

SUOMALAISTEN ULTRAKEVYIDEN LENTOKONEIDEN TARKASTUSKÄSIKIRJA

Muutos 1, 12.6.2003

ESIPUHE

Tämä käsikirja on laadittu harrastekatsastajille tarkastusohjeeksi Suomessa kaupallisesti rakennettavien ja myytävien ultrakevyiden lentokoneiden tyyppitarkastuksiin. Tarkastuskäsikirjassa määritellään ne lentokelpoisuusvaatimukset, jotka kaupallisesti valmistettavan ultrakevyen lentokoneen tai sen osan on ilmailumääräyksessä AIR M5-1 asetettujen lentokelpoisuusvaatimusten lisäksi täytettävä. Kaupallisesti valmistettavalle ultrakevyelle lentokonetyypille tai yli 50% valmistusasteen ylittävälle rakennussarjalle on tehtävä tyyppitarkastus ilmailumääräyksen AIR M5-10 mukaisesti ennen kuin ao. UL-lentokonetyyppi voidaan hyväksyä Suomessa.

Tarkastuskäsikirjan ohjeita suositellaan noudatettavaksi, myös harrasterakennettavia ultrakevyitä lentokoneita ja muita harrasterakennettavia lentokoneita rakennettaessa ja tarkastettaessa.

Käsikirjan sisältö perustuu yhteiseurooppalaisiin purjelento- ja moottoripurjelentokoneiden lentokelpoisuusvaatimuksiin - Joint Airworthiness Requirements, JAR-22. Mainituista lentokelpoisuusvaatimuksista on tässä tehty sovellus ultrakevyitä ja harrasterakennettuja lentokoneita varten. Jako pykäliin tai momentteihin noudattaa samaa järjestelmää kuin JAR-22:ssa. Tarkastuskäsikirjan pohjana on JAR 22:n lisäksi pidetty ruotsalaisten 22.4.1983 julkaisemaa ultrakevyiden lentokoneiden tarkastuskäsikirjaa ja saksalaisten rakennevaatimuksia ultrakevyille lentokoneille Bauvorschriften für Ultraleichtflugzeuge (BfU) Deutschen Aero Club e.V. 12. October 1995 sekä englantilaisten rakennevaatimuksia ultrakevyille lentokoneille Section - S CAP 482 Small Light Aeroplane March 1983 että kanadalaisten Design Standard For Ultra-Light Aeroplanes TP 10141 May 15th 1990.

Tarkastettaessa maahantuotavaa UL-lentokonetta, jolla on muun maan ilmailuviranomaisen tai sen valtuutetun organisaation myöntämä tyyppitodistus, voidaan tarkastus perustaa tiedossa oleviin rakennevaatimuksiin ja dokumentoituihin kokemuksiin, mikäli hyväksynnän antaneessa maassa on ultrakevyille lentokoneille samankaltaiset lentokelpoisuusvaatimukset (kts. edellämainitut lentokelpoisuusvaatimukset). Koska ultrakevyiden lentokoneiden rakenneratkaisut voivat vaihdella alkuperämaan mukaan, ei maahantuotavan tyyppitarkastettavan ultrakevyen lentokoneen tarvitse täyttää tämän tarkastuskäsikirjan vaatimuksia kirjaimellisesti, joten kirjaa käytetään tällöin lähinnä ”oppaana” ultrakevyiden lentokoneiden ominaisuuksia tarkastettaessa.

Muutos 1

Tämän käsikirjan 1. muutokseen on lisätty kohta 181, joka jätettiin ensimmäisestä versiosta pois, kun luultiin sen olevan erittäin harvinainen. Näin ei kuitenkaan ole, ja ilmiön vaarallisuuden takia tämä kohta on nyt mukana. Kohdan 177 vaatimus on muutettu JAR-22 mukaiseksi. Kohtaan 233 on lisätty vaatimus vesikoneen hallinnasta rullauksen aikana. Kohdan 423-443 tekstiä on muutettu ymmärrettäväksi ja kuormitusvaatimusta yksinkertaistettu. Kohtaa 1193 on muutettu käytännön mukaiseksi. Kohtia 612, 971-995 ja 1529 on tarkennettu vastaavaan voimassa olevia lentokelpoisuusmääräyksiä. Lisäksi vähäisiä kirjoitusvirheitä on korjattu.

Vantaa 24.12.2002

Aki Suokas
Suomen Ilmailuliitto ry

Markku Hiedanpää
Lentoturvallisuushallinto

Tarkastusohjeet on hyväksytty Lentoturvallisuushallinnossa 12.6.2003.

Erilaisille nopeuksille käytettäviä symboleja

Allaolevassa nopeustermit ovat yleisesti käytössä olevia englanninkieleen perustuvia lyhenteitä. Luettelossa on termejä, jotka koskevat yksimoottorisia lentokoneita.

v_A	suunnittelun liikehtimisnopeus
v_B	suunnittelun puuskaisen sään nopeus
v_C	suunnittelun matkanopeus
v_D	suunnittelun syöksynopeus
v_F	suunnittelun laippanopeus
v_{FE}	suurin nopeus laipat poikkeutettuna
v_H	suurin vaakalentonopeus suurimmalla jatkuvalla teholla
v_{LE}	suurin nopeus laskuteline ulkona
v_{LO}	suurin nopeus jolla laskutelinettä saa liikutella (sisään tai ulos)
v_{IAS}	mittarinopeus, eli mittarin näyttö
v_{CAS}	kalibroitu mittarinopeus, v_{IAS} jolle on suoritettu muut kuin tiheyskorjaus
v_{EAS}	ekvivalentti nopeus, v_{TAS} ilman että kokoonpuristuvuuden aiheuttamaa virhettä on korjattu
v_{TAS}	tosi-ilmanopeus
v_{NE}	suurin sallittu nopeus
v_S	sakkausnopeus tai pienin tasainen nopeus jolla lentokone on hallittavissa
v_{S0}	sakkausnopeus tai pienin tasainen nopeus laskeutumisasussa
v_{S1}	sakkausnopeus tai pienin tasainen nopeus tietyllä asulla
v_X	parhaan nousukulman nopeus
v_Y	parhaan kohoamisnopeuden (ilma-)nopeus

SISÄLLYS

ESIPUHE	2
Erilaisille nopeuksille käytettäviä symboleja	3
SISÄLLYS	4
A YLEISTÄ.....	5
B LENTO-OMINAISUUDET	5
Suoritusarvot	5
Ohjausominaisuudet	5
Vakavuus	6
Sakkaus.....	6
Käsittelyominaisuudet maassa.....	6
Muut lento-ominaisuudet.....	7
C RAKENNE	7
Lentokuormat	7
Ohjainjärjestelmien kuormat	9
Ohjainpintojen kuormat.....	9
Maa- /vesikuormat.....	10
Pakkolaskutilanteet.....	10
D SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN.....	10
Ohjausjärjestelmät	12
Laskutelineet	13
Ohjaajan paikka.....	13
E MOOTTORIN ASENNUS.....	14
Polttoainejärjestelmä	14
Öljyjärjestelmä	15
Pakokaasujärjestelmä	15
Sytyskytkimet.....	15
Moottorin apulaitteet	15
Sytytysjärjestelmä.....	15
Moottorin palonesto	15
F VARUSTEET.....	15
G KÄYTTÖRAJOITUKSET.....	16
Experimental merkintä	17
Kansallisuus- ja rekisteritunnukset.....	17
H MOOTTORI	17
Moottori.....	17
Voimansiirto	18
J POTKURI	18

A Yleistä

1. Tämän käsikirjan rakennevaatimukset on laadittu ensisijaisesti koskemaan sellaisten ultrakevyiden lentokoneiden rakennetta ja tarkastusta, jotka ovat Suomessa suunniteltuja ja rakennettuja ja joille halutaan suomalainen tyyppitodistus AIR M5-10 mukaisesti. Tämä määräys määrittelee myös muut edellytykset, jotka kauppallisesti valmistettavan UL-lentokoneen on täytettävä.
 - Tarkastuskäsikirjan kohdat, ** merkityin osin on osoitettava täyttyneeksi asiakirjoilla (piirustukset, lujuslaskut, koekuormitusselostus, koelentokertomus, jne).
 - Tarkastuskäsikirjan kohdat, * merkittyjen kohtien tavoitteesta voidaan poiketa, mikäli lentoturvallisuustaso ei heikkene. Poikkeus on perusteltava tyyppitarkastuskertomuksen yhteenvedossa. Tyyppitarkastuksessa voidaan asianomaisen kohdan tavoitteiden täyttyminen arvioida ja sen perusteella todeta onko saavutettava lentoturvallisuustaso riittävä.
 - Tähdellä merkitsemättömät kohdat ovat suosituksia.
- 2.** Ultrakevyet lentokoneet kuuluvat erityislaatuina ilma-aluksina koe- ja harrasteluokkaan (experimental). Rakennevaatimukset on laadittu vain normaalia lentämistä silmälläpitäen, minkä vuoksi taitolento ei ole sallittua tämän ohjeen vähimmäisvaatimusten mukaisesti rakennetuille ultrakevyille lentokoneille. Ultrakevyestä lentokoneesta käytetään jäljempänä lyhennettä lentokone tai UL-lentokone. Erillisillä selvityksillä voidaan UL-lentokoneen hyväksyä muuhunkin kuin normaaliluokkaan. Tällöin on esitettävä riittävät selvitykset siitä, että UL-lentokone täyttää rajoitetun taitolento- tai taitolentoluokan vaatimukset.
- 3.** UL-lentokoneen kuormattavuuden on oltava 175 kg kaksipaikkaisilla ja 95 kg yksipaikkaisilla UL-lentokoneilla. Tämä tarkoittaa sitä, että tarkastettavan UL-lentokoneyksilön on tyhjämassaan sisältyvä ilmailmämääräyksen OPS M2-8 mukainen minimivarustus asennettuna oltava kuormattavissa kuten edellä on esitetty. Tyhjämassaan ei tarvitse lukea kuuluvaksi lentämisen kannalta vähemmän tarpeellista lisävarustusta, kuten ylimääräistä mittari- ja radiovarustusta, pyöräsuojia, valoja, istuinpehmiöitä tai muuta vastaava lisävarustusta. Lentokoneen on täytettävä kaikki tarkastusvaatimukset ilman näitä varusteita. UL-lentokoneen punnituksessa ja massantarkkailussa on otettava huomioon, että edellä mainitut lisävarusteet luetaan UL-lentokoneen perusmassaan ja niiden asentaminen pienentää kuormattavuutta.

