

PURJETAITOLENNON PERUSTEET

Ari Vahtera 2015

ALKULAUSE

Purjetaitolento ei ole Suomessa kovin yleinen harrastus. Perustaitolentoon ja vaativankin taitolentoon soveltuvia koulukoneita maassamme kuitenkin on. Myös varsinaisia taitolentoon tarkoitettuja purjelentokoneita on hankittu Suomeen.

Koulutusta on menneinä vuosina hankaloittanut taitolentoon perehtyneiden opettajien vähäinen määrä ja suomenkielisen oppimateriaalin puuttuminen. Urheilutaitolentäjät ry:n organisoima purjetaitolennon opettajien kurssi keväällä 2005 lievitti opettajapuutusta. Tämän kirjoituksen tarkoitus on osaltaan lieventää oppimateriaalin puuttumista.

On kuitenkin syytä varoittaa heti, ettei mikään itseopiskelu tai teoreettinen tieto voi korvata kaksipaikkaisella purjelentokoneella annettua taitolentokoulutusta. Pätevän opettajan antama lentokoulutus on ehdoton edellytys turvalliselle taitolennolle.

Kirjoittaja on koonnut tietoa ja hankkinut kokemusta purjetaitolennosta pitkään, parisenkymmentä vuotta. Aluksi tietoa kertyi lähinnä lentopäiväkirjaan muistiinpanomerkintöinä taitolentokurssien ja -harjoitusten jälkeen. Tietoa on koko ajan täydennetty eri konetyyppien lentokäsikirjoista, lähdekirjallisuudesta, lehtiartikkeleista ja myöhemmin myös internetistä. Ajan myötä tiedot jalostuivat kurssimonisteeksi ranskalaisine viivoineen. Tämä kirjoitus on tuon kurssimonisteen laajennus ja sisältää taitolennon perusteiden opetukseen tarvittavat asiat, oletettavasti ei kuitenkaan aivan siinä laajuudessa, mitä uudet, lähiaikoina voimaan tulevat eurooppalaiset lentotoiminta- ja lupakirjamääräykset edellyttävät. Kirjoitusta ei ole laadittu erityisesti edellä mainittujen määräysten täyttämiseksi, vaan tähän on koottu yhteen kirjoittajan aiemmin hankkimia tietoja ja kokemuksia. Näytös- ja kilpataitolentoa ei käsitellä.

Kirjoittaja on saanut taitolentokoulusta muun muassa puolalaisilta Adam Zientekiltä ja Jerzy Smielkiewicziltä 1987 - 1989 sekä saksalaiselta Manfred Echteriltä 2005. Ammatilliselta koulutukseltaan kirjoittaja on lentotekniikan diplomi-insinööri ja on suunnitellut PIK-20D-purjelentokoneen taitolentomuutoksen kutsumanimeltään ”PIK-20 TurboD”.

Luovutan aineiston vapaaseen käyttöön. Aineistoon kuuluu kolme tiedostoa: tämä kirjoitus, koulutusohjekortit, joissa annetaan ohjeita yksittäisiin taitolentoliikkeisiin sekä tarkistuslista. Neljäntenä tiedostona on kuva PIK-20 TurboD:n lennon rajakäyrästä eli (V,n)-piirroksesta.

Aineistoa saa käyttää sellaisenaan tai lainata tai muokata. Tarkoitukseni on edistää purjetaitolennon turvallisuutta ja turvallista koulutusta. En halua korvausta aineiston käytöstä, mutta jos käytät sitä, olisi kiva jos mainitsisit lähteen.

Helsingissä 5.6.2015

Ari Vahtera

SISÄLLYSLUETTELO

1 Turvallisuus

Koulutus
Hätätilanteet
Määräykset

2 Lentokelpoisuus

Lentokelpoisuusluokat
Lennon rajakäyrä eli (V,n)-piirros
Sallitut liikehtimisen G-rajat Utility- ja Acrobatic-luokassa
Purjelentokoneen lujuus ja ylikuormitusriskit
Käyttörajoitukset

3 Muita purjelentokoneen suunnitteluun liittyviä kysymyksiä

Siipiprofiili
Pituusvakavuus
Siiven asetuskulma
Siiven kierto
Ohjainpinnat
Lentokorkeuden vaikutus

4 Ihmisen fysiologia

G-voimien vaikutus elimistöön
G-sietokyky
Suuri positiivinen G
Suuri negatiivinen G

5 Hyvä ilmailutapa

Yleisiä ohjeita
Ennen lentoa
Ennen taitolentoharjoitusta
Taitolentoharjoituksen aikana
Taitolentoharjoituksen jälkeen
Vielä muutamia pieniä vihjeitä

6 Taitolentoliikkeiden geometria

7 Linjat

Vaakalinja
Linja alas 45 astetta
Linja ylös 45 astetta
Pystylinja

8 Kaarto

9 Koulutuksen vaiheet

KOULUTUSOHJEKORTIT

- 1 Heilurikäännös
- 2 Nousukäännös (Chandelle)
- 3 Silmukka
- 4 Pystykäännös
- 5 Vaakakierre
- 6 Puolivaakakierre selkälentoon, selkälento, selkäennosta oikaisu puolivaakakierreellä
- 7 Selkälentoon meno puolisilmukalla, selkäennosta oikaisu puolisilmukalla
- 8 Split-S, käännteinen kuubalainen kahdeksikko
- 9 Immelmann
- 10 Tynnyri
- 11 Selkäkaarrot
- 12 Kuubalainen kahdeksikko
- 13 Syöksykierre
- 14 Nopea vaakakierre, nopea puolivaakakierre - puolisilmukka, puolisilmukka - nopea puolivaakakierre
- 15 Humpty Dumpty
- 16 Nelikulmainen silmukka
- 17 Hätäoikaisuohjeet
- 18 Perustaitolennon koe
- 19 Vaativan taitolennon välikoe
- 20 Vaativan taitolennon loppukoe
- 21 Esimerkki: näytöstaitolento-ohjelma purjelentokoneella G103A

1 TURVALLISUUS

Koulutus

Ensimmäinen edellytys turvalliselle taitolennolle on pätevän opettajan antama lentokoulutus. Mikään itseopiskelu tai teoreettinen tieto ei voi korvata kaksipaikkaisella purjelentokoneella annettua lentokoulutusta. Omin päin kokeilu on yksiselitteisesti vaarallista, samoin räimiminen tai muu huimapäisyys. Sen sijaan taitolento pätevän opettajan kouluttamana ei ole sen vaarallisempaa kuin muukaan lentäminen.

Miksi lentokoulutus kaksipaikkaisella on niin tärkeää? Jokainen ihminen oppii ja hahmottaa uusia asioita periaatteessa kolmella perusoppimistavalla siitä huolimatta, että ihmisten oppimiskyvyssä ja muissa ominaisuuksissa on eroja. Jokaisella jotkin näistä tavoista ovat vahvempia, toiset heikompiä, mutta kaikilla ne ovat.

Ihmiset oppivat ja hahmottavat seuraavasti:

(1) Askel askeleelta. Esimerkki arkielämästä: tietokoneen käyttöjärjestelmä asennetaan ”asettamalla levy asemaan ja noudattamalla näyttöön tulevia ohjeita”. Tyypillinen tapa käyttää ilmailussa tämän tyyppisiä ohjeita ovat esimerkiksi tarkistuslistat. Taitolentokoulutukseen sovellettuna voidaan esimerkiksi antaa ohje seuraavaan tapaan: ”...kiihdytetään aloitusnopeuteen, valitaan kiintopiste, nostetaan nokka vähän horisontin yläpuolelle, annetaan määrätietoisesti, mutta ei äkillisesti täysi siivekepoikeutus, pidetään... jne.”

