

## Asia

Suomessa on nähty ultrissa sähkökäyttöisiä korkeusohjausjärjestelmän trimmejä, jotka ovat yksisuuntaisia vain sähköä ollessa päällä.

Sähköhäiriö tai tahallinen sähköjen sammuttaminen vapauttaa trimmi servon ja järjestelmän flutterimahdollisuus on ilmeinen.

Järjestelmä ei täytä kaikissa lentokelpoisuusvaatimuksissa olevaa ehdotonta vaatimusta, että trimmin käytön pitää olla yksisuuntainen, jos trimmilaippaa ei ole massatasapainoitettu.

## Tarkenne

Turvallinen ratkaisu on trimmilaipan massatasapainoitus. Silloin käytölle ei ole ehtoja.

Korkeusohjaimessa (tai missä muussa ohjaimessa tahansa) oleva trimmilaippa saa olla massatasapainoittamaton. Mutta silloin sen käytön on oltava yksisuuntainen (irreversible). Kaikissa tunnetuissa lentokelpoisuusvaatimuksissa, myös Suomessa, on tätä koskeva vaatimus (pykälä 677). Tarkoittaa sitä, että trimmilaippaa saa liikuttaa vain ohjaajan suunnasta, se ei saa liikkua itse trimmilaippaa vääntämällä. Jos trimmilaippa liikkuu itse laipasta kääntäen, mahdollisuus korkeusperäsimen/trimmin värähtelyyn koneen lentäessä on olemassa.

## Sähköiset käyttölaitteet

Perinteinen trimmin sähkökäyttöinen käyttölaite, joka on ollut järjestetty matoruuvilla, on selkeästi yksisuuntainen.

Mutta sähköinen käyttölaite, jossa käyttövipu on hammasratasvälityksellä suoraan sähkömoottorin päässä, ei ole yksisuuntainen. Esimerkiksi lennokkien ohjailuun käytetyt servot ovat tällaisia. Niiden pitovoimaan vaikuttaa välitys, sekä sähköinen järjestely. Jos tällainen servo tunnistaa oman asentonsa, sähköjen päälläolo jäykistää sen selkeästi. Pitovoima voi kasvaa ainakin kertaluokkaa suuremmaksi.

Tämäntyyppinen servo trimmin käyttölaitteena toimii hyvin, niinkauan kuin se saa sähköä. Mutta vapautuu jos sähkönsaanti keskeytyy. Se on siis lentokoneen turvallisuuden kannalta kriittisin laite.

## Onko pitovoima riittävä

Kaikki mekaaniset laitteet antavat periksi, jos voimaa on riittävästi. Trimmin tapauksessa riittävä voima, jolla sähköinen käyttölaite ei saa liikkua on sama kuin mitä trimmilaipan rakenteellinen kestävyys pitää olla. Eli käyttölaitteen ei tarvitse kestää enempää kuin itse trimmilaipan.

Sopiva yksinkertaisesti laskettavissa oleva voima on tähän poimittu ASTM 2245 kohdasta X1.5.

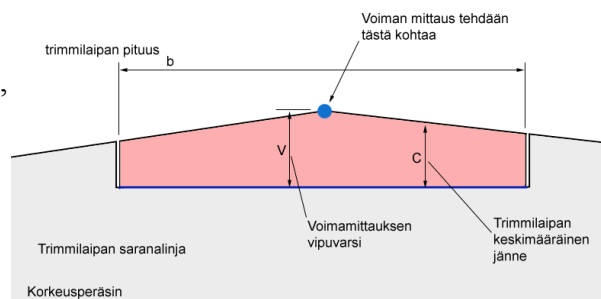
Tarvittavat mitat trimmistä ovat;

Trimmilaipan pituus (b),

Trimmilaipan keskimääräinen jänne (c),

Kohta jota käytetään voiman mittaukseen on paras olla trimmin käyttölaitteen kiinnityksen kohdalla (on vahvin kohta), ja siitä kohdan josta voima mitataan etäisyys saranalinjaan on voimamittauksen vipuvarsi (V).

Lentokoneesta tarvitaan; maksimi lentomassa, sallittu positiivinen kuormitusmoninkerta ja siipipinta-ala.



Näistä tiedoista voidaan laskea seuraavilla kaavoilla millä voimalla trimmin pitää pysyä paikoillaan, sähköt päällä ja sähköt pois .

$$w = 7,65 \cdot n1 \cdot m / S \quad [\text{kg/m}^2]$$

jossa

- n1 = liikehdinnän sallittu kuormituskerroin ['g'],  
 m = koneen suurin sallittu lentomassa [kg]  
 S = siipipinta-ala [m<sup>2</sup>]

saadaan keskimääräinen pintapaine w, sen pitää kuitenkin olla vähintään 600 kg/m<sup>2</sup>.

Kun trimmilaipan mitat ovat edellä mainitut (ja kuvassa esitetyt):

- b = kärkiväli [m]  
 c = keskimääräinen jänne saranalinjasta jättöreunaan [m]

takareunassa vaikuttava voima on:

$$F = 5/6 \cdot b \cdot c \cdot w / V \quad [\text{N}]$$

Esimerkiksi:

maksimilentomassaa	450 kg
siipipinta-ala	11 m <sup>2</sup>
liikehdinnän sallittu kuormituskerroin	4 g
Laipan pituus b =	0,3 m
laipan keskimääräinen jänne =	0,04 m
keskellä mistä voima mitataan jänne =	0,05 m

saadaan että:

$$w = 1252 \text{ kg/m}^2, \text{ ja}$$

$$\text{voima } F = 13 \text{ N} = 1,3 \text{ kg}$$

Kun sekä sähköt päällä että trimmi ilman sähköjä (irrota akkukaapeli akusta tätä varten jotta voit varmistua että näin varmasti on) takareunasta nostetaan tai painetaan 1,3 kg voimalla, trimmi ei saa liikkua. Tämä voima on sama kuin mitä trimmin pitää kestää muutenkin. Voiman mittausta varten voit laittaa trimmin ylä- ja alapuolelle tukikappaleita tasaamaan kuormaa.

## Korjaustoimenpiteet

Jos trimmi liikkuu em testillä, trimmin flutterikestävyys on kyseenalainen.

Muuta trimmin käyttö käyttämään yksisuuntaista käyttölaitetta. Tämä tarkoittaa yleensä matoruuvilla toteutettua laitetta.

