

Vaatimukset harraste lentokoneiden suksille

Normi HTN-002/17
pvm 5.2.2017

Ensijulkaisu

Lähteet:

- TSO-C28, AIRCRAFT SKIS 3/15/52
- AC 43.13-2 muutos 2, 1965 Ski Installations,
- NAS 808 Specification Aircraft Skis päiväys 15-12-1951
- The snow performance of aircraft skis, Aeronautical report AR-2 1947
- Lentokelpoisuusvaatimukset Suomessa suunniteltaville ja rakennettaville normaaliluokan, rajoitetun taitolentoluokan ja taitolentoluokan lentokoneille, liite H Sukset. Ilmailuhallitus, 24.11.1980
- CS-VLA 505

MuutosHistoria:

HTN-002/17, 5.2.2017, ensijulkaisu

Käyttölisenssi

Tämä vaatimus on julkaistu Creative Commons lisenssillä (CC BY-NC-ND 4.0). Saat käyttää niitä vapaasti omissa käytössä alkuperäisenä. Voit myös jakaa sitä (samalla lisenssillä), kunhan säilytät teoksen alkuperäisenä ja nimeät lähteen.



ok HTH

Sisällysluettelo

VAATIMUKSET HARRASTE LENTOKONEIDEN SUKSILLE.....	2
1 Yleistä-----	2
2 Mitat -----	2
3 Materiaali ja työnlaatu -----	2
4 YKSITYISKOHTAISET VAATIMUKSET -----	4
5 KUORMAT -----	4
6 ASENNUS -----	6
7 Laskenta -----	11
8 Lento-ohjekirja -----	12

VAATIMUKSET HARRASTE LENTOKONEIDEN SUKSILLE

Tämä ohje on laadittu yleiseksi ohjeeksi ultrakeveiden ja harrasterakenteisten lentokoneiden suksien tarkastamiseen ja siten muodostamaan perustan niiden hyväksymiselle.

Ohjeet soveltuvat sekä itse tehdyille suksille että kaupallisesti valmistetuille suksille.

1 Yleistä

Lumi on laskualustana yllätyksellinen, eikä sen ominaisuudet ole ennustettavissa. Samoin lumelta toimittaessa ei sivistys ole aina kovin lähellä, joten vaurioiden vaikutus ja niiden korjaaminen voi olla oleellisesti ongelmallisempaa kuin vaikka pyöräkoneella renkaan puhkeaminen lentokentällä.

Näiden syiden takia vaatimukset suksille ovat hieman tiukemmat kuin mitä vastaavalle maalaskutelineelle.

2 Mitat

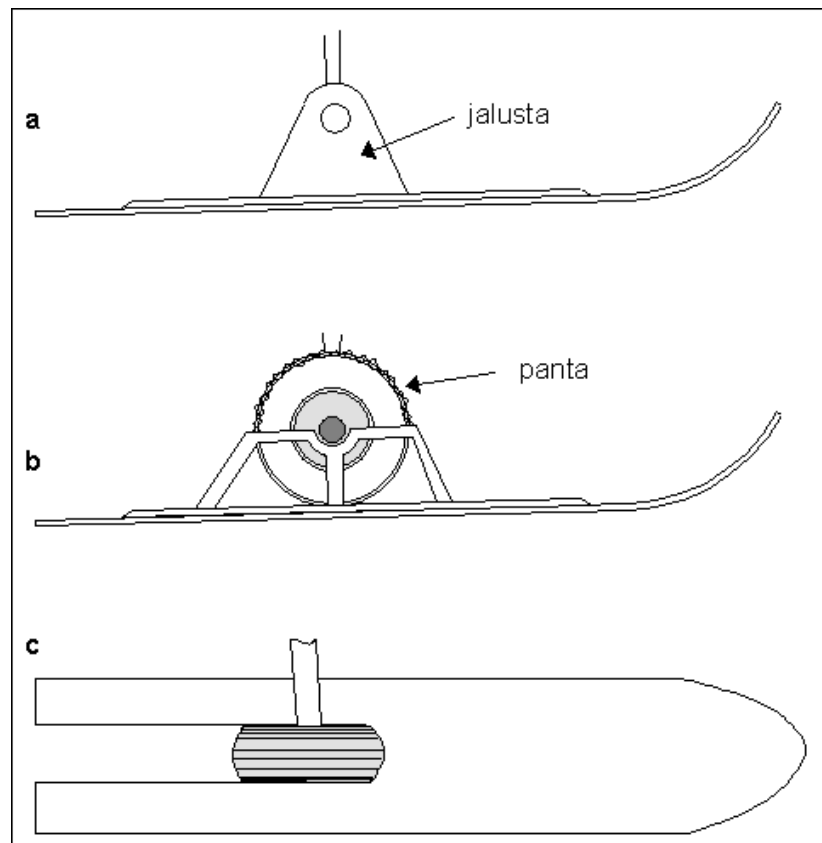
Suksien mitoista ja varsinkin pintapaineesta on enemmän mielipidettä kuin suksia on käytössä. Lumen laatu vaihtelee puuterista jäähän, joten sopiva pintapaine myös vaihtelee. Muusta muodosta oikea ratkaisu riippuu sekin mille lumelle suksat on tarkoitettu. Pehmeämpi lumi edellyttää reilumpaa nokan (ja kylkien) kaareutumista kuin kova lumi. Suksen sivuttaispito vaikuttaa myös muotoihin ja toisinpäin, muodot vaikuttaa onko suksella sivuttaispitoa. Pehmeämmässä lumessa kylki joka leikkaa hankea eikä nouse sen päälle on huono.