(2) Tehdään yhdessä. ”Minä näytän nyt, kuinka silmukka tehdään. Ole mukana ohjaimissa. Seuraavaksi sinä saat yrittää itse. Minä autan tarvittaessa.”

(3) Suurten ja pienten asioiden hahmottaminen samanaikaisesti. Ohjaajan on osattava koko ajan hahmottaa itsensä ja koneensa sijainti, suunta ja asento maapalloon nähden (suuri asia), mutta myös havaittava pieni, tärkeä värähdys jokaisen mittarin näytössä (pieni, mutta tärkeä asia). Esimerkiksi selkälennossa on pidettävä silmällä horisonttia ja kiintopistettä mutta osattava vilkuilla myös nopeusmittaria, jotta nopeus ei pääse karkaamaan. Kaikkiin liikkeisiin liittyy erilaisia asennon ja nopeuden tarkistuspisteitä, jotka on opittava havaitsemaan kokonaisuudesta.

Hyvässä koulutuksessa hyödynnetään kaikkia edellä mainittuja oppimistapoja. Itseopiskelussa vain tapa (1) tulee hyödynnetyksi. Se ei riitä. Ei kukaan opi peruslentotaitoakaan vain internet- tai kirjekurssilla. Teorian opiskeluun viimeksi mainitut voivat sopia.

Hyvässä koulutuksessa ihmisten eroavaisuudet voidaan ottaa huomioon. Ideaalista olisi, jos taitolentokurssilla olisi useampi kuin yksi opettaja, sillä myös opettajien tavoissa on eroja. Niinkin voi käydä, ettei opettaja saa oppiansa perille kaikille oppilailleen. Silloin kannattaa kokeilla opettajan vaihtoa eikä tätä tarvitse pitää opettajan huonouden tai epäluottamuksen osoituksena. Kyseessä voi olla vain ihmisten erilaisuus.

Hätätilanteet

Taitolentokoulutuksessa ja -harjoittelussa voidaan joutua tilanteisiin, jossa asiat alkavat mennä vikaan. Kone alkaa karata käsistä. Jos esimerkiksi nopeus alkaa kiihtyä, tai G-voimat kasvavat korkeiksi, on ihmisillä suuri kiusaus jäädä odottelemaan, josko tilanne korjaantuisi itsestään. Tämä on vaarallinen otaksuma. Jos kone alkaa viedä ohjaajaa, hänen on otettava aktiivisesti tilanne hallintaansa käyttämällä ohjaimia ennalta opittujen hätäoikaisuohjeiden mukaisesti.

Hätäoikaisuohjeiden tarkoitus on saada purjelentokone kääntymään turvallisesti ja mahdollisimman nopeasti oikein päin. Kun kone on oikein päin, oikaisua on helppo jatkaa normaalilla ohjaustekniikalla.

Jos käytetään lentojarruja, niin samalla on muistettava, että koneen sallitut G-rajat ovat huomattavasti normaalia alhaisemmat. Tämän takia on syytä oppia oikaisu kriittisistä lentotiloista niin, ettei jarruja tarvitse käyttää. Avaa kuitenkin epäröimättä jarrut, jos tilanne karkaa käsistä etkä tiedä mitä pitäisi tehdä!

Mahdollisia virhetilanteita on olemassa paljon. Osa niistä opitaan oikaisemaan jo peruskurssilla. Selkälento on joka tapauksessa taitolentoon koulutettaville henkilöille uusi, outo ja stressaava tilanne. Purjelentokoneen oikea asento selkälennessä on outo, nokka on pidettävä runsaasti horisontin yläpuolella. Sauvasta on työnnettävä koko ajan. Oikea asento voi oppilaalta välillä unohtua, tai sitten esimerkiksi selkälennessä mennessä nokka pääsee putoamaan liian alas. Tämän seurauksena nopeus alkaa kiihtyä rajusti. Vielä pahempaa on, jos purjelentokone on jäänyt epämääräiseen selkäasentoon, siis selälleen, mutta kallistuneena tai luisussa.

Tämän vuoksi näistä selällään oloon liittyvistä ongelmatilanteista on opittava oikaisemaan melkein refleksinomaisesti seuraavien hätäoikaisuohjeiden mukaisesti:

Ohje 1: Selkäsyöksy TYÖNNÄ - SAUVA LAITAN - JALKA POHJAAN!

Jalka poikkeutetaan siivekkeen kanssa samaan suuntaan.

Tapauksia, joissa voidaan joutua selkäsyöksyyn, ovat koneen hallinnan menetys selkälennessä tai jos kuubalaisessa kahdeksikossa nokan annetaan painua selkäasennon jälkeen liian alas.

Ohje 2: Epämääräinen selkäasento SAUVA JA JALKA KOHTI TAIVASTA!

Jalka poikkeutetaan siivekkeen kanssa samaan suuntaan.

Tapauksia, joissa tähän tilaan voidaan päätyä, ovat koneen hallinnan menetys selkäkaarrossa tai vaakakierre, joka jää roikkumaan epämääräiseen asentoon sen vuoksi, ettet ole pitänyt siivekettä laidassa. Luulisi olevan helppoa pitää siivekke vaakakierteen aikana tiukasti laidassa, mutta asia ei todellakaan ole näin!

Kolmas tärkeä ohje on: ÄLÄ KOSKAAN KÄYTÄ ALAKAUTTA VETOA HÄTÄOIKAISUNA!

Määräykset

Taitolentoa koskevia ilmailumääräyksiä on Suomessa vielä nykyisin suhteellisen vähän. Tilanne kuitenkin muuttuu, kun uusia eurooppalaisia lentotoiminta- ja lupakirjamääräyksiä aletaan soveltaa. Ehkä suurimmat muutokset koskevat taitolentokoulutusta ja taitolentokelpuutusta. Tämä on kuitenkin toinen tarina eikä tässä käsitellä tulevia määräyksiä. Niihin on aikanaan syytä perehtyä kokonaisuudessaan eikä pelkästään taitolentoa koskeviin osiin.

Nykyisin lentotoimintaa koskevia määräyksiä, jotka koskevat taitolennon harjoittelua, on oikeastaan vain lentosäännöissä. Lentosääntöjen mukaan ilma-alusta ei saa käyttää huolimattomasti tai vastuuttomasti niin, että toisten henki, terveys tai omaisuus vaarantuu. Edelleen lentosäännöt määräävät, että taitolentoa ei saa suorittaa asutuskeskusten tiheästi asuttujen osien tai ulkosalle kokoontuneen väkijoukon yläpuolella. Asiantuululta ilmaliikennepalveluyksiköltä (eli lennonjohto, lentotiedotuskeskus, lentopaikan lentotiedotuspalvelu tai ilmaliikennepalvelutoimisto) saadut asiaa koskevat tiedot, ohjeet ja/tai selvitykset on otettava huomioon ja/tai niitä on noudatettava.

Taitolentoluokan purjelentokoneissa ja taitolentokoulutuksessa koneessa on oltava toimintakuntoinen, rekisteröivä G-mittari normaalivarustuksen lisäksi. Lentokäsikirjassa voi olla lisävaatimuksia, esimerkiksi viiden pisteen vyöt.

Tavallinen kuulatyyppinen luisumittari ei toimi oikein selkälennessä. Lankatyyppinen luisumittari ei ole pakollinen, mutta hyödyllinen se on. Se toimii selkälennessä samalla tavalla kuin oikein päin lennettäessä, toisin sanoen lanka seuraa jalkaa.

Lentonäytöksiä ja kilpailuja koskevat omat määräyksensä. Niitä ei käsitellä tässä tarkemmin. Mainittakoon vain, että molemmat ovat luvanvaraisia.

