



# Purjelentokoneiden punnitus

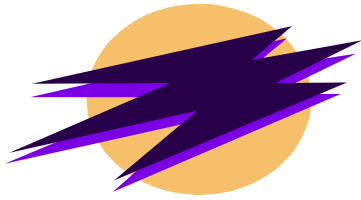
18 - 19. 3. 1995

Markku Hiedanpää



# Miksi ilma-aluksia punnitaan

- ◆ Jotta voidaan määritellä onko ilma-alus tyyppihyväksymistodistuksen (so koelennoilla tositettujen) massa- ja massakeskiörajoitusten mukainen.
- ◆ Määritellään koneyksilön kuormausrajoitukset.
- ◆ Annetaan kuormausohjeita lentäjille.



# Punnitusmääräykset ja -tiedoitukset

- ◆ Harrasteilmailun ilma-aluksia koskevat:
  - ◆ AIR M2-5 m2, Lentokoneet (experimental)
  - ◆ AIR M4-5, Helikopterit (experimental helikopterit ja autogiro)
  - ◆ AIR M5-2, Harrasterakenteiset ilma-alukset
  - ◆ AIR M5-10 m1, Ultrakevyet lentokoneet
  - ◆ AIR M6-2 m1, Purje- ja moottoripurjelentokoneet
  - ◆ AIR T6-2, Ohjeita purje- ja moottoripurjelentokoneiden punnitukselle.
  - ◆ Ilma-aluksen suunnittelijan laatimat ja ilmailuviranomaisen hyväksymät rajoitukset ja sille laadittu lentokäsikirja tai lento-ohjekirja.



# Kuka saa punnita ?

- ◆ Ilma-aluksen valmistaja.
- ◆ Ilma-aluksen punnituksen ja punnituspöytäkirjan ja -todistuksen saa tehdä ilmailuvälinekorjaamo tai ilmailulaitoksen myöntämän punnituskelpuutuksen haltija.



# Koska on punnittava ?

- ◆ Suomalaisen lentokelpoisuustodistuksen myöntämistä varten
- ◆ 5 vuoden välein.
- ◆ Aina tarvittaessa:
  - ◆ erityistarkastus
  - ◆ vauriokorjaus
  - ◆ Perushuolto
  - ◆ Peruskorjaus
  - ◆ tai kun ilma-aluksen perusmassa muuttuu enemmän kuin +- 3 kg tai jos massakeskiö siirtyy enemmän kuin +- 1 Cm.



# Määritelmiä

- ◆ Tyhjämassa
  - ◆ Sisältää koneen rekenteen ja ilmailumääräysten mukaisen vähimmäisvarustuksen
- ◆ Perusmassa
  - ◆ Sisältää tyhjämassan lisäksi myös muut koneen mukana vakituisesti pidettävät laitteet ja varusteet sekä asiakirjat
- ◆ Suurin sallittu lentomassa
  - ◆ On suurin sallittu kokonaismassa koneella toimittaessa
- ◆ Massakeskiö
  - ◆ On piste, josta ripustettuna kone pysyy tasapainossa



# Määritelmiä ...

- ◆ **Perusviiva**
  - ◆ On koneessa oleva ajateltu suora, jonka täytyy olla punnituksen aikana vaakasuorassa
- ◆ **Perustaso**
  - ◆ On perusviivaan nähden kohtisuora taso, jonka suhteen koneen massakeskiön liikkuma-alue määritellään
- ◆ **Koneen vaaitus**
  - ◆ Tarkoittaa koneen asettamista siten että perusviiva ja siivet ovat vaakasuorassa



# Punnittaessa huomioitava

- ◆ Koneen on oltava punnittaessa puhdas ja kuiva sekä ”**perusmassa**” varustuksessa.
- ◆ Punnitsijalla on oltava ilmailulaitoksen lupa punnita kyseisen ryhmän ilma-aluksia
- ◆ Mittalaitteet on sovelluttava mitta-alueeltaan kyseiseen punnitukseen
  - ◆ Vaa’an virhe saa olla enintään 0,5%
  - ◆ Nollaus on tarkastettava ennen ja jälkee’n punnituksen





# Punnituksessa huomioitava ...

## ◆ Punnituspaikka

- ◆ Punnituksen on tapahduttava suojaisessa paikassa jossa ei tapahdu kosteuden tiivistymistä.