Akselin paikalle on kuitenkin perinteisesti tiedetty oikea paikka. Akselin etupuolessa pitää olla 54% pohjan pinta-alasta, takapuolessa 46%. Näillä mitoilla suksi käyttäytyy odotetusti.

3 Materiaali ja työnlaatu

Kaikkien suksissa käytettyjen materiaalien tulee olla koeteltuja tai tähän tarkoitukseen sopivaksi osoitettuja materiaaleja. Työnlaadun on oltava hyvän lentokonerakennetavan mukainen.

Seuraavien määräysten viimeisestä muutoksesta soveltuvat osat ovat osa tätä määritelmää kuin se on mainittu, Metallic Materials and Elements for Aerospace Vehicle Structures (MIL-HDBK-5) ja ANC-18 Design of Wood Aircraft Structures. Suksien valmistuksessa on käytettävä valmistusmenetelmiä, joilla saadaan aikaan kestävyydeltään samanlaisia rakenteita.



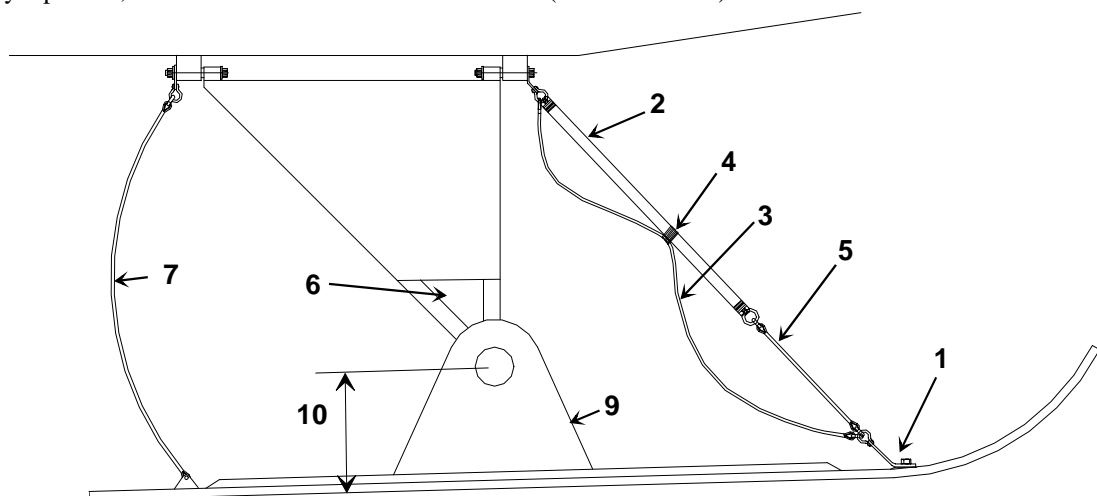
Kuva H.1 Erityyppisiä suksia;

a) jalussuksi, b) pantakiinnitteinen suksi, c) halkiosuksi (käytetään pyöräsuksissa).

Vakio osat: Kaikkien suksien kokoonpanossa käytettyjen ruuvien, tappien, muttereiden, ja niittien on oltava sopivuudeltaan ja kestävyydeltään luotettavia. Kaikkiin ruuveihin, tappeihin ja muttereihin on käytettävä lukitusta. Minkäänlaista itsepidättävää mutteria (Nylock yms) ei saa käyttää ruuvissa, joka käyttöolosuhteissa joutuu pyörimisliikkeeseen.

Suojaus: Kaikkien suksen osat on sopivasti suojattava niin, ettei niissä mistään syystä aiheudu käytössä lujuuden vähenemistä tai menetystä, mukaan lukien - sään vaikutukset; lahoaminen, korrosio; kuluminen tai muu syy.

Kaikkien suksen osien, jotka vaativat tarkastusta, huoltoa sekä toiminnan ja asennon asianmukaista säätämistä ja voitelua, on voitava tarkastaa sekä silmämääräisesti että tarvittaessa yksityiskohtaisesti, sekä korjata ja vaihtaa. Lentokoneissa joissa on kangaspäällysteiset laskutelineet, alin 100 mm päällystekankaasta on syytä poistaa, akselin kiinnikkeiden tarkastamiseksi. (katso kuva H.2)



Kuva H.2 Tyypillinen suksiasennus. 1) Kiinnityshela 2) Kumiköysi 3) Turvavaijeri 4) Teippi 5) Hangen leikkaus vaijeri 6) Verhoususta poistettu 7) Takavaijeri 9) Suksen jalusta 10) Jalustan korkeus

Merkitseminen: Jokainen lentokonesuksi on merkittävä kyltillä tai muulla pysyvällä merkinnällä, jossa on vähintään seuraavat tiedot;

- Sarjanumero tai muu tunniste
- tarvittaessa mikä suksi on kyseessä (oikea, vasen, nokka, kannus)

Nämä merkinnät on asennettava näkyvälle paikalle suksen ja oltava siten merkityt, etteivät ne normaalissa käytössä kulu tai irtoa pois.

4 YKSITYISKOHTAISET VAATIMUKSET

4.1 Kiinnitykset

Suksessa on käytettävä rajoitinvaijereita, joissa etu- ja takapään vaijerin yläkiinnityksessä on oltava erilliset kiinnityskorvakkeet (ts. ne eivät saa kiinnittyä samaan pisteeseen koneen rungossa). Käytettäessä joustinköyttä (kumiköysi, sandumi tms.), sitä ei saa kiinnittää suksen päässä samaan korvakkeeseen rajoitinvaijerin kanssa.