Koska määräykset ovat varsin niukat, hyvän ilmailutavan varaan jää paljon. Turvallisuus pitää ottaa tärkeimmäksi kriteeriksi. Taitolennossa käydään toisinaan hyvinkin lähellä purjelentokoneen suunnittelun rajoja. Varaa virheisiin, joita kaikki kuitenkin tekevät, on vähemmän kuin jossakin muussa lentotoiminnassa. Tämä on tiedostettava ja otettava huomioon toiminnassa. Normaaliala pienempi virhevara on kompensoitava kohonneella turvallisuustietoisuudella. Hyvästä ilmailutavasta kerrotaan jäljempänä enemmän.

2 LENTOKELPOISUUS

Lentokelpoisuusluokat

Taitolentokoulutuksen ohella yhtä tärkeä edellytys taitolennolle on se, että purjelentokone soveltuu taitolentoon. Nykyisin purjelentokoneet tyyppi hyväksytään joko Utility- tai Acrobatic-luokkaan. Ensiksi mainittu käännetään suomeksi ”rajoitettu taitolentoluokka”. Silti monet Utility-luokan purjelentokoneet eivät ole lainkaan hyväksytyjä taitolentoon ja niilläkin, joilla taitolentoa saa lentää, liikkeitä on yleensä rajoitettu seuraaviin: syöksykierre, jyrkkä kaartto, chandelle, heilurikäännös, silmukka ja pystykäännös. Kaikki edellä mainitut, niin sanotut yksinkertaiset taitolentoliikkeet, voidaan lentää ilman negatiivista G-voimaa ja ilman siivekkeellä tehtävää kierrettä. Yksinkertaisuus on kuitenkin suhteellista, sillä oikeaoppinen pystykäännös on vaativa liike.

Vaativampiin taitolentoliikkeisiin vaaditaan pääsääntöisesti hyväksyntä Acrobatic-luokkaan (taitolentoluokka). Taitolentoluokassa sallitut G-rajat ovat suuremmat kuin rajoitetussa taitolentoluokassa. On kuitenkin syytä huomata, ettei tämäkään tarkoita, että purjelentokoneella voi tehdä mitä tahansa taitolentoliikkeitä tai että se kestäisi karkeaa käsittelyä.

Lennon rajakäyrä eli (V,n)-piirros

Purjelentokoneen sallitut nopeudet ja kuormitusmonikerrat käyvät ilmi lennon rajakäyrästä eli (V,n)-piirroksesta. Purjelentokoneen suunnittelussa sitä käytetään kriittisten kuormitustapausten määrittämiseen. Ohjaajan kannalta katsottuna lennon rajakäyrä tarkoittaa aluetta, jonka sisäpuolella olevia nopeuksia ja kiihtyvyyksiä saa käyttää. Lennon rajakäyrän ulkopuolisella alueella lento on joko mahdotonta (purjelentokone sakkaa) tai purjelentokone ylikuormittuu.

Purjelentokoneensa lennon rajakäyrää eli (V,n)-piirrosta ohjaaja ei välttämättä näe koskaan. Sitä ei yleensä esitetä lentokäsikirjassa. Purjelentokoneen käyttörajoitukset esitetään lentokäsikirjassa yleensä vain sanallisessa muodossa.

Purjelentokoneelle määritetään suunnittelussa useita lennon rajakäyriä, joista tärkeimmät ovat liikehtimisen (V,n)-piirros ja puuska-(V,n)-piirros. Lisäksi voi olla erikseen lennon rajakäyrä jarrut avattuna tai laipat poikkeutettuna tai eri massoilla. Piirroksia voidaan myös yhdistää, jolloin esitys alkaa jo näyttää aika monimutkaiselta.

Tässä esityksessä voidaan keskittyä liikehtimisen (V,n)-piirrokseseen, koska se on taitolennon kannalta merkityksellisin. Sen tärkeimmät pisteet ovat liikehtimisnopeus V_A ja sitä vastaavat suurimmat sallitut kiihtyvyyshomikerrat (positiivinen ja negatiivinen) sekä suurin sallittu nopeus V_{NE} ja sitä vastaavat suurimmat sallitut kiihtyvyyshomikerrat. Liikehtimisen kannalta suurin sallittu massa on yleensä ratkaiseva, mutta minimimassakin on otettava huomioon suunnittelun eräissä tapauksissa.

Liikehtimisnopeus on periaatteessa se nopeus, jonka alapuolella purjelentokone ei ylikuormitu, vaikka jokin ohjain poikkeutetaan ääriasentoon, ottaen huomioon jäljempänä kappaleessa ”Purjelentokoneen lujuus ja ylikuormitusriskit” mainittavat varoitukset ohjainten äkillisestä tai yhtäaikaisesta poikkeuttamisesta. Monet taitolentoliikkeet vaativat suurempaa aloitusnopeutta kuin liikehtimisnopeus. Liikehtimisnopeus ei siis tarkoita suurinta sallittua nopeutta taitolennossa. Liikehtimisnopeuden ylittäminen tarkoittaa kuitenkin sitä, että ohjaimia pitää käyttää helläkätisemmin.

Liikehtimisnopeus ei välttämättä ole sama kuin suurin sallittu puuskaisen sään nopeus, mutta se voi olla yhtä suuri tai ainakin lähellä sitä. Puuskaisen sään nopeudella purjelentokoneen on kestävä ± 15 m/s suuruinen pystysuora puuska (eli nouseva tai laskeva ilmapvirtaus). Vastaavasti suurimmalla sallitulla nopeudella purjelentokoneen on kestävä $\pm 7,5$ m/s puuska.

Purjelentokone kokee 7,5 m/s puuskan kun lennetään vaikkapa 3,5 m/s laskevasta 4 m/s nostoon tai päinvastoin. Nimenomaisesti ratkaisevaa on noston ja laskevan erotus, ei nimellinen suuruus. Tästä seuraa, että käytettäviä nopeuksia on ehdottomasti syytä rajoittaa viimeistään jos alueella on 3,5 - 4 m/s nostoja tai laskevia.

Jos purjelentokoneen puuskaisen sään nopeus on huomattavan suuri, kuten esimerkiksi alkusarjan PIK-20-purjelentokoneilla, puuskaisen sään G-rajat voivat olla paljonkin suuremmat kuin liikehtimisen G-rajat. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että purjelentokonetta saisi kuormittaa liikehdinnässä näihin rajoihin asti. Puuskat nimittäin kuormittavat purjelentokonetta eri tavalla kuin liikehdintä. Puuskakuormitustapauksissa minimassa voi olla ratkaiseva, sillä mitä kevyempi purjelentokone on, sitä enemmän puuskat sitä ravistavat. Vaikka siivet ehkä joudutaan tällaisessa tapauksessa mitoittamaan puuskakuormitusten vuoksi lujemmaksi, takarunkoa ja pyrstöä ei ole suunniteltu kestävään liikehtimisen G-rajoja suurempia kuormia.

Sallitut liikehtimisen G-rajat Utility- ja Acrobatic-luokassa (vähintään):

Taitolentoluokka, Acrobatic, "A"

Liikehtimisnopeudella +6,5/-4,0
Suurimmalla sallitulla nopeudella +5,3/-3,0

Uudemmissa taitolentoluokan koneilla +7,0/-5,0
suurimpaan sallittuun nopeuteen asti

Rajoitettu taitolentoluokka, Utility, "U"

Liikehtimisnopeudella +5,3/-2,7
Suurimmalla sallitulla nopeudella +4,0/-1,5

Purjelentokoneen lujuus ja ylikuormitusriskit

Täysiä ohjainpoikkeutuksia saa käyttää vain liikehtimisnopeudelle (V_A) asti. Suurimmalla sallitulla nopeudella (V_{NE}) saa käyttää vain yhtä kolmasosaa täysistä ohjainpoikkeutuksista. Taitolennessä ohjainpoikkeutusten pitää olla määrätietoisia, mutta ei äkillisiä.