## ◆ Punnituksen suoritus

- ◆ Yleensä kone punnitaan vaaitetuna pää- ja kannustelineistään.
- ◆ Tukipisteiden alla olevien vaakojen lukemat merkitään punnituspöytäkirjaan, vaakasilloilla olevien tukien massat on huomioitava.
- ◆ Vaakojen mahdolliset virheet on huomioitava.
- ◆ Tukivoiman siiven kärjessä on oltava niin pieni, ettei se vaikuta punnitustulokseen.



## Punnituksessa huomioitava ...

---

- ◆ **Tukipisteiden kohtisuorat etäisyydet perustasosta on aina mitattava.**



# Punnituspöytäkirja ja -todistus

- ◆ Punnituksesta on tehtävä pöytäkirja jonka laskelmien perusteella punnitustodistus täytetään.
- ◆ Punnitustodistuksen on sisällettävä punnituksen perusteella määritellyt kuormausrajoitukset.
- ◆ Punnituspöytäkirjana ja -todistuksena on käytettävä Ilmailulaitoksen hyväksymää kaavaketta.
- ◆ Punnituspöytäkirja ja -todistus on tehtävä kolmena kappaleena, jotka on varmennettava punnitsijan nimikirjoituksella.
  - ❖ Yksi koneeseen
  - ❖ Yksi ILL:lle
  - ❖ Yksi punnitsijalle



# Massantarkkailu

- ◆ Mikäli ilma-aluksen massa muuttuu enemmän kuin  $\pm 3$  kg tai massakeskiö siirtyy enemmän kuin  $\pm 1$  cm, on muutokset kirjattava punnitustodistukseen.
- ◆ Muutoksista on lähetettävä ilmoitus Ilmailulaitokseen.
- ◆ Massantarkkailu voidaan tehdä myös kirjaamalla ylös poistettujen tai lisättyjen osien massat ja etäisyydet perustasosta ja laskemalla näiden perusteella uudet kuormausrajoitukset.



# Moottoripurjelentokoneet

- ◆ Moottoripurjelentokoneiden punnituksessa on sovellettava ilmailumääräyksen AIR M5-2 ohjeita polttoaineen, öljyn yms. huomioon ottamiseksi.



# Uusi kone

- ◆ Perusmassa
- ◆ Ei-kantavien osien massa
- ◆ Ohjaajan / matkustajan paikka
- ◆ Polttoaineen paikka



# Viisivuotispunnitus

- ◆ Miten kone on lihonut
- ◆ 2%/5v lihoaminen on normaalia
- ◆ Mihin paino kertyy
- ◆ Ovatko kuormausrajoitukset edelleen voimassa



# Punnituspaikka

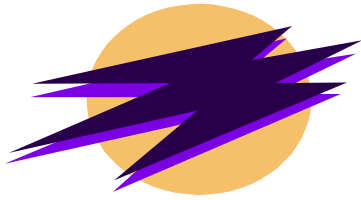
- ◆ Koneen pitää mahtua tilaan, usein myös vähän liikkumaan
- ◆ Tuuleton
- ◆ Ei saa tapahtua kosteuden tiivistymistä
- ◆ Tasainen lattia helpottaa punnitusta





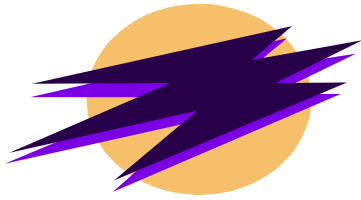
# Tuuli

- ◆ Lehmän henkäys muodostaa siivissä usean kilon nostovoiman
- ◆ Tuuli on aina puuskaista



# Vaa'itus

- ◆ Koneen käsikirjasta löytyy ohjeet
- ◆ Kone yleensä lentoasennossa
  - ◆ Siiven alapinta vaakasuorassa
  - ◆ Siiven jänne vaakasuorassa
  - ◆ Kone noin  $1,5 - 2 V_s$  asennossa



# Perustaso

- ◆ Painopiste on keskijänteeseen mitattu suure
- ◆ Perustaso pitää voida mitata keskijänteestä
  - ◆ Siiven etureuna
  - ◆ Rungon kiinteä kohta
- ◆ Huonoja paikkoja ovat kaikki irto-osat