4.2 Lujuus

Suksen lujuus, mukaan lukien jalusta (jos sellainen on), on toteennäytettävä lujuuslaskuin tai staattisin testin rajakuormaan asti.

Kuormat: Lujuusvaatimukset esitetään rajakuormien ja murtokuormien avulla. Rajakuormat ovat suurimmat käytössä odotettavissa olevat kuormat. Murtokuormat ovat rajakuormat kerrottuna määrätyillä varmuuskerroimilla.

Mikäli rakenne tositetaan lujuuslaskuin on käytettävä varmuuskerrointa: Käytettävä perus varmuuskerroin on 1,5, muut kertoimet määräytyvät rakennetavan mukaisesti. Laskennallisessa tosituksessa käytetään siis murtokuormaa.

Lujuus ja muodonmuutokset: Susken rakenteen on kyettävä kestäämään rajakuomia ilman haitallista, pysyvää muodonmuutosta. Minkään kuorman aiheuttama muodonmuutos, rajakuormaan asti, ei saa olla haitaksi susken turvalliselle käytölle.

5 KUORMAT

Kuormitettavuus: Susken valmistajan on valittava suurin sallittu rajakuorma johon suksi on kelvollinen.

- (a) Kullekin sukselle on määritettävä kuormitus
L = suunnittelun rajakuorma

Jotta sukset voitaisiin asentaa johonkin lentokoneeseen, suunnittelun rajakuorman on oltava vähintään

$$S \cdot n,$$

jossa;
S on suurin staattinen kuorma; ja
n on laskeutumisen rajakuormituskerroin

Laskeutumisen rajakuormituskerroin, joka saadaan lentokoneen valmistajan suorittamista pudotuskokeista. Tämän sijasta n voidaan määrittää kaavasta

$$n = 4100 / (m + 1820) + 2,8$$

jossa;
m on lentokoneen massa (kg)

Esimerkiksi tavallisella ultralla (MTOW 450 kg), rajakuormituskerroin on 4,6 g.

Staattinen kuorma on laskutelineessä vaikuttava kuorma lentokoneen ollessa lentoasennossa. Tämä voidaan laskea punnitustodistuksen/lento-ohjekirjan vaakitustiedoista. Koneeseen lastataan kuorma, jolla lentomassa on konetyypin maksimimassa ja selvitetään mikä olisi massa laskutelineellä. Staattinen kuorma ja vaadittava rajakuorma voidaan laskea erillisellä taulukokkolaskimen taulukolla (saatavissa samasta nettiosoitteesta). Kuormitus on laskettava pahimman tapauksen (painopiste) mukaan. Nokkasukselle se on painopisteen eturaja, päätelineen sukselle painopisteen takaraja.

Suksia jotka on hyväksytty suuremmalle massalle kuin lentokone johon ne asennetaan voidaan käyttää olettaen, että suksien geometria on vastaava kuin suksella joka on aikaisemmin hyväksytty koneeseen (kosketuspinnan mitoissa enintään 10% ero). Tämän rajoituksen tarkoitus on taata, että lentokoneen suorituskyky ei haitallisesti muutu ylisuurien suksien takia.

Esimerkiksi:
Maksimi lentomassa 430 kg, nokkapyöräkone
saadaan että;

rajakuormituskerroin	4,62 g
Päätelineen L	993 kg
nokkatelineen L	662 kg

Suksilla on oltava siis nämä rajakuormat, ja näitä rajakuormia käytetään suksia hyväksyttäessä tehtävissä koekuormituksissa.

Kuormitusvaatimukset: Suksikokoonpano on tutkittava seuraavissa kuormitustapauksissa;

- a) Jaettu pystykuorma;
- b) Keskitetty pystykuorma;
- c) Jaettu sivuttaiskuorma;
- d) Keskitetty sivuttaiskuorma;
- e) Kiertymä.

Koevaatimukset ja -menetelmät: Suksikokoonpano on tutkittava seuraavasti kuormien suhteen:

Jalustatyypinen suksi (kuva H1.a.), mukaanlukien jalusta, on suunniteltava kestäämään alakohdissa 5.3.1 ... 5.3.4 määritellyt kuormat tuettuna suksijalustan laakeriholkista;

Pantatyypinen suksi (kuva H1.b.) on suunniteltava kestäämään alakohdissa 5.3.1 ... 5.3.4 määritellyt kuormat seuraavasti;