Eniten purjelentokoneen kuormitukseen vaikuttaa korkeusperäsimen käyttö, koska sillä ohjataan suurinta koneeseen lennolla kohdistuvaa aerodynaamista voimaa eli siihen nostovoimaa.

Yleinen harhaluulo on, ettei purjelentokonetta voi ylikuormittaa liikehtimisnopeutta pienemmillä nopeuksilla. Kyllä voi, nimittäin käyttämällä äkillisiä ohjainpoikkeutuksia tai käyttämällä samanaikaisesti korkeusperäsintä ja jotain muuta ohjainta. Harhaluulo olkoon täten kumottu.

Vanhan nyrkkisäännön mukaan, jos kuormitus syntyy äkillisesti, eikä tarkempaa analyysiä ole käytettävissä, hetkellinen kuormitushuippu rakenteen jossakin kohdassa on oletettava kaksinkertaiseksi tasapainotilan kuormitukseen nähden. Tavallisen purjelentokoneen liikehtimiskuormitukset määritetään tasapainotilan kuormitusten perusteella. Näin ollen äkillisellä ohjainpoikkeutuksella voidaan saada aikaan jopa murtolujuuden ylittävä ylikuormitus jossain rakenteen kohdassa.

Erityisen paljon purjelentokonetta kuormittavat niin sanotut ohjaamattomat (nopeat) liikkeet, joissa käytetään äkillisesti ja samanaikaisesti korkeus- ja sivuperäsintä. Tavallisen purjelentokoneen, vaikka se olisi tyyppihyväksytty taitolentoluokkaan, raken-

netta ei ole suunniteltu kestäväksi tästä aiheutuvia valtavia rasituksia, jotka kuormittavat takarunkoa, siipeä ja pyrstön kiinnityselimiä. Ohjaamattomia liikkeitä ei siten pidä lentää purjelentokoneella, jollei niitä ole erikseen sallittu.

Siivekkeen ja korkeusperäsimen yhtaikainen käyttö rasittaa purjelentokonetta epäsymmetrisesti ja myös enemmän kuin pelkästään korkeusperäsimen käyttö. Jos käytetään täyttä siivekepoikkeutusta, sallittu kiihtyvyyshenkirta (G-raja) on vain kaksi kolmasosaa symmetrisen kuormituksen sallitusta arvosta. Vaakakierteessä ei onneksi tarvita kovin suurta kiihtyvyyshenkirtaa, mutta eräissä muissa liikkeissä, joissa käytetään suuria nopeuksia ja sekä korkeusperäsintä että siivekettä, on syytä kiinnittää tähänkin asiaan huomiota. Tällaisia liikkeitä ovat esimerkiksi tynnyri, apila ja kuubalainen kahdeksikko.

Myös lentojarrujen käyttö rasittaa purjelentokonetta, erityisesti siipeä, normaalista poikkeavalla tavalla. Tämä johtuu siitä, että jarrujen vaikutusalueella nostovoima pienenee ja tällöin siiven kärkiosa joutuu tuottamaan suuremman osan nostovoimasta. Tämän seurauksena siiven tyvessä vaikuttava taivutusmomentti kasvaa. Siksi suurin sallittu kiihtyvyyshenkirta jarrut avattuna on usein pienempi kuin jarrut suljettuna.

Toinen yleinen harhaluulo on, että purjelentokoneen rakenteessa on paljon ylimääräistä lujuutta. On totta, että lentokelpoisuusvaatimukset edellyttävät suurimman sallitun kuorman ja murtokuorman väliseksi varmuuskertoimeksi 1,5 (ja lujitemuovirakenteilla vielä hieman enemmän), mutta tätä ei missään tapauksessa pidä mitata ulos. Jälleen vanhan nyrkkisäännön mukaan 50 prosentin ”ylimääräinen” varmuus tarvitaan puolittain siksi, ettei rakenteen todellisia käytönaikaisia kuormituksia tunneta tarkasti ja puolittain siksi, että materiaalien lujuusominaisuudet vaihtelevat.

Suurimman sallitun nopeuden osalta marginaalia suunnitteluarvoon nähden voi olla niinkin vähän kuin 10 prosenttia. Suurin sallittu nopeus V_{NE} saa olla 90 prosenttia suunnitteluarvosta V_D (syöksynopeus). Koelentovaiheessa kokeiltuun maksiminopeuteen nähden marginaalia voi olla vielä vähemmän.

Taitolennessa käytetään tarkoituksellisesti suuria nopeuksia ja kiihtyvyyshenkirtoja. Kun otetaan vielä huomioon, että puuskatkin kuormittavat konetta sitä enemmän mitä suurempia nopeuksia käytetään, havaitaan että taitolentoa lennettäessä voidaan käydä hyvin lähellä purjelentokoneen suunnittelurajoja.

Käyttörajoitukset

Purjelentokoneen käyttörajoitukset esitetään lentokäsikirjassa. Purjelentokoneella saa lentää lentokelpoisuusluokasta riippumatta vain ne liikkeet, jotka lentokäsikirjan mukaan ovat sallittuja, sekä niiden tavanomaiset muunnellat (esimerkiksi yhdistäminen kaartoon tai linjaan). Vanhempien konetyyppien käsikirjoissa rajoitukset voivat olla epäselviä.

Erityisesti on sanottava, ettei tavallisilla, edes taitolentoluokan purjelentokoneilla saa lentää esimerkiksi ulkopuolista silmukkaa, pyrstöluisua tai ohjaamattomia (nopeita) kierteitä, jollei niitä mainita lentokäsikirjassa sallittujen liikkeiden luettelossa. Äkillisiä ohjainpoikkeutuksia ei saa lainkaan käyttää, jollei sitä ole erikseen sallittu.

Olemassa on myös erityisesti kilpataitolentoon suunniteltuja purjelentokoneita, joissa rajoituksia asettavat vain ohjaajan kyvyt ja mielikuvitus.

3 MUITA PURJELENTOKONEEN SUUNNITTELUUN LIITTYVIÄ KYSYMYKSIÄ

Siipiprofiili

Tavallisen purjelentokoneen siipiprofiili on kaukana symmetrisestä. Sen vuoksi profiili toimii selvästi paremmin ollessaan oikein päin. Tämän seurauksena purjelentokoneen sakkausnopeus selkälennessa voi olla huomattavasti suurempi kuin normaaliasennossa.

Silmukan aloitusnopeus on nyrkkisäännön mukaan tyypillisesti vajaat kolminkertainen sakkausnopeuteen verrattuna. Jos esimerkiksi koulukoneen sakkausnopeus on 70 km/h, pyöreään silmukkaan tarvitaan aloitusnopeudeksi noin 180 - 200 km/h. Saman koneen sakkausnopeus selkälennessa voi hyvin olla esimerkiksi 130 km/h. Jos edellä mainittua nyrkkisääntöä voitaisiin soveltaa myös ulkopuoliseen silmukkaan, suurin liikkeen aikana tarvittava nopeus ylittäisi selvästi $V_{NE:n}$. Tämän vuoksi purjelentokoneella ei pidä yrittää ulkopuolista silmukkaa, jollei sitä ole sallittu. Ulkopuolinen silmukka on mahdollinen vain sellaisella purjelentokoneella, jonka siipiprofiili toimii hyvin myös ylösalaisin ollessaan.

On myös sellaisia siipiprofiileja, jotka eivät kerta kaikkiaan toimi ollessaan ylösalaisin. Purjelentokoneella, jossa on tällainen profiili, ei voi lentää selkä lentoa lainkaan. Jos selkä lentoa yritetään tällaisella purjelentokoneella, se voi joutua syvään selkäsakkaukseen tai selkäsyöksyyn. Siksi purjelentokoneella ei pidä lentää selkä lentoakaan, jollei sitä ole sallittu.