B Lento-ominaisuudet

- 21** **Yleistä** - Lento-ominaisuuksia koskevat vaatimukset on voitava näyttää toteen koelentoilla, jotka on suoritettava asetettujen raja-arvojen ja lentoasujen puitteissa.
- 23** **Kuorman jakautuminen** - lentomassa- ja massakeskiöalue, jolla konetta voidaan turvallisesti lentää, on määritettävä. Koelentojen on katettava etummainen ja takimmainen massakeskiöasema.
- 25** **Massarajat** - Maksimi- ja minimikuorma, sekä mahdollinen tasapainoitusmassa on määritettävä, ottaen huomioon kuormituskerroin ja kuorman jakautuminen.
- 29** Tyhjämassa ja vastaava massakeskiöasema on todettava punnitsemalla.

Suoritusarvot

- 45* Ilmoitettujen suoritusarvojen on vastattava maksimilentopainoa ja standardi-ilmakehää.
- 49** Sakkausnopeus V_{S1} on määritettävä yhdelle tai useammalle lentoasulle. Sakkausnopeus V_{SO} on sakkausnopeus laskuasussa, maksimimassalla, kriittisimmällä massakeskiö asemalla ja moottori tyhjäkäynnillä.
- 51 Lentoonlähtöominaisuudet eivät saa vaatia poikkeuksellista ohjaajan taitoa eikä erityisen suotuisia olosuhteita. Nousukulma irtoamisen jälkeen ei saa olla pienempi kuin 1:20.

Ohjausominaisuudet

- 143** **Yleistä** – Lentokonetta on voitava ohjata turvallisesti ja sillä on voitava liikehtiä turvallisesti kaikissa suunnitelluissa lentotiloissa. Lentokoneella on oltava mahdollista siirtyä lentotilasta toiseen ilman, että se vaatii poikkeuksellista taitoa, valppautta tai voimaa missään todennäköisessä käyttötilassa. Ohjainvoimat eivät saa olla käänteisiä normaaleissa lentotiloissa.
- 145* Nopeuden ollessa lähellä sakkausnopeutta on oltava mahdollista lisätä nopeutta, nokkaa laskemalla. Tämä on voitava osoittaa kaikilla tehoasetuksilla ja lentoasuilla. Lentokoneen lentoasua on voitava muuttaa ilman erityistä taitoa tai voimaa vaativia ohjainliikeitä.

- 147 Lentokonetta on voitava kallistaa 30 asteen kaarosta 60 astetta kaartosuunnan vaihtamiseksi päinvastaiseksi lentonopeudella $1,3 V_{SI}$ alle 5 sekunnissa kaikilla lentoasulla ilman epänormaaleja sivuvaikutuksia.
- 153* Lentokoneella on voitava suorittaa normaali lasku laskeutumisasussa ilman erityistä taitoa tai voimia vaativia ohjausliikkeitä.
- 161* Jos lentokoneessa on trimmilaitteet, on trimmivoimat pystyttävä voittamaan ensisijaisilla hallintalaitteilla sallitulla nopeusalueella.

Vakavuus

- 173** **Staattinen pituusvakavuus** - Jos korkeusohjain säädetystä (trimmatusta) lentotilasta viedään eteenpäin tai taaksepäin, tulee lentonopeuden kasvaa tai vastaavasti pienentyä. Kun korkeusohjaimen annetaan hitaasti palata omaan asentoonsa, tulee lentokoneen palata lähelle säädettyä lentonopeutta. Tämän tulee toteutua eri tehoasetuksilla ja laippojen asennoilla ja pienimmällä tasaisella nopeudella jolla lentokone on hallittavissa.
- 177* **Staattinen suunta- ja kallistusvakavuus** - Jos säädetystä lentotilasta suunta- tai kallistusohjainta poikkeutetaan, syntyvän luisun/kallistuksen pitää kasvaa ohjaimen poikkeutuksen kasvaessa. Suuntaohjaimen vapauttamisen jälkeen luisun jyrkkeneminen pitää pystyä lopettamaan kallistusohjaimella. Kallistus- tai suuntaohjaimen suurilla poikkeutuksilla saa esiintyä voimien kääntymistä, jos ne eivät vaadi poikkeuksellista ohjaajan taitoa tai voimaa.
- 181* **Dynaaminen vakavuus** - Kaikkien lyhytjaksoisten värähtelyiden, poislukien kallistus-suunta värähtelyn (Dutch-roll), on oltava vaimenevia kaikilla lentoasuilla ohjaimet vapaana ja kiinnitettynä.

Sakkaus

- 201** **Sakkaus vaakalennosta** - Sakkaus on tehtävä hitaalla nopeuden pienentämisellä, kunnes sakkaus ilmenee ohjaamattomana nokan painumisena tai kallistusliikkeenä, tai kunnes korkeusohjaimen takarajoitin on saavutettu. Mikäli lentokoneella ei ole havaittavissa selvää sakkausta, on sakkausnopeus se lentonopeus, jolla lentokone on vielä ohjattavissa ja vajoaa 4 m/s (800 ft/min) ilman moottoritehoa. Yli 30 asteen kallistus on voitava estää ohjainten normaalilla käytöllä. Lentokoneella ei saa olla taipumusta hallitsemattomaan syöksykierteeseen. Vähäinen luisto tai kallistuma ei saa vaikuttaa sakkausominaisuuksiin. Korkeuden menetys sakkauksen aikana mitataan ohjaamattomasta nokan painumisesta siihen hetkeen, kun vaakalento saavutetaan normaaleja ohjainliikkeitä käyttäen. Sakkauskokeet on suoritettava kaikilla lento-ohjekirjaan merkittäväksi aiotuilla lentomassoilla ja massakeskiöasemilla, normaaleilla lentoasuilla ja lentoasussa kyseeseen tulevilla moottoritehoilla. Sakkausnopeus voidaan määrittää Suomen Ilmailuliitto ry julkaiseman ohjeen tai muulla (yhtä tarkalla) vastaavalla menetelmällä.
- 203* **Sakkaus kaarossa** - Lähtökohtana on kaarto 30 asteen kallistuksella ja sakkauksen on tapahduttava samoin kuin kohdassa 201.
- 207* **Sakkausvaroitus** - Lentokoneella on oltava selvä ja tunnusomainen sakkausvaroitus suorassa ja kaartolennossa, kun laskusiivekkeet ja laskutelineet ovat missä tahansa normaalissa asennossa. Sakkausvaroitus voidaan järjestää lentokoneen luonnollisten aerodynaamisten ominaisuuksien avulla tai laitteella, joka antaa selvästi tunnistettavan sakkausvaroituksen.
- 221 **Lentokone ei saa joutua tahattomaan syöksykierteeseen.** Jos lentokone menee syöksykierteeseen, on oikaisemisen tapahduttava kaikilla normaaleilla lentoasulla, sallituilla massakeskiöasemilla ja lentomassoilla yhden kierroksen kuluessa siitä kun ohjaimet on viety takaisin neutraaliasentoon tai kun oikaisuun tarvittavat ohjainpoikkeutukset on tehty. Oikaisutoimenpiteet voidaan aloittaa yhden täyden kierroksen tai kolmen sekunnin kuluttua, kumpi kestää kauemmin, kierteen aloituksesta.

Käsittelyominaisuudet maassa

- 233* Lentokoneen tulee olla tyydyttävästi ohjattavissa ilman, että ohjaajalta vaaditaan poikkeuksellista taitoa tai valppautta laskussa tai rullauksessa. Hallitsematonta kiertotaipumusta maassa tai vedessä ei saa esiintyä 90° sivutuulussa, kun sivutuulen nopeus on 15 km/h. Vesikoneen pitää olla hallittavissa rullauksen aikana kun tuuli on 15 km/h mistä suunnasta tahansa.
- 239 Vesikoneella rullattaessa, lentoonlähdössä tai laskussa veteen roiskevesi ei saa estää vaarallisesti ohjaajan näkyvyyttä, vahingoittaa potkuria tai muuta vesilentokoneen osaa.

Muut lento-ominaisuudet

- 251* Lentokoneen mitkään osat eivät saa värähdellä voimakkaasti (flutteri) missään nopeus- ja tehotilanteessa aina suurimpaan sallittuun nopeuteen V_{NE} asti. Missään normaalissa lentotilassa ei saa ilmetä niin rajua tärinää, että voi syntyä rakenteellisia vaurioita tai lentokoneen hallinta voi tuottaa vaikeuksia.
- 255* Mikäli lentokoneelle haetaan hyväksyntää taitolentoon on lentokoneen täytettävä rajoitetun taitolentoluokan tai taitolentoluokan vaatimukset. Koelennoilla on kokeiltava lentokoneelle hyväksyttäväksi esitettävät taitolentoliikkeet, niiden aloitusnopeudet ja suoritustavat, taitolento-ohjeet on ilmoitettava lento-ohjekirjassa.

