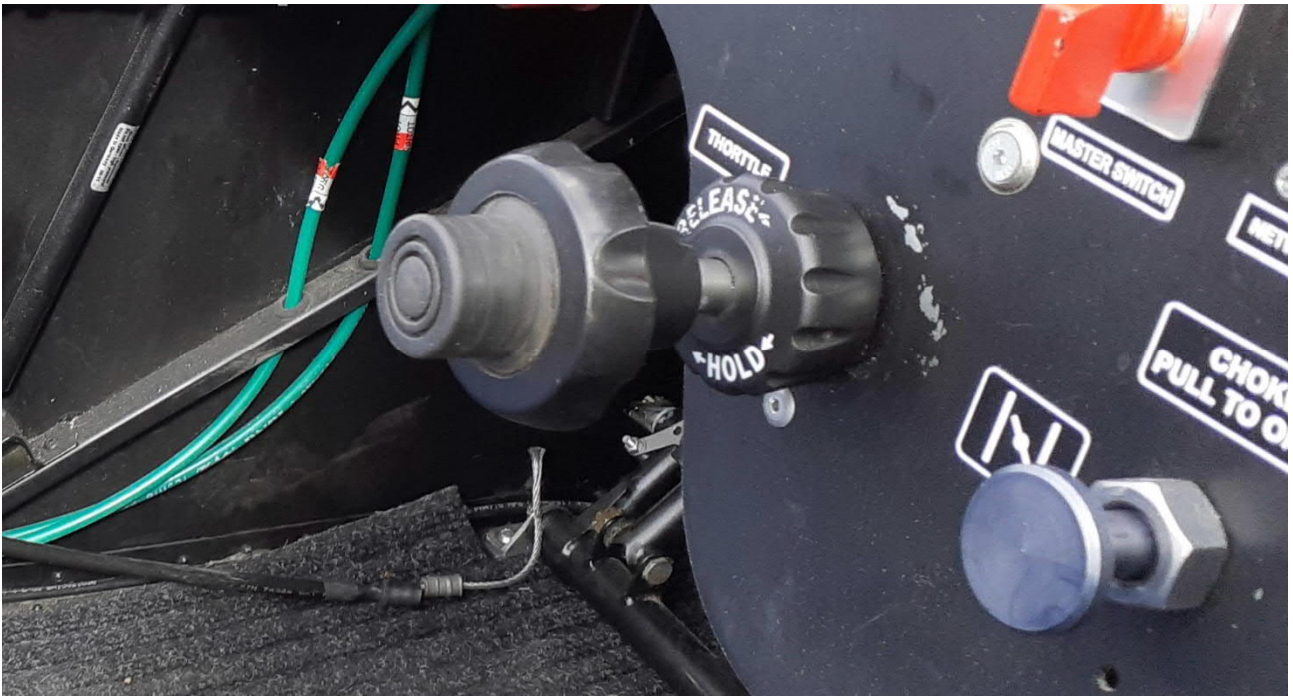
Sivutuulilentoonlähdöissä on poikkeutettava ohjaussauva tuulen puolelle estämään koneen kallistuminen. Mikäli sivutuulen annetaan kallistaa konetta lähtökiidossa, vaikeutuu suuntaohjaaminen ja vaarana on myös siivenkärjen osuminen kiitotiehen voimakkaan sivutuulen aiheuttaman kallistumisen seurauksena. Nopeuden kiihtyessä tätä sauvan poikkeutusta pienennetään siivekkeiden ohjaintehon kasvaessa ja ohjaussauvan sivusuuntaisella ohjauksella pyritään pitämään siivet vaakatasossa.

Suhteellinen massaero, kaksipaikkaisella lentokoneella lennettäessä yksin tai opettajan kanssa, vaikuttaa lentokoneen ohjattavuuteen ja suorituskykyyn. Lentokoneen kiihtyvyys on suurempi pienemmällä massalla, eli lennettäessä yksinlentoja.

2.1.4 Lentoonlähdön keskeyttäminen

Mikäli lähtökiito päätetään keskeyttää jonkin teknisen häiriön tai esimerkiksi suunnan säilyttämisen vaikeuden takia, on tärkeää vähentää moottoritehot välittömästi tyhjäkäynnille.

Jotta tehonvähennys olisi mahdollista tehdä viiveettä, on ohjaajan ehdottomasti pidettävä koko lentoonlähdön ajan toista kättään tehovivulla. Eurostar -lentokonetyypissä vasemmalla puolella istuvan ohjaajan on pidettävä vasenta kättään ohjaussauvalla ja oikeaa tehovivulla. Kyseisen konetyypin tehovivun sujuva käyttö vaatii harjoittelua ja tietynlaista sormiotetta vivusta. Vivun päässä on lukitusnappi, jota on pidettävä painettuna pystyäkseen liikuttamaan tehovivua. Myöhästymisen tehon vähentämisessä voi johtaa vaikeuksiin suunnan korjaamisessa ja ajautumiseen ulos kiitotieltä suurella nopeudella.



Kuva 8. EV-97 lentokoneen tehovipu. Vivun päässä on nappi, joka mahdollistaa vivun liikuttamisen. (Kuva: OTKES)

2.2 Olosuhteet

Sääolosuhteet lentotoimintaan Tampere-Pirkkalan lentokentällä olivat hyvät. Automaattisen METAR-säähavainnon⁴ mukaan näkyvyys oli vähintään 10 km eikä pilviä esiintynyt 1500 m (5000 ft) alapuolella. Kiirotie oli tapahtumahetkellä täysin kuiva, eli jarrutustehot olivat hyvät.