Pituusvakavuus

Lentokelpoisuusvaatimusten mukaan purjelentokoneen pitää olla normaaleissa lentotiloissa vakaa, toisin sanoen se pyrkii itsestään korjaamaan poikkeamat lentotilassa ja sillä on selkeä trimmattu nopeus. Kun kone on trimmattu jollekin nopeudelle, sauvasta pitää työntää nopeuden kasvattamiseksi ja vetää nopeuden pienentämiseksi.

Selkä lennessa asiat eivät välttämättä ole näin. Kone ei välttämättä ole vakaa kuten oikein päin lennettäessä. Ohjaaja huomaa tämän lähinnä ohjainvoimien kautta. Sauvasta on työnnettävä koko ajan, tai vaikka trimmi riittäisi poistamaan ohjainvoiman jollain nopeudella, koneella ei ole selkeätä trimmattua nopeutta. Sauvaa ei voi päästää vapaaksi. Ihminen kykenee ohjaamaan lievästi epävakaa konetta, mutta sitä on ohjattava koko ajan.

Ohjainvoima voi käyttäytyä epäloogisesti. Työntöön tarvittava voima on suurella nopeudella suurempi kuin pienellä nopeudella, vaikka sauva on päästetty taemmaksi. Jos nopeus kiihtyy liiaksi, voivat ohjainvoimat kasvaa melkoisesti ja sauvasta on työnnettävä todella voimakkaasti, jotta nokka nousisi.

Siiven asetuskulma

Suunnittelija valitsee purjelentokoneen siiven asetuskulman mielessään koneen liitosuhteen optimointi. Tämän seurauksena purjelentokoneen niin sanotun nollanostolinjan ja rungon pituusakselin välinen kulma on noin 10 astetta. Normaalissa vaakalennossa rungon pituusakseli on tärkeimmällä nopeusalueella suunnilleen ilmavirran suuntainen ja koneen nokka on tyypillisesti noin 10 astetta horisontin alapuolella, mutta selkälennossa nokka on noin 10 astetta horisontin yläpuolella ja rungon pituusakseli noin 20 asteen kulmassa ilmavirtaan (ja siis myös lentorataan) nähden.

Siiven kierto

Purjelentokoneen siiven kierto valitaan suorituskyvyn ohella sen mukaan, että sakkaus alkaa siiven tyvestä, koska tämä on turvallinen ominaisuus normaalitoiminnassa. Tämän seurauksena selkälennossa kierto on tyvisakkausominaisuuden suhteen vääriin suuntaan. Selkälennossa siiven kärkiosat tuottavat suuremman osan nostovoimasta, minkä seurauksena negatiivinen kiihtyvyys kuormittaa siiven tyveä enemmän kuin positiivinen.

Selkälennossa purjelentokone voi myös olla hyvinkin ärhäkästi kärkisakkaaja. Tämä ei kuitenkaan ole kovin dramaattinen ominaisuus, sillä purjelentokoneella on taipumus pyörähtää oikeinpäin, jos kone reilusti sakkaa selkälennossa. Purjelentokone voi kuitenkin joutua erittäin epämiellyttävän tuntuiseen suunta-kallistus-heilahteluun, jos sillä lentää selkälentoa osasakkaustilassa.

Ohjainpinnat

Tavallisen purjelentokoneen ohjainjärjestelmä on suunniteltu sen mukaan, kuinka suuren voiman ohjaaja voi saada aikaan käyttäessään ohjaimia. Tapausta, jossa voimat tulevat ohjainpinnan suunnasta, kuten pyrstöluisissa voi tapahtua erityisesti jos ohjainpinta paiskautuu ilmavirran voimasta hallitsemattomasti ääriasentoon, ei ole yleensä otettu suunnittelussa lainkaan huomioon. Siksi tarkoituksellista pyrstöluisua ei saa tehdä, jollei sitä ole erikseen hyväksytty.

Lentokorkeuden vaikutus

Minimikorkeuden säilyttäminen on ilmeisen selkeästi tärkeää turvallisuuden kannalta. Korkealla on enemmän varaa virheisiin. Myös näkymä purjelentokoneen ohjaamosta taitolentoliikkeen aikana riippuu suuresti lentokorkeudesta. Esimerkkinä mainittakoon niinkin yksinkertainen tapaus kuin silmukka. Jos maan pinta on kovin lähellä, tulee helposti kiusaus oikaista vähän tiukemmin, kun purjelentokone kääntyy nokka alas-asentoon. Myös mahdollisen tuulen aiheuttama koneen ajautuminen esimerkiksi kaarrossa näyttää tunnetusti matalalla korkeudella suuremmalta kuin korkealla.

Yllättävältä voi puolestaan kuulostaa, että taitolento suuressa korkeudessa sisältää myös riskejä. Rakenteen kuormitusten kannalta ratkaiseva nopeuden ilmaisutapa on ekvivalentti ilmanopeus (EAS), mutta ohjaajan kannalta riittävän tarkka ilmaisu on, että mittarinopeus (IAS) ratkaisee. Niin kauan kuin nopeus- ja G-mittarin lukemat pysyvät normaaleissa rajoissa, eivät rakenteen kuormitukset kasva merenpintaolosuhteisiin nähden.

Nopeusmittarin toiminta perustuu kineettisen paineen mittaamiseen. Kineettinen paine on suoraan verrannollinen ilman tiheyteen ja nopeuden neliöön. Koska ilman tiheys on korkealla pienempi, nopeusmittari näyttää korkealla liian vähän. Tosi-ilmanopeus (TAS) on siis korkealla suurempi kuin mittarinopeus.

Flutterin kannalta ratkaiseva nopeus on tosi-ilmanopeus (TAS). Joidenkin purjelentokoneiden lentokäsikirjassa tämä asia on otettu huomioon ja suurin sallittu nopeus V_{NE} riippuu lentokorkeudesta (V_{NE} nopeusmittarista luettuna (IAS) on pienempi korkealla). Kuitenkaan monen purjelentokoneen lentokäsikirjassa ei mainita asiasta halaistua sanaa. Silti sama asia koskee kaikkia purjelentokoneita. Jos purjelentokoneen flutterimarginaali halutaan säilyttää, on suurinta sallittua nopeutta rajoitettava korkealle noustessa. Karkean säännön mukaan jokaista 1 500 metriä kohti nopeusmittari näyttää 10 prosenttia liian vähän. Siis jo 1 500 metrin korkeudessa, jos V_{NE} on lentokäsikirjan mukaan 250 km/h, eikä lentokäsikirjassa ole tietoa korkeuden vaikutuksesta, 250 km/h TAS onkin enää 225 km/h IAS.

Korkealla lentäminen vaikuttaa muutenkin taitolentoon. Korkealla puuskat vaikuttavat voimakkaammin kuin matalalla. Ympäröivän ilman koneen liikkeitä vaimentava vaikutus on sitä pienempi mitä ohuempaa ilma on. Ohjainten tehokkuus taas on verrannollinen mittarinopeuteen (IAS). Niinpä siivekkeen suuntaiset liikkeet, kuten vaakakierre, sujuvat korkealla paremmin, jos liikkeen aloituksessa käytetään samaa mittarinopeutta (IAS). Koska tosi-ilmanopeus (TAS) on korkealla suurempi, silmukan halkaisija on suurempi korkealla. Hieman epätasaisesti sanoen silmukan ensimmäiseen, ylöspäin menevään puolikkaaseen kuluu tällöin liike-energiaa enemmän, minkä seurauksena pystytason liikkeet ovat korkealla hankalampia. Korkeus vaikuttaa myös purjelentokoneen syöksykierreominaisuuksiin. Mitä todennäköisimmin oikeeneminen syöksykierteestä tapahtuu hitaammin ohuessa ilmassa.