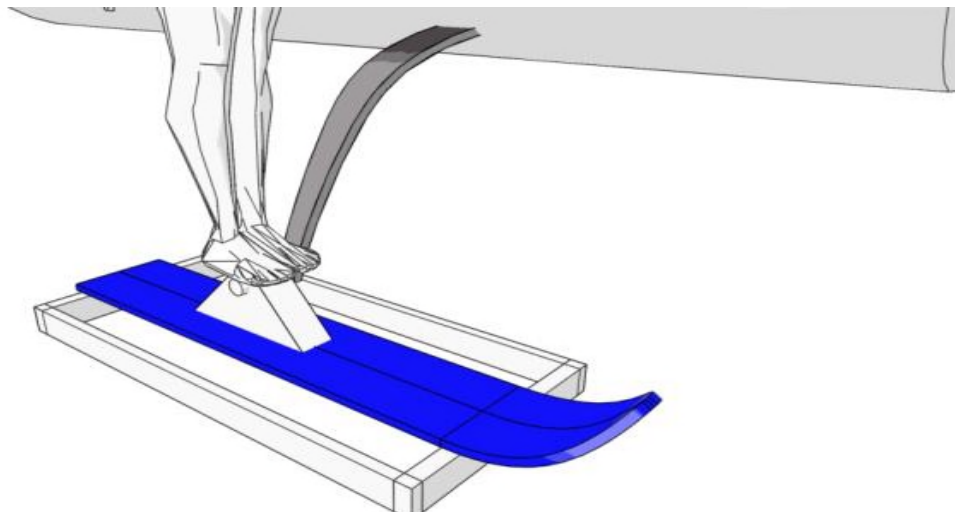
- (a) Suksi on tuettava kiinnitysrakenteistaan siten, että koekuormat välittyvät sukseen samalla tavoin kuin ne välittyisivät maakäytön aikana.
- (b) Jos pyörää käytetään tukena tehtäessä alakohtien 5.3.3 ja 5.3.4 mukaisia kokeita, on varmistettava, ettei rengas irtoa vanteelta (esim. käyttäen paineistettua vettä renkaassa);
- (c) Alakohdan 5.3.2 mukaista kuormitustapausta ei tarvitse tutkia, jos pyörä lepää tuettuna suksen pohjaa vasten ja koekuormitus siirtyisi suoraan suksesta pyörään.

5.3.1 Jaettu pystykuorma:

Tositus seuraavalla kokeella:

Suksen alle järjestetään tuet (puulankku tms) jotka on asetettu suksen äärimmäiseen taka ja etureunaan. Suksen pään nousut (kärki) voi vaatia asettamaan tuet hieman päitä lyhyemmälle etäisyydelle. Kone on kuormattu maksimilentomassaan ja suksen laakeroinnin päälle asettuu vähintään 80 kg painava henkilö.

Suksen pitää kestää kuormitus ilman että suksen keskiosa ottaa maahan eikä suksi tai sen kiinnitykset saa murtua. Taipuman ollessa niin suuri, että suksi ottaa maahan, on tukien korkeutta suurennettava riittävästi ja koe uusittava.



Koe on käytännön tilanne, jossa kone on hangella, jonka alla on eritavalla kantavia lumi/jää kerrostumia, ja nousut/poistut koneesta

5.3.2 Keskitetty pystykuorma:

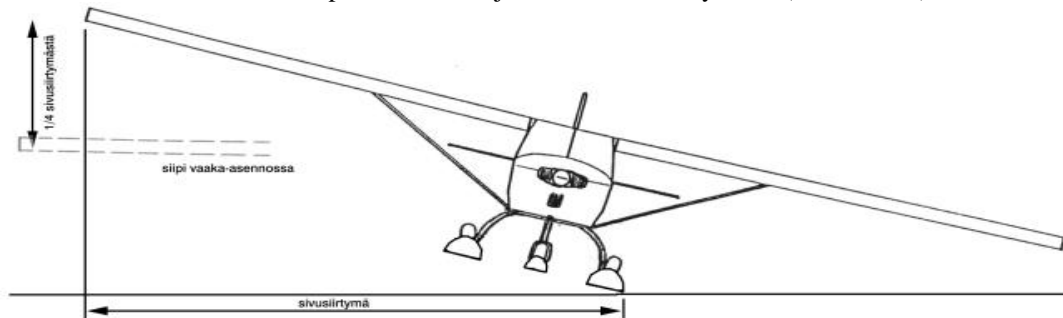
Keskitetty pystykuorma, joka on yhtä suuri kuin alakohdan 5.3.1 mukainen kuorma, on pantava vaikuttamaan suksen pohjaan suoraan suksijalustan laakeriholkin kohdalle.

Itsevalmistetulla suksella tätä kuormitustapausta ei tarvitse tutkia, jos pyörä lepää tuettuna suksen pohjaa vasten ja koekuormitus siirtyisi suoraan suksista pyörään.

5.3.3 Jaettu sivuttaiskuorma:

Tositetaan seuraavalla kokeella:

Kone kuormattu maksimilentomassaan. Kone kallistetaan nostamalla toista (esim vasenta) siipä/laskutelinettä siten että koneen massa lepää toisen (esimerkin tapauksessa oikean) suksen ulkoreunalla. Kallistus on oltava 15 astetta. 15 asteen kallistus saadaan metrimittalla siten, että kun siirrytään sivusuunnassa vaikka 3 metriä, niin kohtaa pitää nostaa neljännes sivuttaissiirtymästä (katso kuvaa).



Jotta tätä testiä saa käyttää suksen pohjan pitää pysyä koneeseen nähden alkuperäisessä asennossa. Jos sukki kiertyy kuten seuraava kuva näyttää, sivuvoima on osoitettava jollain muulla tavalla.



Tämä kallistuskoe vastaa vain noin 50 % suksen kuormitusvaatimuksesta.

5.3.4 Keskitetty sivuttaiskuorma:

Sivuttaiskuorma, joka on suuruudeltaan $0,134 * L$, on pantava vaikuttamaan suksen pohjan reunaan kohtaan, jonka etäisyys akselistä eteenpäin on $3 * d$, jossa d on akselin keskiviivan etäisyys maasta.

Esimerkkikoneella, jolla päätelineen rajakuorma oli 993 kg, on tämä voima 133 kg.