# Mittauspisteet

- ◆ Yleensä pyörät
- ◆ Mittaa etäisyys perustasosta
  - ◆ Luotilanka
  - ◆ Suora lauta
  - ◆ Metrimitta
- ◆ Mitä lähempänä perustasoa sen tarkemmin

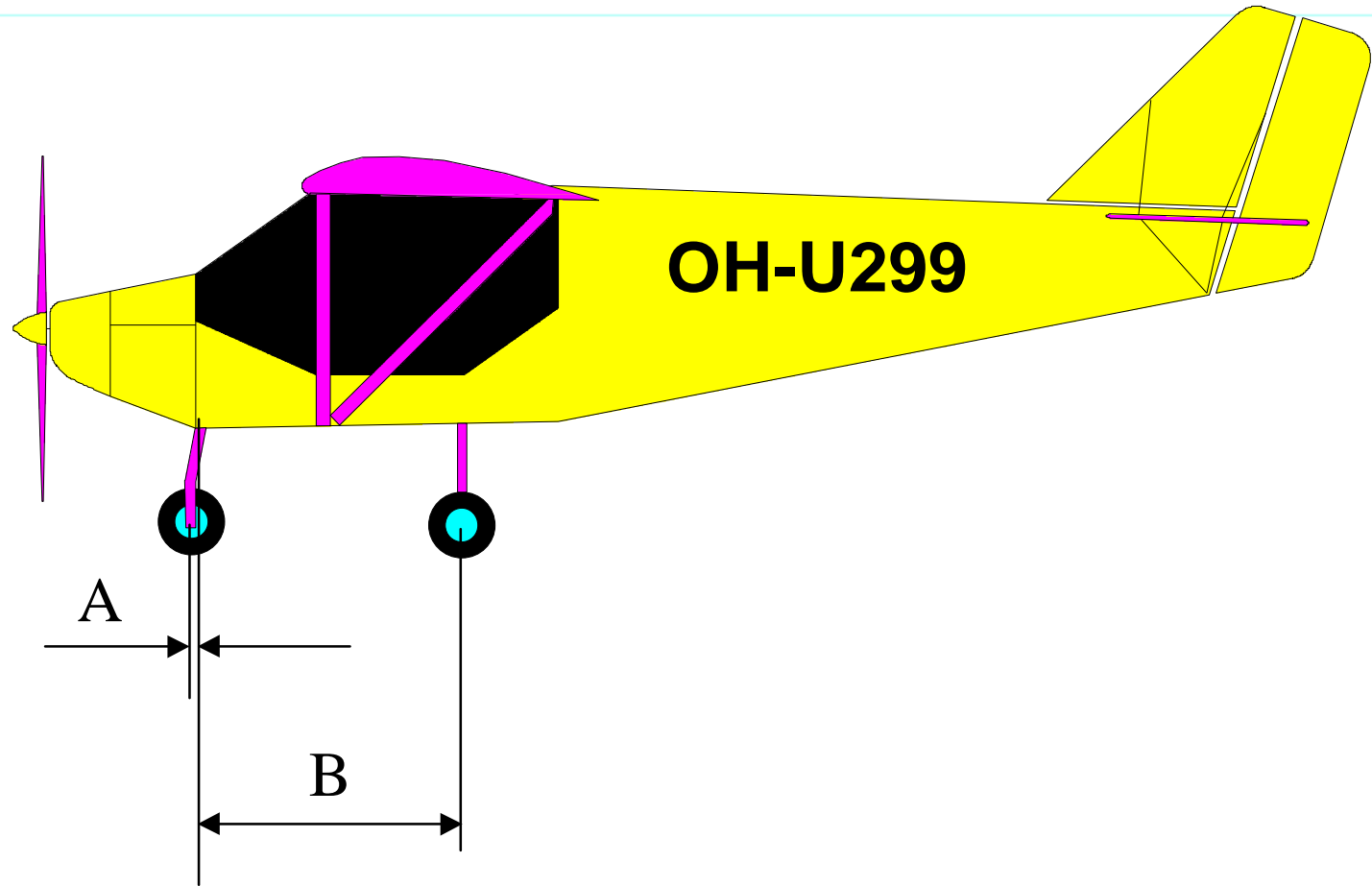


# Ohjaajan paikka

- ◆ Punnitse kone tyhjänä
- ◆ Punnitse kone ohjaajan kanssa
- ◆ Paikka lasketaan näistä