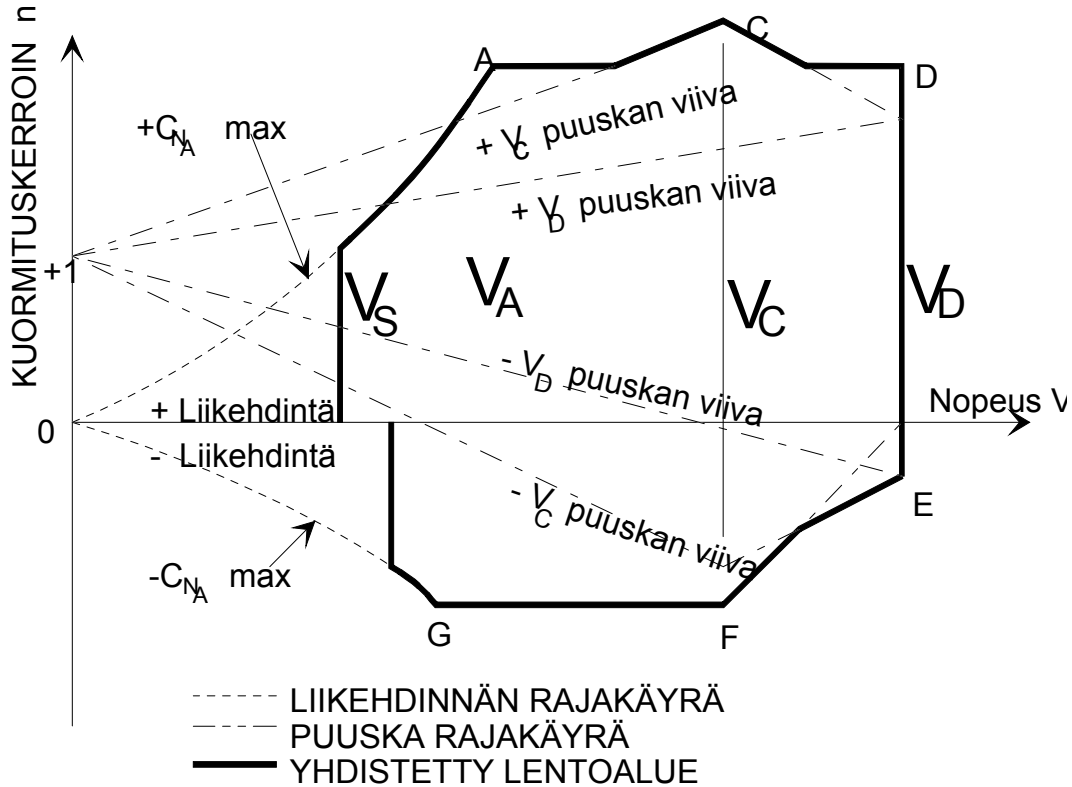
C Rakenne

- 301** **Yleistä** - Rakenteen on kestävä suurimmat käytössä odotettavissa olevat kuormitukset, ns. rajakuormat, ilman pysyvää muodonmuutosta. Rakenteen lujuutta laskettaessa on otettava huomioon seuraavat vaatimukset:
- Rajakuorma on suurin kuorma jonka voidaan ajatella syntyvän lentokoneen käytön aikana. Murtokuorma on rajakuorma kerrottuna vaaditulla varmuuskertoimella.
 - Jos rakenteen joustavuudella on sellainen vaikutus, että se voi vaikuttaa kuormitusten jakautumiseen, on tämä huomioitava.
- 303* Varmuuskerroin on oltava vähintään 1,5 ellei toisin ole määrätty.
- 305* **Lujuus ja muodonmuutos** - Rakenteen on kestävä rajakuormat ilman pysyvää muodonmuutosta. Muodonmuutos rajakuormaan asti ei saa olla haitaksi lentokoneen turvalliselle käytölle.
- 307* Rakenteen kestävyys vaadittavien rajakuormien alaisena eri kuormitustapauksissa on näytettävä toteen. Tämä voi tapahtua laskennallisesti, mikäli voidaan osoittaa että laskentatapa on luotettava kuormituskokeilla tai hyväksytyt tarkastuslaitoksen antamalla todistuksella. Ohjausjärjestelmän kestävyys on aina tositettava kuormituskokeilla.

Lentokuormat

- 321** **Yleistä** - Kuormituskerroin lennolla on nostovoiman ja lentokoneen painon välinen suhde. Kuormituskerroimien sekä lentokoneen massan ja massakeskiöaseman raja-arvot tulee ilmoittaa seuraavassa esitetyn perusteella. Kuormituskerroin on positiivinen silloin kun aerodynaaminen voima vaikuttaa ylöspäin lentokoneeseen nähden.
Kokeissa ilmakehän olosuhteiden tulee olla lähellä keskimääräistä merenpintaa vallitsevia olosuhteita.
- 331* **Symmetriset lentotilat** - Lentotilojen katsotaan olevan symmetrisiä kohtien 333-345 määrittelemissä tapauksissa. Laskettaessa kuormituksia tulee ottaa huomioon tasapainottavat pyrstökuormat ja massavoimat.
- 333* **Lennon rajakäyrä:**
- a) Lennon rajakäyrä on lennon kuormitusolosuhteita kuvaava verhoikäyrä, joka on määritetty pykälien 333 - 341 mukaisin liikehtimis- ja puuskakriteerein. Esimerkki kuvassa 1.
On voitava osoittaa, että lentokonetta voidaan käyttää turvallisesti kaikilla lennon rajakäyrän määrittämällä lentonopeuden ja kuormituskertoimen yhdistelmillä.
 - b) Liikehtimisen rajakäyrä määritetään laskusiivekkeet matkalentoasennossa ja ilman mahdollisia lentojarreja.
 - c) Puuskakuormien rajakäyrä määritetään laskusiivekkeet matkalentoasennossa.
 - (1) Suunnittelun puuskaisen sään nopeudella V_B tulee lentokoneen kestää puuska, jonka nopeus $U_{DE} = 15$ m/s ylöspäin (positiivinen) tai alaspäin (negatiivinen) lentosuuntaan nähden.
 - (2) Maksiminopeudella V_D tulee lentokoneen kestää puuska jonka nopeus on $U_{DE} = 7,5$ m/s ylöspäin (positiivinen) tai alaspäin (negatiivinen) lentosuuntaan nähden.
- 335* **Suunnittelun ilmanopeudet** - Valitut suunnittelun ilmanopeudet ovat kalibroituja mittarinopeuksia (CAS).
- Suunnittelun liikehtimisnopeus $V_A = V_{S1} \times \sqrt{n}$, jossa V_{S1} = sakkausnopeus suurimmalla sallitulla lentomassalla, laskusiivekkeiden ollessa neutraaliasennossa ja mahdolliset lentojarrut sisällä; n määritetään kohdassa 337.
 - Suunnittelun laskusiivekenopeus V_F laskuasussa tulee olla vähintään suurempi seuraavista:
 - (i) $1,4 * V_S$ jolloin V_S on arvioitu sakkausnopeus neutraaliasentoisilla laskusiivekkeillä ja suurimmalla lentomassalla.
 - (ii) $2,0 * V_{SF}$ jolloin V_{SF} on arvioitu sakkausnopeus laskusiivekkeet täysin auki ja suurimmalla lentomassalla.

- Suunnittelun laskusiivekenopeus V_F kaikille matkalennoilla käytettäville positiivisille laskusiivekeasenoille on oltava vähintään suurempi seuraavista:
 - (i) $2,7 * V_S$ jolloin V_S on sama kuin yllä.
 - (ii) $1,05 * V_A$
- Kaikille muille laskusiivekeasenoille on V_F oltava yhtä kuin V_D .
- Suunnittelun puuskanopeus V_B ei saa olla pienempi kuin V_A .
- Suunnittelun syöksynopeus V_D ei saa olla pienempi kuin $1,35 * V_H$ jolloin V_H on nopeus vaakalennossa suurimmalla sallitulla moottoriteholla.



Kuva 1. Esimerkki lennon rajakäyrästä puuskasuorineen.

337* Liikehtimisen rajakuormituskerrointen nopeudella V_A on oltava vähintään +3,8 ja -1,5.

341 **Puuskakuormituskerroin** - Puuskakuormituskerroin lasketaan seuraavalla kaavalla (puuskakuormituskerroin on laskettava positiivinen ja negatiivinen arvo). Puuskat tarvitsee ottaa huomioon vain merenpinnan tasalla.

$$n = 1 \pm \frac{0,5 \times \rho_0 \times V \times a \times K_g \times U_{DE}}{mg/S}$$

- jossa ;
- $K_g = 0,88 * \mu_g / (5,3 + \mu_g)$ puuskan muotokerroin
 - $\mu_g = 2 * (m/S) / (\rho * c * a)$ koneen massasuhde
 - U_{DE} = kohdassa 333 c) määrätty puuskanopeus
 - ρ_0 = ilman tiheys merenpinnalla; $1,225 \text{ kg/m}^3$
 - ρ = ilman tiheys tarkasteltavassa lentokorkeudessa [kg/m^3]
 - m = lentokoneen massa [kg]
 - c = geometrinen keskijänne [m]
 - S = siipipinta-ala [m^2]
 - g = painovoiman kiihtyvyys; $9,80665 \text{ m/s}^2$
 - V = lentonopeus [m/s] joka vastaa U_{DE} :tä
 - a = lentokoneen nostovoimakertoimen kaltevuus [1/radiaani]. Voidaan käyttää myös pelkästään siiven tai korkeusvakaajan nostovoimagradiattia kun tarkastellaan pelkästään näitä. Gradientti ei yleensä voi olla $6,283 (=2 * \pi)$ suurempi.