5.3.5 Kiertymä

Suksiasennuksen on kestävä kuorma, joka syntyy kun mikä tahansa yksi sukki on jäätyneenä alustaa ja muiden suksien ollessa vapaana liukumaan, kun lentokoneen pyrstöön sivusuuntaan kohdistuu voima, joka on 0,036 kertaa lentokoneen suurin lentoonlähömassa. Tähän voimaan sovelletaan poikkeuksellisesti varmuuskerrointa 1,0.

Esimerkkikoneella, jolla MTOW on 472,5 kg, on tämä voima 17 kg.

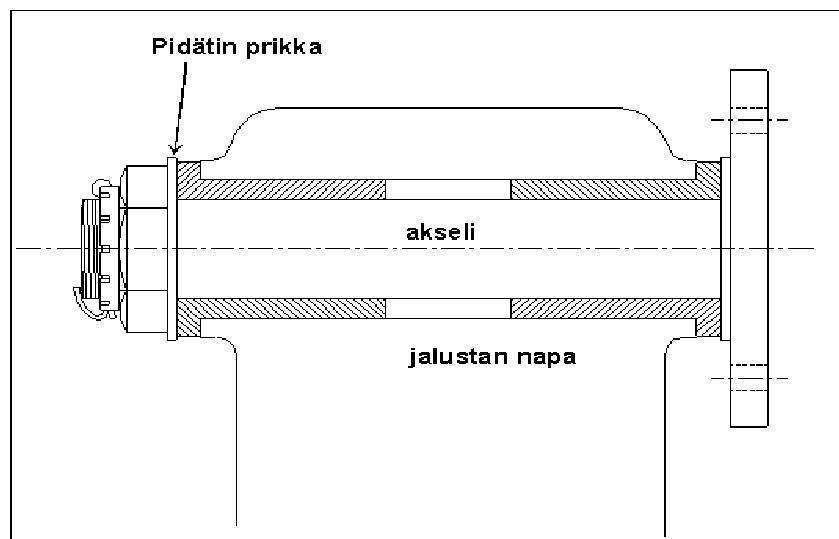
5.4 Halkiosuksi:

Halkiosuksen (kuva H1.c.) takaosalle alakohtien 5.3.1 ja 5.3.3 mukaan tuleva kuorma on jaettava jalaksille niiden leveyksien suhteessa.

6 ASENNUS

6.1 Navan vällys

Jalustan navan on sovittava akseliin siten, että vällys on vähintään 0,12 mm (0,005") ja enintään 0,51 mm (0,020"). Navassa voidaan käyttää holkkia sovitukseseen, käyttäen mitä tahansa rauta tai ei-rauta metallia, kovaa kumia tai kuitua. Jos käytetään kumi- tai kuitu holkkia, on käytettävä riittävän suuria aluslevyjä navan molemmiin puoliin navan pitämiseksi paikallaan jos holkki luistaa tai murtuu. (katso kuva H.3).



Kuva H.3 Tyypillinen naparatkaisu

6.2. Hankileikkurit

Etumainen rajoitinvaijeri toimii myös hangen leikkausvaijerina. Se rikkoo kovapintaiselta hangen pinnan ja estää myös kumiköysien leikkautumista tilanteessa jossa suksen keula menee hangen pinnan alle rullatessa. Lisäksi se estää suksen nokkaa kääntymästä liian alas, joka olisi erittäin huono asia laskeutumista ajatellen.

6.3 Vaijereiden ja kumiköysien kiinnitys ja kiinnityshelat

Kokemuksesta tiedetään, että itse suksien vauriot eivät ole yleisimmät. Rikaus (huono kiristys ja huonot kiinnityshelat) ja valettujen pylkkien materiaalivauriot ovat yleisimmät. Yleensä, turva vaijereiden ja kumiköysien kiinnityshelojen vauriot tapahtuvat suksen päässä ei rungon päässä.

Älä kiinnitä vetoköysiä ja turvavaijeria samaan pisteeseen rungossa. Järjestä kumiköysien ja vaijereiden kiinnittämiseen eri helat suksen pinnassa. Yleensä, hyväksytyt sukset toimitetaan tarvittavilla vaijereilla, kumiköysillä ja heloilla; kuitenkin seuraavia specifikaatteja voidaan käyttää niiden valmistamiseen ja asennukseen:

Vaijereiden ja kumiköysien minimimitat

Suksen rajakuorma [kg]	Yksi turvavaijeri [Ø mm]	Kaksi turvavaijeria [Ø mm]
680-1350	3	3
1350-2270	-	3
2270-3170	-	4
3170-4080	-	4,8

Suksen rajakuorma [kg]	Yksi hangen leikkaaja [Ø mm]	Kaksi hangen leikkaaja [Ø mm]
680-1350	3	3
1350-2270	4	3
2270-3170	4	4
3170-4080	-	4

Suksen rajakuorma [kg]	Yksi kumiköysi [Ø mm]	Kaksi kumiköyttä [Ø mm]
680-1350	13	13
1350-2270	19	13
2270-3170	19	19
3170-4080	-	19

6.4 Vaijerit

Tee takavaijerin, turvavaijerin ja hangenleikkaajan päätteet pleissaamalla, puristuspäätteellä tai nicopress menetelmällä; tai jos säädettävä pituus on tarpeen, käytä vaijeri kiinnikkeitä (cable clamps). Käytä vain lentokonelaatuisia tarvikkeita. (Käytettyjen tarvikkeiden on oltava yhteensopivat käytettyjen vaijereiden halkaisijoiden kanssa.)