Lentokorkeuden aiheuttamat erot purjelentokoneen taitolento-ominaisuuksissa alkavat tuntua selvästi 2 000 metrin korkeudessa. Ilman tiheys 2 500 metrin korkeudessa on jo 20 prosenttia pienempi kuin merenpinnan tasalla.

Lukijalle lienee käynyt selväksi, ettei voitonsilmukka ole hyvä ajatus, kun olet noussut pilvessä tai aallossa korkealle. Suurten korkeuksien ongelmiin voi törmätä vaatimattomillakin maanpinnasta mitatuilla korkeuksilla, ei tosin Suomessa. Purjelentopaikkoja on kuitenkin myös ylätasangoilla.

4 IHMISEN FYSIOLOGIA

G-voimien vaikutus elimistöön

G-voimat vaikuttavat ihmisen elimistöön muun muassa siten, että veri pyrkii pakkautumaan joko ruumiin alaosaan (positiivinen G) tai yläosaan (negatiivinen G). G-voimat vaikuttavat aivojen verenkiertoon ja siten hapensaantiin: positiivinen G vähentää niitä.

G-voimien seurauksena ihmisen verenpaineen tuntoelimet havaitsevat verenpaineen muuttuvan. Elimistö pyrkii pitämään yllä aivojen verenkiertoa ja oikeaa verenpainetta sydämen sykettä säätelemällä. Positiivinen G nostaa sykettä ja negatiivinen G laskee sitä. Tämä tapahtuu kuitenkin viiveellä, mistä seuraa suoranaisten oireiden lisäksi erilaisia ilmiöitä.

G-sietokyky

Henkilökohtaiset erot G-sietokyvyssä ovat suuria. Harjaantuminen G-sietokyvyn suhteen on mahdollista. Koska G-voimien vaikutukset liittyvät aivojen hapensaantiin, G-sietokyky heikkenee korkealla lennettäessä. Yllättävää kyllä, kestävyysjuoksijan kunto todennäköisesti ei paranna G-sietokykyä, vaan saattaa jopa huonontaa sitä. Tämä johtuu kestävyysjuoksijan alhaisesta leposykkeestä, verenpaineesta ja siitä, että rasi- tuksessa hänen sykkeensä nousee hitaasti.

Suuri positiivinen G

Positiivisten G-voimien vaikutusta ihmiseen on tutkittu laajasti sentrifugitutkimuksilla. Hetkellisesti ihminen kestää hyvinkin suuria positiivisia G-voimia. Kun kiihtyvyys jatkuu muutaman sekunnin, ihmiselle alkaa ilmaantua seuraavanlaisia oireita (tyypillisiä G-arvoja):

- 3 - 4 G tunnelinäkö (tunnel vision), näön sumeneminen (grey-out)
- 4 - 5 G näön pimeneminen kokonaan (black-out), joillakin henkilöillä tajuttomuus samanaikaisesti
- yli 5 G tajuttomuus, G-LOC (G-induced loss of consciousness); tämä aiheuttaa yleensä vähintään toimintakyvyttömyyden 20 - 30 s sekä muistinmenetyksen ja johtaa usein onnettomuuteen.

Pitkäaikaisen selkälennon jälkeen oireet ilmaantuvat erittäin helposti, koska selkälennon aikana syke on laskenut ja elimistöltä menee pidempi aika reagoida positiiviseen G-voimaan. Positiivisen G:n vaikutusta voidaan pienentää alaruumista jännittämällä ja hengittämällä ulos raskaasti ja hitaasti. Hengitystä ei kuitenkaan saa pidättää. Vaikutusmekanismi ilmeisesti on paineen kasvu keuhkoissa, jolloin vereen liukenee enemmän happea.

Erittäin nopeassa ja lyhytaikaisessa tapahtumassa (kuten nopeassa vaakakierteessä) todellinen, G-mittariin rekisteröityvä G-määrä on myös tuntumaan verrattuna yllättävän suuri. Epätieteellisesti selittyä aivoihin varastoitunut happi suojelee hetkellisiltä G-voimilta. Vastaavasti pitkäaikaisena jopa 2 - 3 G voi aiheuttaa tajuttomuuden ilman ennakkovaroitusta, samoin runsaasti G-voimia sisältävä liikesarja, jossa yksikään liike sinänsä ei aiheuta oireita

Suuri positiivinen G aiheuttaa tajuttomuuden siksi, että aivot eivät saa riittävästi happea. Tajuttomuus ei ole yleensä ongelma purjetaitolennessa, koska kiihtyvyydet ovat lyhytaikaisia, paitsi jos menetät koneen hallinnan tai ehkä taitolentokilpailutasolla.

Suuri negatiivinen G

Negatiivisten G-voimien vaikutusta ihmiseen ei ole voitu tutkia kovinkaan tarkoin, ainakaan läntisessä maailmassa. Koehenkilöt ovat kokeneet ne niin epämiellyttäväksi, että kokeet on pitänyt keskeyttää alkuunsa. Oireiden tiedetään ilmaantuvan osapuulleen seuraavassa järjestyksessä: näön punertuminen (red-out) (syytä ei tiedetä tai aina-

kin siitä kiistellään), kipu päässä, verenpurkauma esimerkiksi silmässä (vaatii toipumista) ja tajuttomuus.

Suuri negatiivinen G aiheuttaa tajuttomuuden, kun syke laskee liian alas. Tämäkään ei yleensä ole ongelma purjetaitolennessa paitsi jos menetät koneen hallinnan tai ehkä taitolentokilpailutasolla.

/LÄHDE: FAA AC 91-61/

Nämä tiedot on kerätty 1 000 laivaston ohjaajalta ja lentävään henkilöstöön kuuluvalta ja niihin liittyvä kiihtyvyyden kasvunopeus on noin +1 G sekunnissa - nopeus, joka hyvinkin voidaan kohdata siviilitaitolentoliikkeissä.

Taulukko 1. - +G_Z-sietokyvyn kynnyksarvot

Oire	Keskimääräinen kynnyksarvo	Keskijajonta	Vaihtelualue
Sumeneminen	4.1G	+ 0.7G	2.2 ... 7.1G
Pimeneminen	4.7G	+ 0.8G	2.7 ... 7.8G
Tajuttomuus	5.4G	+ 0.9G	3.0 ... 8.4G

5 HYVÄ ILMAILUTAPA

Yleisiä ohjeita

Käytännössä hyvä ilmailutapa tarkoittaa purjetaitolennessa muun muassa seuraavia asioita:

Hanki pätevän opettajan antama taitolentokoulutus. Teorian itseopiskelu on suotavaa, mutta mikään itseopiskelu tai teoreettinen tieto ei voi korvata kaksipaikkaisella purjelentokoneella annettua lentokoulutusta.

Harjoittele kurinalaisesti ja tavoitteellisesti. Päätä etukäteen, mitä aiot harjoitella äläkä improvisoi, mutta ole kuitenkin valmis muuttamaan suunnitelmiasi, jos olosuhteet, esimerkiksi sää tai muu liikenne sitä vaativat. Taitolento-ohjelmien harjoittelu opettaa enemmän kuin yksittäisten liikkeiden harjoittelu.

Ole valmis ottamaan vastaan kritiikkiä. Taitolentosuoritusta on mahdotonta arvioida tarkasti ohjaamosta käsin. Ulkopuolisen ”tuomarin” arvostelu on välttämätön, jotta saisit tietää kuinka hyvin osaat. Yksin puurtamalla edistyminen on hidasta tai olematonta.