345* Mikäli lentokoneessa on lentojarrut tai laskusiivekkeet, on esim. rakennekuormituksista johtuvat liikehtimisrajoitukset ilmoitettava.

- 347 **Epäsymmetriset lentotilat** - Lentokoneen oletetaan joutuvan niihin epäsymmetrisiin lentotiloihin jotka ilmoitetaan seuraavissa kohdissa 349 ja 351. Tasapainottamattomat aerodynaamiset momentit massakeskiön suhteen on laskettava riittävän tarkalla tavalla ottaen huomioon syntyneet hitausvoimat.
Lentokoneen oletetaan ohjainten käytön jälkeen säilyttävän asentonsa kunnes lisäkuormat ovat saavuttaneet suurimmat arvonsa.
- 349 Lentokone on suunniteltava kallistuskuormille, jotka johtuvat täydestä siivekepoikkeutuksesta nopeudella V_A ja $1/3$ poikkeutuksesta maksiminopeudella V_D , yhdessä kuormituskertoimen kanssa joka on vähintään $+2,533$ tai $-1,0$.
- 351 **Luisu ja suuntaheilahtelu** - Lentokone on suunniteltava kestäämään luisussa ja suuntaheilahtelussa sivuttaisohjainpintoihin kohdistuvat kuormat, jotka ilmoitetaan kohdissa 441 ja 443.
- 361* **Moottorin vääntö**
(a) Moottorin telineen kiinnityksineen on kestättävä:
(1) rajavääntömomentti max. lentoonlähtöteholla ja pyörimisnopeudella kun kuormituskerroin on 3,0.
(2) rajavääntömomentti max. jatkuvalla teholla ja pyörimisnopeudella kun kuormituskerroin on 3,8.
(b) Mäntämoottoreille rajavääntömomentti saadaan kertomalla maksimitehon keskivääntömomentti seuraavilla kertoimilla riippuen sylinteriluvusta:
(1) 1,33 5 tai useammalle sylinterille
(2) 2,0 4 sylinterille
(3) 3,0 3 sylinterille
(4) 4,0 2 sylinterille
(5) 8,0 1 sylinterille
- Esim: Moottori Rotax 503; maksimiteho 37 kW, kampiakselin kierrosnopeus $\omega_{max} = 6800$, vaihteiston välityssuhde $G=2,58$. Potkuriakselin $\omega = 6800/2,58=2636$ rpm. Moottoriasennuksen kokema keskimääräinen vääntömomentti on $M=(37000 \text{ [Nm/s]})/(2636 \cdot 2 \cdot \pi / 60 \text{ [s]})=134$ Nm. Koska moottorissa on 2 sylinteriä => kerroin 4. Mraja=4·134 Nm=536 Nm.
- 363* Moottorin telineen kiinnityksineen on kestättävä kuormituskerroin 1,5 sivusuunnassa. Muiden lentotilojen ei oleteta vaikuttavan sivuttaiskuormiin.
- 371 **Hyrräkuormat** - Moottorin asennuksen tulee kestää ne hyrräkuormat, jotka voivat syntyä max. jatkuvalla teholla yhdessä sallittujen lentotilojen kuormien kanssa.

Ohjainjärjestelmien kuormat

- 395 Ohjainpintojen ja rajoittimien väliset ohjainjärjestelmien osat on suunniteltava kestäämään vähintään kuormia, jotka vastaavat 125 % liikkuvien ohjainpintojen lasketuista saranamomenteista. Laskemisen perustana on käytettävä luotettavia aerodynaamisia tietoja. Missään tapauksessa eivät kuormat saa alittaa 60 % kohdassa 397 ilmoitetuista ohjaajan aikaansaamista kuormista.
- 397* Ohjausjärjestelmät on suunniteltava kestäämään seuraavat ohjaajan aikaansaamat kuormat mekaanisiin rajoittimiin saakka:
- Käsiohjainliike eteenpäin/taaksepäin 350 N - korkeusperäsin, laskusiivekkeet jne.
- Käsiohjainliike sivuille 200 N - esim. ohjaussiivekkeet
- Polkimet erikseen 900 N - sivuperäsin
- Jalkaohjainjärjestelmä on lisäksi suunniteltava kestäämään 1000 N:n samanaikainen kuormitus eteenpäin kummallakin polkimella. Kohdassa 697 on määritetty laskusiivekkeiden ja lentojarrujen kuormitusrajoitukset ohjaajan aiheuttamalle kuormalle.
- Huom: Tässä kohdassa määritetyt kuormitusrajat eivät koske A-luokan ultrakevyitä.
- 399 Kaksoisohjainjärjestelmän on kestättävä ohjainten samansuuntainen tai vastakkaisuuntainen käyttö kun kumpikin ohjaaja aiheuttaa kuormituksen, joka vastaa 75 % kohdassa 397 ilmoitetuista.
- 411* Ohjainjärjestelmän on oltava rakenteeltaan sellainen että sen joustavuus ei vaikuta haitallisesti lento-ominaisuuksiin suurimmilla sallituilla kuormituksilla.

Ohjainpintojen kuormat

- 421** **Tasapainottavat kuormat** - Korkeusohjainpintojen on kestättävä siivestä aiheutuvan, nokkaa alaspäin vääntävän momentin kumoamiseksi tarvittavat, tasapainottavat kuormat kaikilla moottorintehon, laippojen, jarrujen, laskutelineen jne. yhdistelmillä liikehtimisen rajakäyrän rajoittamalla alueella.

423 ja

441** **Liikehtimiskuormat** - Korkeusohjainpintojen on kestettävä ne liikehtimiskuormat, jotka syntyvät täydellä korkeusperäsinpoikkeutuksella aina nopeuteen V_A asti sekä 1/3 poikkeutuksella maksiminopeudella V_D . Sama vaatimus koskee sivuttaisohjainpintoja ja sivuperäsimen poikkeutusta.

425 **Puuskakuormat** - Korkeusohjainpintojen on kestettävä ne puuskakuormat, jotka aiheutuvat seuraavasta kuormituksesta;

$$\bar{w} = 115 + 2,6 \left(n_1 \frac{m}{S} \right) \quad [\text{N/m}^2]$$

jossa: n_1 on liikehtimisen kuormituskerroin
 m on ilma-aluksen suurin sallittu lentoonlähtömassa [kg]
 S on siipipinta-ala [m²]

Kuorma vaikuttaa samansuuruisena ylös ja alaspäin. Kuormitus oletetaan tasan jakautuneeksi korkeusohjaimen pinnalle.

443 **Puuskakuormat** - Suuntaohjainpintojen on kestettävä ne puuskakuormat, jotka aiheutuvat seuraavasta kuormituksesta;

$$\bar{w} = 39 \sqrt{n_1 \frac{m}{S}} \quad [\text{N/m}^2]$$

jossa: n_1 on liikehtimisen kuormituskerroin
 m on ilma-aluksen suurin sallittu lentoonlähtömassa [kg]
 S on siipipinta-ala [m²]

Kuorma vaikuttaa samansuuruisena oikealle ja vasemmalle. Kuormitus oletetaan tasan jakautuneeksi suuntaohjaimen pinnalle.

447 Kohdan 421 korkeusohjainkuormien ja kohdan 441 sivuttaisohjainkuormien yhteisvaikutus on otettava huomioon.

455 Siivekkeiden on kestettävä täysi poikkeutus nopeudella V_A ja 1/3 poikkeutus maksiminopeudella V_D .

Maa- /vesikuormat

477** Laskutelineen ja rakenteen on kestettävä kovia laskuja aiotulle alustalle käytännössä ajateltavissa olevissa asennoissa, sekä normaaleissa rajoissa olevilla kuormituksilla myös yhdelle telineelle. Pystysuoraan vaikuttavien kuormien (määriteltä kohdassa 725) lisäksi on otettava huomioon myös kuormat laskeutumissuunnassa (jarrutus) ja sivusuunnassa (suistuminen - luisu). Vaatimusten täytyminen voidaan tosittaa koekuormituksin, rullauskokein ja koelennoin.

497 Lentokoneissa, joissa on kannuspyörä, tulee kannuksen vääntömomentti takarungossa ottaa huomioon, samoin kuin voimat silloin kun kuormaamattoman lentokoneen perärunko putoaa vapaasti maahan korkeimmasta asennostaan päälaskutelineen ollessa maakosketuksessa. Rakenteen on kestettävä syntyneet kuormat ilman vaurioita.

Pakkolaskutilanteet

561* Lentokoneen on oltava rakenteeltaan sellainen, että se suojaa koneessa olijoita myös pienehköissä onnettomuuksissa, joissa lentokone vaurioituu suunniteltujen kuormien ylittämisen vuoksi. Tukirakenteen, joka kantaa koneessa olijat ja pitää istuinvoiden avulla heidät kiinnitettyinä paikoilleen, on kestettävä seuraavat kiihtyvyydet:

Ylöspäin	4,5 g	Sivuille	3,0 g
Eteenpäin	9,0 g	Alaspäin	4,5 g

Asennusten ja irtaimen varustuksen, joka irrotessaan pakkolaskun ja vaurioitumisen yhteydessä voi vahingoittaa koneessa olijoita, on oltava kiinnitettyinä siten, että ne kestävät samat kiihtyvyydet. Moottorin ja sen kiinnityksen, joka on sijoitettu ohjaamon taakse tai taakse ja yläpuolelle, on kestettävä 15 g kiihtyvyys lentosuuntaan. Siltä varalta että lentokone menee ympäri tasaisella maalla, on lentokoneen rakenteen suojattava koneessa olijat vakavilta vammoilta.