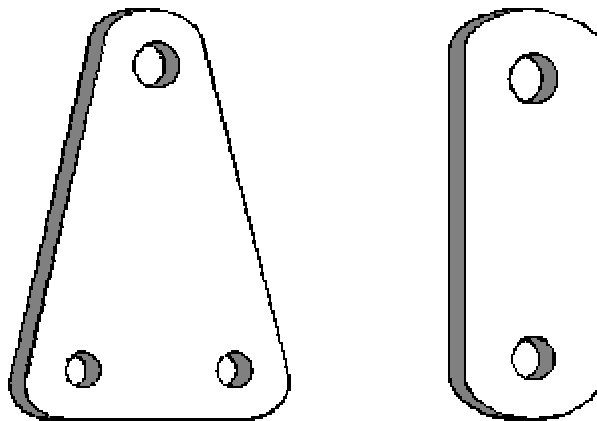
6.5 Kumiköysien päätteet

Kumiköysien päätteet voidaan valmistaa seuraavilla menetelmillä:

- (1) Tee pleissaus käyttäen oikeankokoista köysipiikkiä ja no 9 puuvilla köyttä tai vähintään halk 0,9 mm (0,035") varmistuslankaa. Kiinnitä sakkellilla (clevis) tai jousiteräksisellä pikalukolla. (Älä käytä valettuja sakkeleita.)
- (2) Käytä hyväksyttyjä jousityyppisiä kumiköyden pääty heloja.

6.6 Helojen spesifikaatiot (katso kuva H.4) ja asennus

- (1) Helat jotka on valmistettu halkaisijaltaan 3 mm (1/8") vaijerille tai halkaisijaltaan 13 mm (1/2") kumiköydelle on oltava vähintään 1,65 mm (0,065") terästä tai vastaavaa.
- (2) Helat jotka on valmistettu halkaisijaltaan 4 mm (5/32") vaijerille tai halkaisijaltaan 19 mm (3/4") kumiköydelle on oltava vähintään 2,0 mm (0,080") terästä tai vastaavaa.
- (3) Väärin asennettu hela voi aiheuttaa liiallista vinoa kuormaa kiinnityksessä ja kiinnityspulteissa ja aiheuttaa kiinnityksen tai pulttien rikkoutumisen.



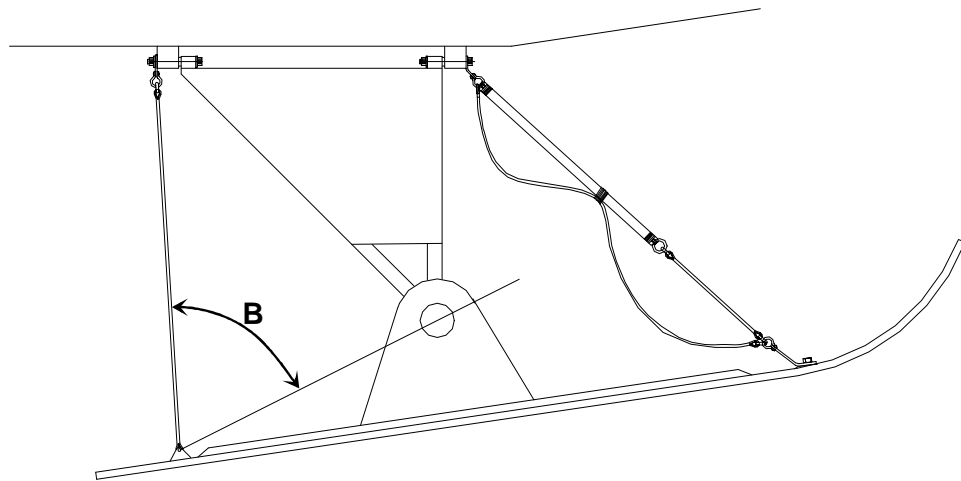
Kuva H.4 kiinnitysheloja

6.7 Suksien rikaus

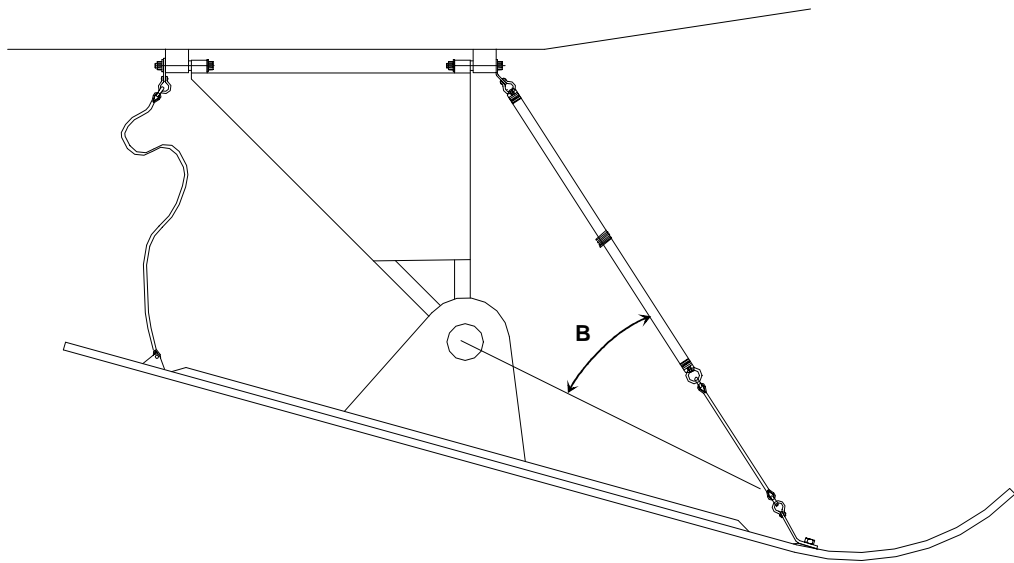
6.7.1 Kiinnityskohdat rungossa ja laskutelineessä

Valitse kiinnityskohdat siten, että kumiköysien ja vaijereiden kulmat ovat enemmän kuin 20° mitattuna pystytasosta kun laskuteline on kuormittamattomana (kulma B kuvissa 5.4 ja 5.5).