Aseta itsellesi minimikorkeus ja pidä siitä kiinni. Minimikorkeus harjoittelussa voi olla aluksi esimerkiksi 600 m, taitojen ja suoritusvarmuuden kehittyessä 500 - 400 m. Harjoittele vaikeammat liikkeet korkealla.

Turhanpäiväinen näyttäminen tai pinnoissa räimiminen eivät kuulu kurinalaiseen taitolennon harjoitteluun (luvalliseen lentonäytökseen harjoittelu ei ole turhanpäiväistä, ja näytösohjelmaan kuuluva turvallinen ohilento on todella harjoiteltava etukäteen, mutta tässä kirjasessa ei käsitellä näytöslentoja).

Jos olet ylikuormittanut konetta, kerro siitä muille ja kirjaa tapahtumat matkapäiväkirjaan. Asiantuntevan henkilön on tarkastettava epäillyt vauriot ja viat. Tarkastukset ja niiden tulos on kirjattava matkapäiväkirjaan ennen lentotoiminnan jatkamista.

Pidä huolta ravitsemustilastasi ja nestetasapainosta. Varaa mukaan juomaa.

Noudata kerhon ja lentopaikan sääntöjä.

Vältä harjoittelua lentopaikan päällä, jos siellä on muuta liikennettä. Älä kuitenkaan ajaudu liian kauaksi tai etäällä kentästä liian alas.

Vältä taitolentoa pitkän termiikkilennon jälkeen.

Vältä taitolentoa kylmissä olosuhteissa. Jo pikkupakkanen voi haurastuttaa lujitemuovirakenteisen purjelentokoneen gelcoat-pinnan ja yhdistettynä taitolennon kuormitukseen voi saada aikaan pinnan säröytymisen.

Älä lennä taitolentoa sateessa, huonon näkyvyyden vallitessa tai hyönteisten likaamalla, muutoin likaisella tai märällä tai jäätyneellä koneella.

Älä lennä taitolentoa puuskaisessa säässä. Harjoittele nostojen välisillä riittävän laajoilla rauhallisilla alueilla. Jos alueella on voimakkaita (3,5 - 4 m/s) nostoja tai laskevia, on kaikkialla ehdottomasti vältettävä suuren aloitusnopeuden tai suuren G-määrän vaativia liikkeitä (kuten Immelmann tai puolisilmukka selkälentoon).

Älä lennä taitolentoa huonoina päivinä, vaikka nimellisesti olisitkin kunnossa. Jos sinusta tuntuu, että tänään ei huvita lentää, älä lennä. Jos olet juuri toipunut sairaudesta, tai jos sinulla on huolia tai olet muutoin stressaantunut, elimistösi on jo valmiiksi rasittunut. Taitolento rasittaa sitä entisestään.

Ennen lentoa

Tee purjelentokoneelle ennen lentoa huolellinen päivätarkastus, puhdista ohjaamo imuroimalla ja poista irtoesineet. Vaikka purjelentokoneella olisi lennetty juuri äsken, tarkasta, että se on koottu oikein. Tarkasta erityisen kriittisesti akun luotettava kiinnitys. Happipullon mukana olo ei ole suotavaa.

Tarkasta myös oma varustuksesi kriittisesti. Taskuista ei saa näet pudota mitään, esimerkiksi kolikoita. Tyhjätasku on siis huoleton.

Ennen taitolentoharjoitusta

Tee taitolentoharjoitusta edeltävä ohjaamotarkastus (voit käyttää tarkistuslistaa).

Trimmaa kone sopivalle nopeudelle (esimerkiksi 150 km/h) ennen taitolentoliikkeiden aloitusta. Trimmausta ei muuteta liikkeiden aikana. Jos koneessa on laipat, aseta laipat taitolentoasentoon. Myöskään laippa-asetusta ei muuteta liikkeiden aikana.

Tarkasta ilmatila joka kerralla ennen taitolentoharjoitusta huolellisesti, erityisesti alapuolella, aina juuri ennen harjoitusta.

Ilmoita aikomuksistasi harjoitella taitolentoa vähintään radiolla, sovi mielellään taitolentoharjoituksesta muiden kanssa jo maassa. Älä kuitenkaan oleta, että olet varannut ilmatilan omaan käyttöösi ilmoituksella. Taitolentoa lentävän on varmistauduttava, ettei aja muiden päälle.

Esimerkki: ”OH-1234 harjoittelee taitolentoa voimalinjan päällä neljä kilometriä Räyskälän kentästä Vojakkalan kylän suunnassa. Aloituskorkeus 1200 metriä ja pysytelen yli 600 metrissä”.

Taitolentoharjoituksen aikana

Tarkkaile ilmatilaa jatkuvasti varmistaaksesi, ettei synny yhteentörmäysvaaraa. Tämä on tärkeää kaikessa purjelennossa, mutta taitolennossa se korostuu, koska ilmatilan tarkkailu vaativaa suoritusta tehtäessä on niin paljon vaikeampaa. Kun ohjaajan työkuorma kasvaa, tarkkaavaisuus alenee dramaattisesti. Harjoituksen ja kokemuksen myötä työkuorma vastaavasti pienenee ja tarkkaavaisuus paranee, mutta kokeneetkin taitolentäjät voivat joutua muun liikenteen yllättäviksi.

Tämän kompensoimiseksi on käytettävissä muutamia keinoja. Suunnittele taitolentohjelmaan keskeytys, tarkasta ilmatila ympärilläsi uudelleen huolellisesti ja jatka ohjelmaa vasta tämän jälkeen. Harjoittele sellaisina aikoina, että muu liikenne lentopaikan läheisyydessä on mahdollisimman vähäistä. Vältä harjoittelua hinausruuhkan aikana. Harjoittele sellaisella alueella, jossa on mahdollisimman vähän muuta liikennettä (tämä voi tosin tarkoittaa, että kyseisellä alueella on laaja laskeva tai se on ikävästi tuulen alapuolella lentopaikkaan nähden).

Tarkkaile korkeutta. Jos lentopaikalla on hinaustoiminta käynnissä, pysyttelevä selvästi hinauskorkeuden yläpuolella. Tarkkaile myös nopeuksia ja G-määriä vilkaisemalla silloin tällöin mittareita.

Taitolentoharjoituksen jälkeen

Lue viimeistään taitolentoharjoituksen jälkeen G-mittari.

Vielä muutamia pieniä vihjeitä

Kiristä vyöt vielä kerran ja siirrä polkimia 1 - 2 pykälää taemmaksi ennen taitolentoharjoituksen aloittamista.

Selkänojan on oltava sellaisessa asemassa, että varmasti ulotut antamaan täydet ohjainpoikkeutukset, vaikka roikkuisit löystyneiden vöiden varassa pää alas päin.

Jos lentolakissasi on pääläen kohdalla nappi, ota se pois.

6 TAITOLENTOLIIKKEIDEN GEOMETRIA

Taitolentoliikkeet määritellään niiden geometrisen muodon mukaan. Mitä tarkemmin lennetyn liikkeen muoto vastaa ulkoapäin katsottuna ideaalista geometriaa, sitä parempi suoritus. Joissakin liikkeissä tuuli vaikuttaa liikkeen ideaaliseen muotoon ja sen vaikutus pitää siten kompensoida. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että kaikki osuudet, joissa lennetään silmukan kaari, korjataan vasta- tai myötätuulen mukaan. Joissakin liikkeissä ideaalinen muoto taas määritellään koneen pituusakselin asennon mukaan. Näissä liikkeissä ei käytetä tuulikorjausta.

Pituusakselin sijaan pitää puhua niin sanotun nollanostolinjan asennosta, jos halutaan olla tarkkoja. Nollanostolinjan ja rungon pituusakselin välinen ero purjelentokoneessa on tyypillisesti 10 astetta. Esimerkiksi jos kone on pystysuorassa nousussa, sen rungon pituusakselin ja horisontin välinen kulma on 80 astetta.