D Suunnittelu ja rakentaminen

601* **Yleistä** - Jos on kyseenalaista, täyttääkö jokin turvallisuudelle tärkeä osa tai yksityiskohta sille asetetut vaatimukset, on vaatimusten täytyminen näytettävä toteen kokeilla.

- 603* Rakenteisiin käytettävien raaka-aineiden sopivuus ja kestävyys on
- a) näytettävä toteen kokemukseen tai kokeisiin perustuen, tai
 - b) oltava tunnettujen normien mukaiset, jotka takaavat, että raaka-aineilla on suunnittelussa käytettyjen arvojen mukaiset lujuus- ja muut ominaisuudet.
- Kantavissa rakenteissa ja ohjainjärjestelmissä on materiaalien oltava ilmailulaatua vastaavia.
- 605* Jos valmistusmenetelmät ovat ratkaisevia tuotteen laadulle (kuten liimaus, hitsaus, lämpökäsittely tai muovimateriaalien kovettaminen) on valmistuksen tapahduttava yleisesti ilmailukäyttöön hyväksyttävissä olevien (esim. materiaalivalmistajan suosittelujen) valmistusmenetelmien mukaisesti.
- 607* Ruuviliitokset ja kaikki mekaaniset liitokset kantavissa osissa sekä ohjausjärjestelmässä ja muissa järjestelmissä, joilla on merkitystä turvallisuudelle, on oltava varmistettuja asianmukaisella tavalla. Liikkuvissa liitoksissa ei varmistus saa olla ainoastaan itsepidättävien mutterien varassa.
- 609* Kaikki kantavat rakenteet tulee riittävässä määrin suojata korroosiota, kulumista, UV-säteilyä ja lahoamista vastaan. Rakenteen kaikkiin osiin on järjestettävä riittävät paineentasausreiät ja kerääntyvän nesteen poistumismahdollisuus.
- 611* Järjestelmien ja rakenteiden, jotka vaativat tarkastuksia ja huoltoa, on oltava suunniteltu ja sijoitettu siten, että niitä voidaan tarkastaa ja huoltaa.
- 612 Jos lentokone on tarkoitettu koottavaksi ja purettavaksi, on rakenteen oltava suunniteltu erikoistietojen puuttumisen aiheuttamaa tahatonta vahinkoa vastaan.
- Mikäli ohjainjärjestelmän kokoonpano on mahdollista suorittaa useammalla tavalla, jännelukat ja kaapelintai työntötangon päätteet on merkittävä maalimerkinnöin tai muulla vastaavalla merkinnällä seuraavasti:
- Vasemmasta siivestä tuleva jännelukko, käyttökaapelin- tai työntötangon päätte ja sen kytkentäkohta ja rungossa olevan käyttövivun varsi: punaisella merkinnällä.
 - Oikeasta siivestä tuleva jännelukko, käyttökaapelin- tai työntötangon päätte ja sen kytkentäkohta ja rungossa olevan käyttövivun varsi: vihreällä merkinnällä.
- 619 **Erikoiskertoimet**
- (a) Kohdassa 303 määrätty varmuuskerroin on kerrottava kohdissa 619b, 621, 623, 625, 657 ja 693 ilmoituilla kertoimilla.
 - (b) Jokainen rakenteellinen osa, jota kohdat 621, 623, 625, 657 ja 693 eivät kata, mutta jonka lujuus on
 - (1) epävarma
 - (2) sellainen, että sen voidaan olettaa huonontuvan käytön aikana ennen normaalia vaihtoa
 - (3) alttiina tuntuville vaihteluille johtuen epävarmoista työtavoista tai tarkastusmenetelmistä, on oltava mitoitettu siten, että ei synny vaurioita puutteellisen lujuuden takia.
 Erikoiskerroin on valittava siten, että se estää osan vaurioitumisen riittämättömän lujuuden vuoksi.
- 621 **Valetut osat** - Valetuille osille käytetään ylimääräistä varmuuskerrointa 2,0.
- 623 **Pintapaineet ja tukipinnat**
- (a) Varmuuskerroin laakeroinneille pultti- tai pinnasaranoissa on 2,0, jotta osa kestäisi seuraavat rasitukset:
 - (1) liike käytön aikana
 - (2) välyksistä johtuvat iskut ja värähtelyt
 - (b) Ohjauspintojen saranointiin ja ohjausjärjestelmiin tulee soveltaa kohtia 657 ja 693.
- 625 **Korvakekerroin** - Korvakkeessa ja sitä ympäröivässä rakenteessa (osille tai päätteille, jotka yhdistävät rakenteellisia osia) on käytettävä:
- (a) Korvakkeessa on käytettävä korvakekerrointa, joka on vähintään 1,15 kaikissa:
 - korvakkeen osissa, kiinnitystarvikkeiden osissa tai liitoksen kosketuspinoissa.
 - (b) Ylimääräistä kerrointa ei vaadita liitoksissa, jotka perustuvat kokemusperäiseen tietoon (kuten jatkuvat liitokset metallilevyissä, hitsausseamit ja viisteliitokset puussa).
 - (c) Korvaketta, joka liittyy ilman erillistä liitosta rakenteeseen, pidetään korvakkeena siihen asti kunnes sen ominaisuudet vastaavat rakenteen ominaisuuksia.
 - (d) Laskuilla, kokeilla tai molemmilla tavoilla on osoitettava, että istuimen sekä turvavöiden kiinnitykset rakenteeseen kestävät kohdassa 561 määrätty hitausvoimat kerrottuna korvakekertoimella 1,33.
 - (e) Jos ohjainpinnat tai laskusiivekkeet on kiinnitetty ainoastaan kahdella laakeroinnilla tulee ne ja niiden kiinnitykset mitoitaa kertoimella 1,5.
- 627 **Väsymislujuus** - Rakenne on suunniteltava siten, että vältetään jännityshuippukohtia, joissa vaihtelevat kuormat saattavat normaalissa käytössä ylittää väsymisrajan.

- 629* **Flutteri**- Lentokoneen on oltava vapaa flutterista kaikissa hyväksytyissä lentoasuisissa ja kaikilla hyväksytyillä nopeusalueilla nopeuteen V_{NE} asti. Mahdollisten lentokoneen elastisuuden aiheuttamien värähtelyjen tulee olla nopeasti vaimenevia. Tämä voidaan osoittaa koelennoilla tai maavärähtelykokeilla ja flutteritarkastelulla.
- 655* **Liikkuvat ohjainpinnat** - Ohjainpinnat tai niiden käyttöjärjestelmät eivät saa koskettaa toisiinsa eivätkä aiheuttaa muita häiriöitä ohjainten koko liikealueella ja kaikissa nopeus- ja kuormitustapauksissa. Jos lentokoneessa on säädettävä vakaaja, tulee siinä olla liikealueen rajoittimet siten, että lentokone on turvallinen lentää ja laskeutua.
- 657 **Saranat** - Muut kuin kuulalaakereilla tai vastaavilla varustetut saranat tulee mitoittaa lisävarmuuskertoimella 6,67 pehmeimmän käytetyn laakeriaineen suhteen. Kuula- ja rullalaakerisaranat voidaan mitoittaa laakereille hyväksytyjen arvojen mukaan. Saranoiden tulee olla riittävän jäykät ja lujat myös akselin suunnassa.
- 659 **Massatasapainotus** - Ohjainpinnoissa käytettävien keskitettyjen tasapainotusmassojen kiinnitysten on kestettävä:
- 24 g kohtisuoraan ohjainpintaa vastaan
 - 12 g eteen- ja taaksepäin
 - 12 g saranaviivan suunnassa.

Ohjausjärjestelmät

- 671* **Yleistä** - Jokaisen ohjaimen on liikuttava helposti, tasaisesti ja luotettavasti.
- 675* **Rajoittimet** - Kukin aerodynaamisten pintojen käyttöjärjestelmä on varustettava sen liikkumisalueen rajoittavilla rajoittimilla ja näiden rajoittimien tulee kestää ne kuormitukset, joille järjestelmä on suunniteltu.
- 677* **Trimmijärjestelmä** - Jos lentokoneessa on trimmijärjestelmä, tulee käytössä olevaa säätöasetusta voida valvoa ohjaajan paikalta. Säätövivun asennon muuttamisen aiheuttama lentotilan muutos on oltava luonnollinen.
- 679 **Ohjainten lukitus** - Silloin kun lentokoneen ohjainjärjestelmä on lukittu, täytyy sen olla hyvin ohjaajan havaittavissa. Lukkiutumisen lennon aikana ei saa olla mahdollista.
- 685* **Ohjausjärjestelmän yksityiskohdat** - Ohjausjärjestelmän on oltava suunniteltu siten etteivät kuorma, matkustajat, vieraat esineet tai kosteuden jäätyminen aiheuta takertelua järjestelmässä. Sopivin keinoin on estettävä ohjainpunosten tai tankojen hankaaminen ja hakkaaminen lentokoneen muita osia vasten. Suunnittelulla tai merkinnöin on pyrittävä estämään ohjainjärjestelmien virheellinen asentaminen lentokonetta kokoonpantaessa. Vieraiden esineiden pääsy ohjausjärjestelmään ohjaamon kautta on oltava estetty tarpeellisin suojaimin.
- 687 **Jousilaitteet** - Ohjausjärjestelmään kuuluvan jousen katkeaminen ei saa aiheuttaa flutteria tai vaarallista lentotilaa.
- 689* Ohjainpunokset on valmistettava ilmailukäyttöön hyväksyttävissä olevasta materiaalista ja yhdessä kiinnitysten ja saranajärjestelmän kanssa kestettävä ne suurimmat kuormitukset, joiden alaisiksi niiden voidaan olettaa joutuvan. Punoskiireys ei saa muuttua epänormaaleihin arvoihin järjestelmän toiminta-alueella tai odotettavissa olevalla lämpötila-alueella. Pääohjainlinjojen ohjainpunoksina on käytettävä vähintään 2.5 mm halkaisijaltaan olevaa teräsvaijeria. Jokainen ohjainjärjestelmään kuuluva osa tulee voida tarkastaa.
Kehräpyörien säteen on oltava kyseiseen ohjainpunokseen sopiva ja varustettu suojuksella joka estää ohjainpunoksen päältäluiskahtamisen, myös punoksen ollessa löysällä. Järjestelmään kuuluva jännelukko ei saa joutua alttiiksi murtokuormille eikä se saa vaikuttaa ohjainpunoksen vapaaseen liikkeeseen.
- 693 Työntötangoilla varustettujen ohjainjärjestelmien nivelissä, jotka liikkuvat kiertymällä, on käytettävä varmuuskerrointa 3,33 pehmeimmän käytetyn laakeriaineen suhteen. Punoksin varustettujen järjestelmän nivelissä kertoimen on oltava 2,0. Kuula- ja rullalaakerinivelet voidaan mitoittaa laakereille hyväksytyjen arvojen mukaan.
- 697 Laskusiivekkeitä ja lentojarruja on voitava käyttää turvallisesti suurimpaan sallittuun laskusiivekkeiden ja lentojarrujen käyttönopeuteen saakka, käyttövoima ei saa ylittää 200 N (noin 20 kp).
- 699* Laskusiivekkeiden asennon on oltava ohjaajan nähtävissä suoraan tai näyttölaitteen avulla.