Huomautus: Älä kiinnitä heloja siiven tukistreevaan, ellei tätä ole erikseen hyväksytty (valmistaja). (ja näin ei tiettävästi yhdessäkään koneessa ole tilanne!)



Kuva H.5 Pääsuksi max positiivisessa kulmassa.

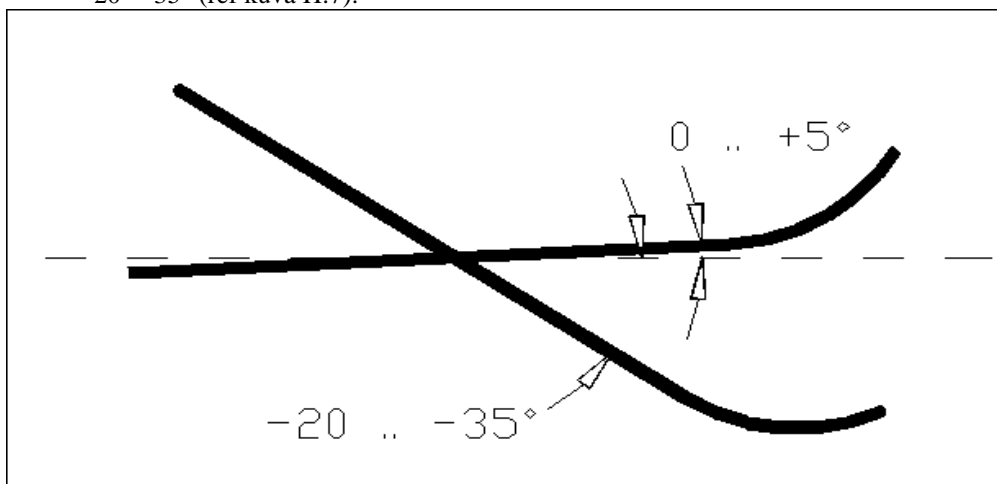


Kuva H.6 Pääsuksi max negatiivisessa kulmassa.

6.7.2 Pääsuksen kohtauskulma

(Lentokone vaakitettuna laskuteline kuormittamattomana.)

- Säädä takavaijerin pituus siten, että suksen pohja kohtauskulma (nokka ylös) on välillä $0^\circ - 5^\circ$ (ref kuva H.7).
- Säädä turvavaijerin (etuvaijeri) pituus siten, että suksen pohja kohtauskulma (nokka alas) on välillä $-20^\circ - 35^\circ$ (ref kuva H.7).