Kello 13.20 (SA) julkaistun säähavainnon mukaan tuuli oli suunnasta 160° ja tuulen voimakkuus 7 solmua. Tuulen suunnan vaihteluväliksi ilmoitettiin 100° - 240°. OH-U949:n annetun lento-ohjeistuksen yhteydessä ilmoitettu tuuli oli suunnasta 180° ja tuulen voimakkuus 3 solmua.

Lento-ohjeistuksen käytetyn kiirotien 24 magneettinen suunta on 235°, joten sivutuulikomponentti on vaihtelevassa tuulessa voinut olla suurimmillaan noin 7 solmua ohjaajasta katsoen vasemmalta puolelta. Tuulen suunnan ilmoitetun vaihteluvälin perusteella sivutuulikomponentti on voinut vaihdella välillä 0 - 7 solmua.

2.3 Tallenteet

Alustavassa tutkinnassa kuunneltiin Pirkkalan lennonjohdon tallenteet⁵. Näiden tallenteiden perusteella selvitettiin lento-oppilaan ja lennonjohdon välinen radioliikenne sekä tapahtumajat.

⁴ METAR = Meteorological Aerodrome Report

⁵ Pirkkalan torni 118.700.

2.4 Onnettomuuteen liittyvät henkilöt, organisaatiot ja turvallisuudenhallinta

Koulutusorganisaationa ultrakevytlentäjän lupakirjaa varten toimi Pirkan Ilmailijat ry.

Oppilaan lentokokemus onnettomuushetkellä oli 42 h 30 min. Laskeutumisia hän oli suorittanut yhteensä 252 kpl. Kaikki lennot on suoritettu Eurostar EV-97-lentokonetyypillä. Lentokoulutus oli aloitettu vuonna 2019. Tämä kausi oli aloitettu huhtikuussa ja merkittäviä taukoja lentokoulutuksessa ei tämän vuoden aikana ollut. Ilmailumääräyksen TRG M1-7 mukainen koulutustarkastuslento ennen ensimmäistä yksinlentotehtävää oli suoritettu 10.6.2020.

2.5 Säädökset, määräykset ja ohjeet

Ilmailumääräys TRG M1-7 määrittää säävaatimukset seuraavasti: Oppilaan yksinlennoilla on näkyvyyden oltava vähintään 8 km ja pilvikorkeuden vähintään 450 m (1500 ft). Edellä mainitusta voidaan poiketa oppilaan yksinlennoilla moottoroiduilla ilma-aluksilla lentopaikan läheisyydessä, jos säilytetään näköyhteys käytettävään kiitotiehen. Tällöin näkyvyyden on oltava vähintään 5 km ja pilvikorkeus vähintään 300 m (1000 ft).

Sääolosuhteet olivat ilmailumääräyksen TRG M1-7 yksinlentotehtävälle asettamien vaatimusten ja lentokoneen lento-ohjekirjan rajoitusten mukaiset.

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

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

1. Onnettomuus tapahtui, kun toista yksinlentoa suorittava lento-oppilas menetti sivutuuliolosuhteissa ultrakevyen lentokoneen hallinnan heti lentoonlähdön alussa. Lentokone ajautui vasemmalle ulos kiitotieltä. Lentokoneessa ei ollut teknistä vikaa.

Johtopäätös: Sivutuulilentoonlähtö on kokemattomalle ohjaajalle vaativa suoritus. Ripeän tehonlisäyksen aiheuttama suuntamomentti vasempaan, yhdistettynä liian varovaisiin tai myöhästyneisiin ohjaustoimenpiteisiin suuntaohjauksessa, voi joutaa nopeasti kiihtyvän lentokoneen ajautumiseen ulos kiitotieltä. Suunnansäilytyksen vaikeuksiin voi syynä olla myös puutteellinen ohjaamoergonomia, esimerkiksi väärin säädetyt polkimet, joista voi aiheutua pyöräjarrujen epäsymmetrinen käyttö.

2. Menetettyään lentokoneen hallinnan lähtökiidon alussa lento-oppilas ei vähentänyt moottorin tehoasetusta. Lentokoneen ajautuessa ulos kiitotieltä moottorissa oli täysi tehoasetus. Lento-oppilas pysäytti moottorin sytytyskytkimestä lentokoneen jo ajauduttua nurmi-alueelle.

Johtopäätös: Lentoonlähdön keskeyttämisspätös tulee tehdä ajoissa ja välittömänä toimenpiteenä on vähentää moottorin tehot tyhjäkäynnille lentokoneen nopeuden ja ohjattavuuden hallintaan saamiseksi. Eurostar EV-97 -lentokonetyypin tehovivun liikuttaminen edellyttää tietynlaista otetta tehovivun päässä olevan lukitusnapin vapauttamiseksi. Tehovivun sujuva käyttö vaatii harjoittelua.

4 TURVALLISUUSSUOSITUKSET

Alustavassa tutkinnassa ei anneta uusia suosituksia.

4.1 Kehittämissuositukset

Suomenkielisessä EV-97 lento-ohjekirjassa normaalitoimenpiteitä käsittelevässä kappaleessa on lentoonlähtötoimenpiteissä käännösvirhe, joka liittyy ohjaussauvan käyttöön. Suomenkielisessä tekstissä ohjeistetaan lähtökiidossa viemään ohjaussauva taakse ennen täyden tehon lisäämistä. Ohjeen mukaan toimittaessa, etenkin hankalissa tuuliolosuhteissa, voi nokkapyörä nousta hyvin aikaisin kiihtämisestä ja lisätä riskiä lentokoneen suuntaohjauksen hallinnan menettämiseen.

Suomenkielistä EV-97 lento-ohjekirjaa käyttävien lentokoneiden omistajien tulisi korjata kyseinen kappale vastaamaan englanninkielistä versiota.