- 701* Laskusiivekkeiden on oltava yhteen kytketyt siten, etteivät ne salli epäsymmetristä ulosottoa, minkä seurauksena lentokone tulisi vaikeasti hallittavaksi.

Laskutelineet

- 725 Laskutelineeseen saa tulla muodonmuutoksia, mutta se ei saa rikkoutua seuraavanlaisessa pudotuskokeessa. Pudotuskoe suoritetaan kokonaisella lentokoneella tai koekuormitusta varten tehdyllä laskuteline-runko yhdistelmällä, jonka pudotuskorkeus määritellään kaavalla;

$$h = 0,0132 \times \sqrt{\frac{Mg}{S}}$$

jossa; M on lentokoneen suurin lentoonlähtömassa [kg],
g on maan vetovoiman kiihtyvyys (= 9,80665 m/s²),
S on siipipinta-ala [m²]

Vapaan pudotuskorkeuden on oltava vähintään 0,235 m, mutta sen ei tarvitse olla enempää kuin 0,475 m. Pudotuskoe on tehtävä kitkattomalla alustalla, eli päätelineen pyörien on päästävä vapaasti liikkumaan sivusuunnassa.

- 729* Sisäänvedettävän laskutelineen kyseessäollessa ohjaajan on voitava todeta telineen asento ja lukitus suoraan tai näyttölaitteen avulla. Sisäänvetomekanismin ja sen tukirakenteiden on kestettävä ne kuormituskertoimet, joille lentokone on suunniteltu, laskutelineen sisään- ja ulosottonopeuteen V_{LO} saakka.

Ohjaajan paikka

- 773* Jos lentokoneessa on tuulilasi, se ei saa haitata turvallista näkyvyyttä.
- 775* Tuulilasin ja sivuikkunoiden pirstoutuminen ei saa aiheuttaa koneessa oleville vakavia vammoja.
- 777* Hallintalaitteiden on sijaittava siten että niiden tahaton käyttö on estetty. Ohjaajan on voitava ylettyä kaikkiin hallintalaitteisiin ja käyttää niitä ilman, että hän siirtyy paikaltaan tai että turvavyöt, lentokoneen rakenteet tai vaatetus estävät häntä. Silloin kun lentokone on varustettu kaksoisohjauslaitteilla on kummankin ohjaajan voitava ylettyä kaikkiin pääohjainlaitteisiin ja käyttää niitä sekä kaasuvipua.
Ohjauslaitteiden tulee kestää rikkoutumatta ja ilman haitallista joustoa suurimmat kuormitukset, joille ne on tarkoitettu. Vertaa kohtaa 397.
- 779** Ohjaamossa oleva ohjaus- ja käyttölaitteet on suunniteltava toimimaan seuraavasti:

Ohjaus- tai käyttölaite	Liike ja vaikutus
Siivekkeet/kallistusohjas	Ohjain oikealle (myötäpäivään)-kallistus oikealle
Korkeusohjaus	Ohjain taakse - nokka ylös
Sivuperäsin	Oikea poljin eteenpäin - nokka kääntyy oikealle
Nokka-/kannuspyöräohjaus	Oikea poljin eteenpäin - nokka kääntyy oikealle
Trimmeri	Vivun liike - samaan suuntaan kuin pääohjain
Lentojarrut	Vetäen auki
Laipat	Vetäen auki
Tehonsäätö	Eteenpäin-teho kasvaa
Potkurin säätö	Eteenpäin-pyörintänopeus kasvaa
Seossäätö	Eteenpäin-rikas seos

Huom: Varjostetut määritelmät eivät koske A-luokan ultrakevyitä.

- 785* Istuimet, turvavyöt ja niiden kiinnitykset on suunniteltava vähintään 90 kg:n henkilöpainoille. Suurin sallittu henkilöpaino on ilmoitettava kuormausohjeissa ja istuimien, turvavöiden ja niiden kiinnitysten on kestettävä kohdan 561 mukaiset kiihtyvyydet. Turvavöiden on oltava vähintään 4-pistetyyppiset ja niiden kaikkien osien on avauduttava keskuslukosta siten, ettei lentäjän poistuminen ilma-aluksesta esty. Istuinvöiden ja muiden kiinnitysvarusteiden on oltava samaa rakennetta ja laatua kuin ilma-aluksiin tai moottoriajoneuvoihin hyväksytyt varusteet. Turvavyöt on asennettava ilmailussa yleisesti hyväksytyllä tavalla (asennusohje FAA AC nro. 43.13-2A).
- 786* Rakenne ja varusteet on suojattava ja kiinnitettävä siten etteivät ne aiheuta koneessa olijoille vammoja vaurioitilanteissa.
- 787 Matkatavaratila on suunniteltava tavaratilan ohjekilpeen merkittävälle suurimmalle sallitulle kuormalle.
- 831 Ohjaamotilassa on oltava riittävä ilmanvaihto.

E Moottorin asennus

- 901* Moottorin asennuksen on taattava sen turvallinen toiminta, luoksepäästävyys on sallittava huollot eikä moottoriasennus saa muodostaa vaaraa koneessa olijoille. Moottorin on oltava maadoitettu muuhun metallirakenteeseen.
- 903 Moottorin on oltava hyväksytty tarkoitukseensa. Moottoreille asetettavat vaatimukset ilmenevät osasta H.
- 905 Potkurin on oltava hyväksytty tarkoitukseensa. Potkureille asetettavat vaatimukset ilmenevät osasta J.
- 925* Potkurilla on oltava riittävä etäisyys lentokoneen rakenteeseen ottaen huomioon moottorin, potkurin ja rakenteen normaalin joustavuuden. Potkurilla on oltava riittävä etäisyys maahan, ottaen huomioon laskutelineen jouston ja renkaan rikkoutumisen, kaikissa normaaleissa asennoissa lentoonlähdössä, laskussa ja rullauksen aikana eri alustoilta. Vesikoneissa on potkurin oltava suojattu suoralta roiskevedeltä, erityisesti lentoonlähdön ja laskun yhteydessä.