# Mitat





# Laskut

$$m_{kone} [kg] = m_{nokkateline} [kg] + m_{pääteline} [kg]$$

$$M_{kone} [kgm] = m_{nokkateline} [kg] * A[m] + m_{pääteline} [kg] * B[m]$$

$$pp_{kone} [m] = \frac{M_{kone} [kgm]}{m_{kone} [kg]}$$



# Pilotin paikka

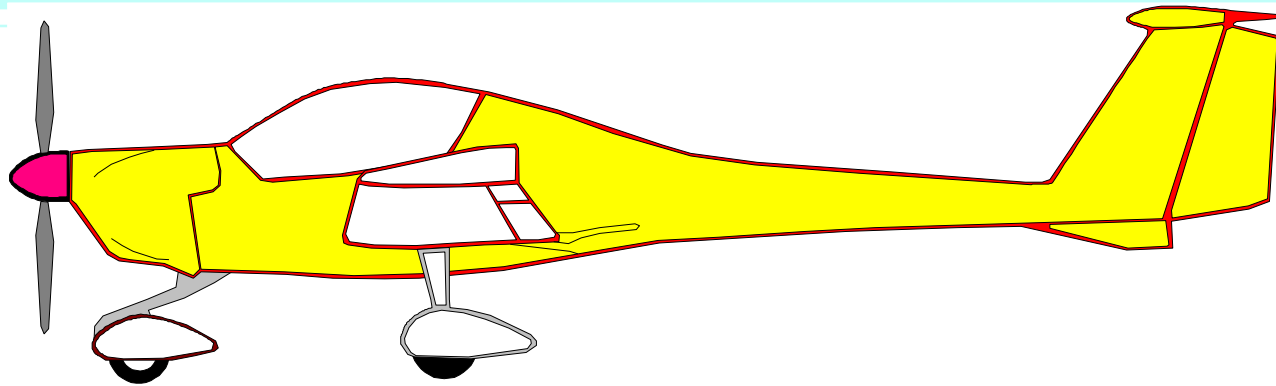
$$m_{kuormattu} [kg] = m_{kone} [kg] + m_{pilootti} [kg]$$

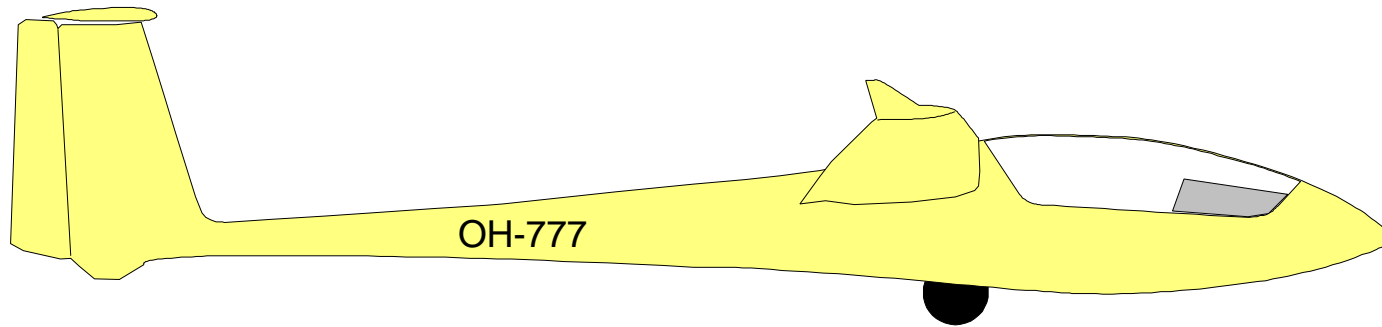
$$m_{pilootti} [kg] = m_{kuormattu} [kg] - m_{kone} [kg]$$

$$M_{kuormattu} [kgm] = m_{kone} [kg] * pp_{kone} [m] + m_{pilootti} [kg] * pp_{pilootti} [m]$$

$$pp_{pilootti} [m] = \frac{M_{kuormattu} [kgm] - M_{kone} [kgm]}{m_{pilootti} [kg]}$$







8.6.1998

ILMAILULAITOS

26