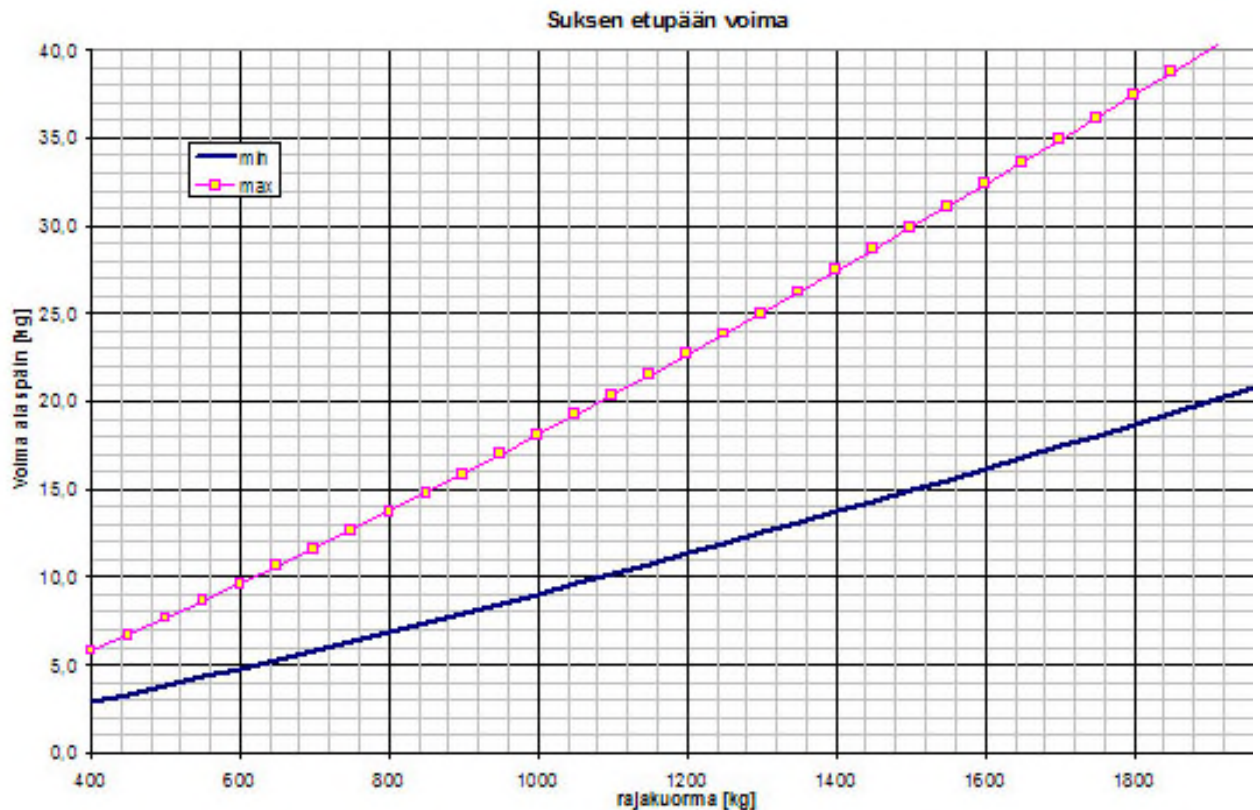


Kuva H.7 Pääsuksen asennuskulmat.

6.7.2 Pääsuksen kumiköyden jännitys

Järjestä riittävästi jännitystä suksen etupäähän estämään suksen flutteri ja kääntyminen eri lentoasennoissa ja lentonopeuksilla. Koska kumiköydet voidaan asentaa niin eri kulmissa suksiin, ei kumiköyden jännitykselle voida antaa arvoja.

Voima joka tarvitaan painamaan suksen etupäätä alaspäin siten, että takavaijeri löystyy olisi oltava alueella;

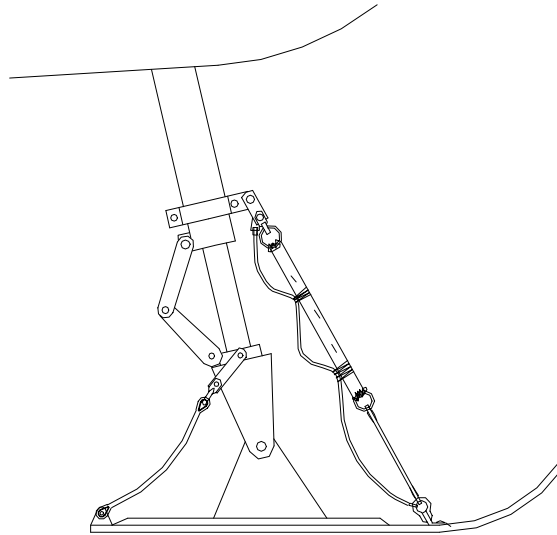


Esimerkitapauksessa (MTOW 430 kg) rajakuormat päätelineelle oli 993 kg ja nokkatelineelle 662 kg, joten päätelineen sandumin voima 9 – 18 kp ja nokkasuksella 5 – 11 kp.

6.8 Nokkasuksen asennus

Nokkatelineen suksi asennetaan samalla tavoin kuin päätelineen suksi (katso kuva H.8) paitsi;

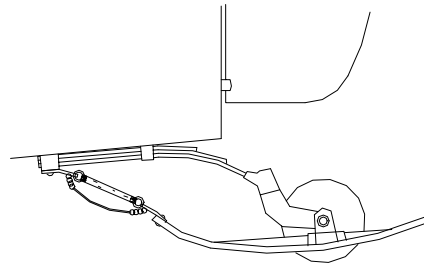
- Säädä turvavaijerin pituus siten, että suksen pohja kohtauskulma (nokka alas suunta) on välillä -5° - 15° (ref kuva H.7 ja H.8).
- Jos on mahdollista, että vaijerit tai köydet ottaisivat kiinni potkuriin värinän seurauksena, asenna halk 7 mm (1/4") kumiköysi pitämään narut pois potkurin kehältä.



Kuva H.8 Tyypillinen nokkatelinesuksi.

6.9 Kannussuksen asennus

- Käytä kannussuksia, jotka on hyväksytty lentokoneeseen, jonka massa on suunnilleen sama (10% sisällä) tai valitse suksi kuten kohdassa 5 on esitetty. Riippuen valitun suksen tyypistä, kannuspyörä voidaan joutua poistamaan.
- Säädä rajoitusvaijerin pituus siten, että suksi voi kääntyä 35° kumpaankin suuntaan (ref kuva H.9) kun lentokoneen massa lepää suksella.
- Kumiköysi (kuva H.9) on oltava sen mittainen, että se pitää suksen lennolla suoraan eteen asennossa.



Kuva H.9 Tyypillinen kannusasennus.

7 Laskenta

Esimerkiksi laskettuja eräiden ultrien suksilta vaadittavat rajakuormat (kg):

Tyyppi	MTOW	pääsuksi	nokka/kannussuksi
Cora	450 kg	910 kg	405 kg
Eurocub Mk1	450 kg	973 kg	214 kg
Eurofox	450 kg	924 kg	377 kg
Eurostar EV97	450 kg	940 kg	462 kg
FK9 mkIV	450 kg	971 kg	323 kg
Ikarus C42B	450 kg	917 kg	530 kg
TL96 Star	450 kg	873 kg	434 kg

Huomaa, että painopistealueen eturaja on nokkasukselle useimmiten se määräävä, varsinkin jos nokkateline on lähellä painopistealuetta.

Tähän normiin liittyy taulukkolaskin taulukko, jolla rajakuormat voidaan laskea.

8 Lento-ohjekirja

Vähimmäisvaatimukset suksitoiminta liitteelle:

- -asennusohjeet, joissa vähintään osaluettelo tarvittavista osista
-