Sivutuulen vaikutus pyritään kompensoimaan niin, ettei katsoja huomaa sitä. Mutta miten se tapahtuu, onkin jo toinen juttu.

Vaikka kurssin tavoite ei olisikaan kilpataitolento tai muu sellainen, tietyt asiat kannattaa harjoitella alusta alkaen oikein. Näitä asioita ovat niinkin yksinkertaiset asiat kuin linjat ja kaarrot. Taitolentoliikkeiden ideaalinen geometrinen muoto on määritelty kilpailusäännöissä. Taitolentokoulutuksessa kannattaa ilman muuta soveltaa näitä tarkoin mietittyjä määrittelyjä sen sijaan että keksittäisiin uudet.

Taitolentoliikkeet on määritelty ns. Aresti-luettelossa, joka aiemmin oli vapaasti saatavilla FAI:n sivuilta, mutta valitettavasti ei enää. José Luis Aresti Aguirre oli espanjalainen ilmailija ja eversti. Toinen tärkeä lähde on International Aerobatic Club:in (IAC) vuosittain uusittava sääntökirja Official Contest Rules, joka on vapaasti IAC:n jäsenten saatavilla.

7 LINJAT

Vaakalinja

Ensimmäinen taitolentoliike on vaakalinja. Koska purjelentokoneella on mahdotonta lentää täydellistä vaakalentoa tasaisella nopeudella, vaakalinjaksi on määritelty linja, jonka kulma horisonttiin nähden on nollasta kymmeneen asteeseen alas.

Pienellä nopeudella tämä tarkoittaa purjelentokoneella normaalia vaakalentoa tasaisella nopeudella, esimerkiksi 100 km/h. Katse on horisontissa, mutta koneen nokka on tyypillisesti kymmenen astetta alempana.

Suurella nopeudella, esimerkiksi ennen silmukan aloitusta, vaakalinja muodostuu siitä, että nopeus vakautetaan hetkeksi silmukan aloitusnopeuteen ennen kuin veto silmukkaan aloitetaan. Tällainen lyhyt vaakalinja lennetään ennen jokaista taitolentoliikettä ja myös liikkeen jälkeen, toisin sanoen jokaiseen liikkeeseen kuuluu aloituslinja, itse liike ja loppulinja.

Selkälennossakin vaakalinja tarkoittaa lentoa tasaisella nopeudella. Tässäkin tapauksessa katse on horisontissa, mutta koneen nokka on selvästi horisontin yläpuolella ja nopeus on tyypillisesti 150 km/h.

Linja alas 45 astetta

Koulukoneella linja alas on 30 astetta. Kyseessä on tässäkin katseen linja, koneen nokka on kymmenen astetta alempana (nokka on oikeinpäin lennettäessä koulukoneella 40 astetta horisontin alapuolella). On hyvä tapa ottaa liikkeisiin nopeutta linjalla alas.

Laske itse, mikä on nokan oikea asento lentäessäsi selkälennossa linjan alas!¹

Linja ylös 45 astetta

Koulukoneella linja ylös on 30 astetta. Kyseessä on jälleen katseen linja, koneen nokka on kymmenen astetta alempana (nokka on oikeinpäin lennettäessä koulukoneella 20 astetta horisontin yläpuolella). On hyvä tapa ottaa nopeutta pois linjalla ylös aina kun harjoitus keskeytetään tuumimista varten tai kun on lennetty viimeinen liike.

Laske itse, mikä on nokan oikea asento lentäessäsi selkälennossa linjan ylös!²

Pystylinja

Pystylinja on pystysuora niin koulukoneilla kuin taitolentoon erityisesti suunnitelluilla purjelentokoneillakin. Pystylinjoja on kaksi: ylös ja alas. Pystysuora asento voidaan tarkistaa siivenkärjestä. Ulkoapäin katsottuna runko ei ole täysin pystyasennossa.

Koulukoneella ei lennetä pitkiä pystylinjoja. Riittää, kun linja näytetään, eli vakauteen asento hetkeksi.

8 KAARTO

Taitolentokaarrossa kallistus on tasan 60 astetta nopeudesta riippumatta. Kaartaminen aloitetaan vasta, kun tämä kallistus on saavutettu. Huomaa, että aivan pienellä nopeudella kaarta ei voi lentää.

9 KOULUTUKSEN VAIHEET (EHDOTUS)

Jo sen taidon saavuttaminen, että voi turvallisesti lentää kaikki liikkeet, jotka esimerkiksi ASK-21:llä ovat mahdollisia lentää, vaatii paljon harjoitusta. Monet eivät kuitenkaan edes tavoittele tällaista taitoa. Taitolentokoulutus voidaan ja kannattaakin jakaa eri vaiheisiin. Joillekin voi riittää taitolentoon tutustuminen, toisin sanoen että saa kokeilla turvallisesti taitolentoa purjelentokoneella ilman suurempia tavoitteita. Toisaalta kokemus on osoittanut, että pätevä opettajan johdolla on mahdollista saavuttaa yhdessä lentokaudessa tai jopa muutaman intensiivisen päivän aikana ”vaativan taitolennon loppukokeen” taso.

Suuntaa antavana arviona vaativan taitolennon loppukokeen taso vaatii viisi lentotuntia tai 20 lentoa.

¹ Vastaus: nokka on 20 astetta horisontin alapuolella

² Vastaus: nokka on 40 astetta horisontin yläpuolella

Tutustuminen taitolentoon

Linjat
Kaarto
Silmukka
Heilurikäännös
Nousukäännös (Chandelle)

Pystykäännös kokeillaan

Lentojen ohjelma on suuntaa antava.

Ensimmäinen lento

Linjat
Kaarto
Silmukka
Heilurikäännös
Nousukäännös

Demo: pystykäännös

Toinen lento

Edellisen kertaus
Kokeillaan pystykäännös

Demo: selkälento

Kolmas lento

Edellisen kertaus

Demo: vaakakierre

Neljäs lento

Lennetään helppo taitolento-ohjelma.

Vaihtoehto: opettaja lentää demona vaativamman ohjelman.

Perustaitolento

Linjat
Kaarto
Heilurikäännös ja -kahdeksikko
Nousukäännös
Silmukka
Pystykäännös
Syöksykierre (syöksykierrekoulutus voidaan lentää erikseen)

Mahdollista lentää **perustaitolennon koe** tai oma taitolento-ohjelma opettajan toimiessa varmistusohjaajana tai yksinlentona.

Vaativa taitolento

Osa 1

Hätäoikaisut
Vaakakierre
Puolivaakakierre selkälentoon/selkälennosta
Selkälento
Puolisilmukka selkälentoon/selkälennosta

Mahdollista lentää **vaativan taitolennon välikoe** opettajan toimiessa varmistusohjaajana tai yksinlentona.

Osa 2

Selkäkaarto
Split-S
Immelmann
Kuubalainen kahdeksikko
Käänteinen kuubalainen kahdeksikko

Vaativan taitolennon loppukoe: harjoitellaan sveitsiläisen mallin mukainen vaativa taitolento-ohjelma ensin opettajan toimiessa varmistusohjaajana, sitten ohjelma esitetään yksinlentona opettajan seurattuna suoritusta maasta käsin.

LÄHTEITÄ

Les Horvath: Sailplane Aerobatics. L. Horvath 1985

Peter Mallinson & Mike Woolard: The Handbook of Glider Aerobatics. The Crowood Press 1999

Aresti Aerobatic Catalogue (Condensed), Glider. Aresti System S.L.

Official Contest Rules. International Aerobatic Club (IAC)

A Hazard in Aerobatics: Effect of G-forces on Pilots
Advisory Circular AC No: 91-61. Federal Aviation Administration 1994