Polttoainejärjestelmä

- 951* Polttoainejärjestelmän on oltava sellainen että moottorin jatkuva polttoaineen saanti turvataan kaikissa normaaleissa lentotiloissa. Mikäli pumppukäyttöinen järjestelmä käsittää useamman säiliön, on käytettävä valintahanaa, joka mahdollistaa polttoaineen syötön vain yhdestä säiliöstä kerrallaan. Putospaineella toimiva järjestelmä ei vaadi valintahanaa, jos säiliöiden ilmatilat on yhdistetty siten, että kaikki säiliöt syöttävät polttoainetta tasaisesti.
- 955* Polttoainevirtauksen verrattuna moottorin suurimpaan kulutukseen on oltava:
 (a) putospainejärjestelmässä 1,50-kertainen ja
 (b) pumppujärjestelmässä 1,25-kertainen, sekä varsinaiselle että mahdolliselle varapumpulle.
- 959* Käyttämättä jäävä polttoainemäärä on se määrä, joka järjestelmässä on jäljellä, kun esiintyy ensimmäinen käyntihäiriö polttoaineen syötön kannalta epäedullisimmassa normaalissa lentotilanteessa.
- 967* Polttoainesäiliön, putkien, letkujen ja niiden liitosten tulee kestää rasituksia, jotka voivat aiheutua värinästä, massavoimista, rakenteellisista kuormista, kulumisesta tai muista sen kaltaisista syistä. Polttoainesäiliön ympärillä olevan suljetun tilan on oltava varustettu tuuletuksella ulkoilmaan ja tyhjennysventtiilillä. Asennukset on tehtävä siten, ettei polttoainejärjestelmä joudu tekemisiin kuumien moottorin osien, pakokaasujen tai muun palovaaran kanssa. Moottorin välittömässä läheisyydessä olevien putkien, letkujen ja niiden liitosten on oltava valmistettu tulta vastustavasta materiaalista. Polttoainesäiliön on kestävä vähintään 15 kPa (1.5 m vesipatsasta) painekoe, tai painekoe vesipatsaalla jonka korkeus saadaan kertomalla säiliön tai yhteenkytkettyjen säiliöiden suurin korkeus lentokoneen suurimmalla kuormitusmonikerralla mikäli tämä antaa edellistä suuremman arvon, ilman vaurioita ja pysyviä muodonmuutoksia. Polttoainesäiliön kiinnityksien on kestävä kohdassa 561 mainitut kiihtyvyydet kun polttoainesäiliö on täynnä polttoainetta. Polttoainejärjestelmän on oltava siten rakennettu, ettei se vaurioidu lievässä onnettomuudessa.
- 971* Polttoainejärjestelmän on oltava siten rakennettu, että epäpuhtauksia pääsee mahdollisimman vähän moottoriin. Lisäksi suositellaan, että kussakin polttoainesäiliössä on erillinen sumpu (tilavuus vähintään 25 cm³), josta on vedenpoisto. Moottori ei saa imeä polttoainetta sumpusta.
- 973* Polttoaineen täytön yhteydessä ylitse valuva polttoaine ei saa päästä vuotamaan matkustamo- tai moottoritilaan. Polttoainesäiliön korkki ei saa ole sellainen, että sen läpi saattaa päästä polttoaineen sekaan sadevettä korkin ollessa kiinni tai sitä avattaessa.
- 975* Polttoainesäiliön ilmatilan yläosaan on järjestettävä huuhotus. Huuhotuksen tulee olla sellainen, että säiliöön ei synny alipainetta ja että tahaton tyhjeneminen estetään. Huuhotinputki ei saa päätyä kohtaan, jossa voi aiheutua palovaaraa tai josta höyryt voivat päästä henkilötilaan. Huuhotinputken tukkeutuminen tai jäätyminen ei saa olla todennäköistä.
- 977* Polttoainejärjestelmän matalista kohdista, joihin voi kerääntyä sakkaa ja kondenssivettä, on voitava suorittaa vedenpoisto. Vedenpoisto varten tässä kohden on oltava tilavuudeltaan vähintään 25 cm³ kokoinen tilavuus jossa polttoaine pääsee rauhoittumaan. Sopivassa kohdassa ennen moottoria ja ennen mahdollista pumppua tulee polttoaineen kulkea tilavuudeltaan riittävän (n 10 cm³) suodattimen läpi. Suodatin on oltava puhdistettavissa tai vaihdettavissa.

Polttoainesäiliön jokaisessa imuputkessa on oltava verkkosuodin, jonka pinta-ala on vähintään viisi kertaa imuputken poikkipinta-ala ja silmakoko on n. 1,5-3 mm.

- 993* Polttoaineletkujen tulee 500 mm lähempänä moottoria ja äänenvaimentajaa tai tuliseinän etupuolella moottoritilassa olla tulta vastustavia kudovahvistuja letkuja. Polttoaineletkun tulee olla asennettu siten että sen etäisyys pakoputkesta tai äänenvaimentajasta on vähintään 100 mm.
- 995* Polttoainejärjestelmässä on oltava selvillä ja merkityillä asennoilla varustettu nopeatoiminen sulkuventtiili, joka voidaan helposti sulkea ohjaajan paikalta tulipalon vaaran sattuessa.

Öljyjärjestelmä

- 1013* Jos lentokoneessa on erillinen öljyjärjestelmä, tulee sen rakenteellisesti täyttää samat vaatimukset kuin polttoainejärjestelmänkin. Öljyjärjestelmän huohotin ei saa päätyä kohtaan, jossa se voi lennolla jäättyä.

Pakokaasujärjestelmä

- 1121* Pakokaasujärjestelmän on oltava rakennettu siten, ettei se aiheuta rakenteille palovaaraa ja etteivät koneesaolijat joudu alttiiksi myrkyllisille kaasuille.
- 1125 Pakoputki ja äänenvaimentaja on valmistettava tulenkestävästä materiaalista. Pakokaasujärjestelmässä on otettava huomioon materiaalien lämpölaajenemiset ja osien väliset kiinnitykset on tehtävä värinän kestäviksi. Pakokaasujärjestelmä ei saa mahdollisten halkeamien johdosta irrota osiksi, jotka aiheuttaisivat vaaraa potkurille tai rakenteille.
- 1141 Moottorin säätövipujen ja muiden moottorin lähellä olevien osien on oltava tulta vastustavaa materiaalia.

Sytytyskytkimet

- 1145* Sytytysjärjestelmän sytytyskytkimen on sijoitettava siten, että siihen on helppo ylettyä ohjaajan istuimelta. Kytkimellä tulee olla selvät asennot ja merkinnät. Kytkimen tahaton käyttö on oltava sopivin keinoin estetty. Sytytyskytkintä ei saa käyttää kytkimenä muille järjestelmille. Mikäli moottorissa on kaksoissytytysjärjestelmä on järjestelmien käytön oltava toisistaan riippumatonta.

Moottorin apulaitteet

- 1163 Moottoriin saa liittää vain sellaisia apulaitteita, jotka on siihen moottorin valmistajan taholta tai erillisin toimintakokein hyväksyttyjä.

Sytytysjärjestelmä

- 1165* Jos moottorin sytytysjärjestelmä on riippuvainen generaattorista tai akusta, tulee sähköjärjestelmään asentaa jännite tai ampeerimittari. Sytytysjärjestelmän virransaanti on myös tällöin varmistettava riittävällä varajärjestelmällä.

Moottorin palonesto

- 1191* Moottori on eristettävä muusta lentokoneesta tuliseinällä, suojuksella tai vastaavalla menetelmällä. Tuliseinän ja suojuksen on oltava tulenkestävä ja suojattu korroosiota vastaan.
- 1193 Moottorin suojuslevyt on varustettava tehokkaalla nesteestoilla normaaleissa lentoasunnoissa. Alueella, jossa lämpötila on korkea, kuten pakokaasujärjestelmän ja sen ulostuloaukkojen ympärillä on materiaalin oltava tulenkestävää.

F Varusteet

- 1301* Lentokoneen turvalliselle toiminnalle tärkeiden varusteiden on toimittava turvallisesti kaikissa todennäköisissä toimintaolosuhteissa. Jos moottorin sytytys- tai polttoaineen syöttö/annostelujärjestelmä on riippuvainen generaattorista tai akusta, tulee sähköjärjestelmään asentaa jännite tai ampeerimittari. Järjestelmän virransaanti on myös tällöin varmistettava riittävällä varajärjestelmällä. Kyseessäoleva järjestelmä on voitava kytkimin eristää muista sähkönkulutuslaitteista.
- 1303* Seuraavat lennonvalvonta- ja suunnistusmittarit vaaditaan:
1. Korkeusmittari
 2. Ilmanopeusmittari
 3. Magneetikompassi

4. Luisumittari

- 1305* Seuraavat moottorinvalvontamittarit vaaditaan:
1. Moottorin pyörimisnopeusmittari
 2. Polttoaineen määrämittari, ellei polttoaineen määrää lennon aikana voida luotettavasti muutoin todeta.
 3. Kaksitahtimoottoreissa pakokaasun- tai sylinterinpään lämpömittari.
 4. Jos moottorin varma toiminta tai moottorin valmistaja vaatii erityistä mittarivalvontaa, on lentokoneessa oltava kyseinen mittari.
- 1307* Henkilöiden turvavöiden on oltava vähintään 4-pistetyyppisiä ja rakenteeltaan vastattava lentokone- tai autokäyttöön hyväksytyjä turvavöitä. Irrallinen vyö ei saa ulottua potkurialueelle asti. Viite: kohta 785.
- 1321* Kunkin ohjaajan on voitava selvästi nähdä omalta paikaltaan käytettäväksi tarkoitetut lennonvalvonta-, suunnistus- ja moottorinvalvontamittarit.
- 1323* Nopeusmittarin on sovellettava käytettävään lentonopeusalueeseen. Mittarin on katettava nopeusalue välillä $V_{S0} - 1,05 * V_{NE}$.
- 1325 Staattisen paineen järjestelmän on oltava sellainen, että lentokoneen nopeus, ikkunoiden avaaminen tai sulkeminen tai kosteus mahdollisimman vähän vaikuttaa mittareiden tarkkuuteen.
- 1337* Jokaiselle suoraan syöttävälle polttoainesäiliölle on oltava polttoainemäärän näyttölaite, josta ohjaaja voi luotettavasti todeta jäljellä olevan polttoaineen määrän. Polttoaineen määrämittari on kalibroitava näyttämään nolaa vaakalennossa, kun säiliössä on jäljellä käyttämättä jäävä polttoainemäärä.
- 1361* Kun koneessa on sytytysjärjestelmän lisäksi muita sähkölaitteita, on niille oltava pääkytkin, jolla ne voidaan erottaa pääverkosta ja joka on käytettävissä ohjaajan paikalta ja varustettu kilvellä.
- 1365 Mikäli koneessa on sähkölaitteita on niiden asennukset tehtävä FAA AC 43.13-1A, luvun 11 ohjeiden mukaisesti.
- 1450 Suksien ja kellukkeiden tulee olla katsastuksessa hyväksytyjä käytettäväksi ko. lentokoneessa ja varustettu tunnistuskilvellä.

G Käyttörajoitukset

- 1501** Lentokonetta koskevat käyttörajoitukset ja muu tieto jota tarvitaan lentokoneen turvalliseen käyttämiseen on määriteltävä ja saatettava miehistön jäsenten tietoon.
- 1505* Kaikki lentonopeuden rajoitukset on ilmoitettava ottaen huomioon se tarkkuus, joilla lentonopeutta voidaan valvoa. Seuraavat nopeudet on määriteltävä ja merkittävä nopeusmittariin:

Suurin sallittu nopeus	V_{NE}
Suurin liikehtimisnopeus	V_{S0}^A
Sakkausnopeus	V_{S0}

Suurin sallittu nopeus ei saa olla suurempi kuin $0,9 * V_D$, joka on määritelty kohdassa 335. Tarvittaessa on ilmoitettava nopeudet laippojen ja laskutelineen käyttöä varten.

- 1519** Massa- ja massakeskiörajoitukset on määriteltävä ja ilmoitettava käyttörajoituksina. Lentokoneen punnitusohjeet ja vaaistiedot on määriteltävä ja ilmoitettava. Kuorman jakautuminen ja massakeskiön sijainti lennolla voidaan esittää kuormaussuunnitelmana, tai ilmoittamalla istuinten, matkatavaratilojen ja polttoainesäiliöiden maksimi- ja minimikuormat. Jos tasausmassoja joudutaan käyttämään, on niiden käytöstä oltava ohjeet.
- 1521* Moottorin rajoitukset on määriteltävä siten, että moottorin ja potkurin valmistajan ilmoittamia rajoituksia ei ylitetä. Lentoonlähtöä ja jatkuvaa käyttöä varten tulee määritellä seuraavat rajoitukset, jotka on merkittävä moottorinvalvontamittareihin:
- suurin sallittu pyörimisnopeus
 - tehon käytön aikarajoitukset
 - alin ja ylin sallittu öljynpaine, jos moottorissa on painevoitelujärjestelmä
 - tarvittaessa sylinterinpään, pakokaasun, öljyn ja jäähdytysnesteen suurimmat sallitut lämpötilat.

- 1529* **Huolto-ohjeet** - Lentokoneella on oltava huolto-ohjeet, jotka kattavat tarpeellisen huollon ja joiden on sisällettävä vähintään seuraavat tiedot:
- järjestelmien kuvaus
 - voiteluohjeet, joissa ilmoitetaan sopivat voiteluaineet ja suositellut voitelujaksot
 - toleranssit ja säätöohjeet
 - punnitusohjeet
 - määräaikaishuoltojen aikataulu ja huoltotoimenpiteet
 - käyntiaikarajoitukset yksiköille ja osille
 - tarkastusohjeet verhoilumateriaaleille
 - tarvittaessa ohjeet kokoonpanosta ja purkamisesta
 - luettelo kilvistä ja merkinnöistä sekä niiden sijainti
- 1555* Kaikkiin ohjaamossa oleviin hallintalaitteisiin lukuunottamatta varsinaisia ohjaimia on selvästi merkittävä niiden tehtävä ja käyttötapa.
- 1557* Polttoainesäiliön täyttöaukon läheisyydessä on ilmoitettava polttoainelaatu, mahdollinen öljyn sekoittaminen polttoaineeseen, öljyn laatu ja sekoitussuhde sekä säiliön käytössä oleva tilavuus.
- 1559* Lentokone on varustettava näkyvälle paikalle asennetulla tulenkestävällä kilvellä, johon on merkitty:
- kansallisuus- ja rekisteritunnus
 - lentokoneen tyyppi, sarjanumero ja valmistusvuosi
 - lentokoneen valmistaja

Experimental merkintä

UL-lentokoneen ohjaamon läheisyyteen ulkopuolelle on maalattava vähintään 30 mm korkeilla kirjaimilla teksti "EXPERIMENTAL". Lentokoneen ohjaamossa on ohjaajan ja matkustajan nähtävissä oltava seuraavan sisältöinen kilpi:

<p>VAROITUS Tämä on tyyppihyväksymätön ultrakevyt lentokone</p>

Kansallisuus- ja rekisteritunnukset

Ultrakevyen lentokoneen kansallisuus- ja rekisteritunnukset on merkittävä ilmailumääräyksen AIR M5-10 mukaisesti. Mikäli UL-lentokoneen rakenne on sellainen, että tunnusten merkitseminen siipeen tai runkoon täysikokoisina ei ole mahdollista, voi katsastaja hyväksyä poikkeuksia merkintätavasta, edellyttäen että tunnusten luettavuus ei oleellisesti huonone, seuraavin ehdoin:

- Tunnusten korkeuden on oltava siivessä vähintään 300 mm ja rungossa vähintään 150 mm.
- Sopivan pystysuoran pinnan puuttuessa voidaan hyväksyä merkintä vain siipeen.

- 1581** Lento-ohjekirja – UL-lentokoneelta ei vaadita Lentoturvallisuushallinnon hyväksymää lentokäsikirjaa. Sen sijaan lentokoneella on oltava suomenkielinen lento-ohjekirja, josta käy ilmi lentokoneen turvalliseen käsittelyyn vaadittavat tiedot, toiminta- ja käyttörajoitukset, lentokoneen mahdolliset erityisominaisuudet ja tarkastusohjeet ennen lentoa tehtävää tarkastusta varten. Lento-ohjekirjan toiminta- ja käyttörajoitusten on vastattava lentokoneen koelennoilla tositettuja tietoja ja koelentokertomusta.

Lento-ohjekirja suositellaan laadittavaksi seuraavan jaottelun mukaisesti:

- a) Yleistiedot koneesta
- b) Toiminta- ja käyttörajoitukset
- c) Häätätilanneohjeet
- d) Normaalitoimintaohjeet ja moottorin käyttöohjeet
- e) Suoritusarvot
- f) Kuormausohjeet
- g) Liitteet

H Moottori

Moottori

Moottorin ei tarvitse olla tyyppihyväksytty, jos on olemassa edellytykset moottorin ja sen asennuksen turvallisuudelle toiminnalle. Tyyppihyväksymätöntä voimalaitejärjestelmää on kokonaisuutena kokeiltava jokaisessa uudessa lentokonetyypissä tai harrasterakennetussa lentokoneyksilössä maakoekäytössä vähintään 3

tuntia ja lentokokeilla vähintään 45 lentotuntia, jolla osoitetaan moottorin olevan riittävän luotettavan. Mikäli kaasutin on sellaista tyyppiä, että se saattaa jäätyä, on moottori varustettava riittävän tehokkaalla imuilman etulämmitysjärjestelmällä. Kokeessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota värähtelyiden ja resonanssivärähtelyn vaaraan, laakerien lämpötiloihin ja jälkisäätöjen tarpeeseen.

Kokeiden ja koelentojen tulokset on esitettävä ennen tyyppitodistuksen myöntämistä.

Voimansiirto

Voimansiirron ei tarvitse olla tyyppihyväksytty, jos on olemassa edellytykset sen turvalliselle toiminnalle. Tyyppihyväksymätöntä voimalaite-voimansiirtojärjestelmää on kokonaisuutena kokeiltava jokaisessa uudessa lentokonetyypissä tai harrasterakennetussa lentokoneyksilössä maakoekäytössä vähintään 3 tuntia ja lentokokeilla vähintään 45 lentotuntia, jolla osoitetaan järjestelmän olevan riittävän luotettavan. Kokeessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota värähtelyiden ja resonanssivärähtelyn vaaraan, laakerien lämpötiloihin ja jälkisäätöjen tarpeeseen.

Kokeiden ja koelentojen tulokset on esitettävä ennen tyyppitodistuksen myöntämistä.

J Potkuri

Potkurin ei tarvitse olla tyyppihyväksytty, jos on olemassa edellytykset potkurin ja sen asennuksen turvalliselle toiminnalle. Potkuria on kokeiltava uudessa lentokonetyypissä tai harrasterakennetussa lentokoneyksilössä maakoekäytössä vähintään 3 tuntia ja lentokokeilla vähintään 45 lentotuntia, jolla osoitetaan potkurin soveltuvuus kyseiseen lentokonetyyppiin ja sen luotettavuus. Kokeessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota värähtelyiden vaaraan ja jälkisäätöjen tarpeeseen.

Kokeiden ja koelentojen tulokset on esitettävä ennen tyyppitodistuksen myöntämistä.

Julkaisusarja-L

Julkaisusarja-L sisältää Lentoturvallisuushallinnon yleiset julkaisut 1.11.2002 alkaen.

[L 9/2003](#) Suomalaisten ultrakevyiden lentokoneiden tarkastuskäsikirja

[L 8/2003](#) Ilmailutiedotuksia ilma-aluksista ja ilmailuvälineistä

[L 7/2003](#) Antihistamiinilääkitys lennonjohtajilla

[L 6/2003](#) Antihistamiinin käyttö ilmailussa

[L 5/2003](#) Lentoturvallisuushallinnon vuosikertomus 2002

[L 4/2003](#) Yhteenveto Lentoturvallisuushallinnolle lähetetyistä yleisilmailun ilma-alusten vikailmoituksista 1.10. - 31.12.2002

[L 3/2003](#) Ohje ilma-aluskiinnityksestä (79,2 kt)

[L 2/2003](#) Rekisteriote 1.1.2003

[L 1/2003](#) Laitekohtainen luettelo Suomessa julkaistuista voimassa olevista lentokelpoisuusmääräyksistä, jotka koskevat rekisteröityjä ilma-aluksia ja niiden laitteita

[L 3/2002](#) Lentoturvallisuushallinnon yleisesite (299 kt)

[L 2/2002](#) Yhteenveto Lentoturvallisuushallinnolle 1.7-30.9.2002 lähetetyistä yleisilmailun ilma-alusten vikailmoituksista (pdf-tiedosto 3 Mt)

[L 1/2002](#) Ilmailutiedotuksia (pdf-tiedosto 11 Mt)