

## LENTOKONEMITTARIT – minimi-mittarivarustus

- korkeusmittari
- nopeusmittari
- magneettikompassi
- luisumittari
- polttoaineen määrämittari ellei polttoaineen määrää lennolla voida luotettavasti muutoin todeta.
- moottorin pyörimisnopeusmittari
- sylinterinpään lämpömittari (2-t moottorit)
- pakokaasun lämpömittari (2-t moottorit) ellei ole sylinterinpään lämpömittaria

## MITTAREIDEN OHJEMERKINNÄT


Vihreä = Yleismerkintä: Normaali käyttöalue  
 Nopeusmittarissa: Sallittu nopeus puuskaisella säällä, tai lentäminen täysillä ohjausliikkeillä

Valkoinen nopeusmittarissa: Laskusiivekkeiden käyttöalue

Keltainen nopeusmittarissa: Sallittu tyynessä säässä.  
 Rajoitettu pienin ja varovaisin ohjausliikkeisiin

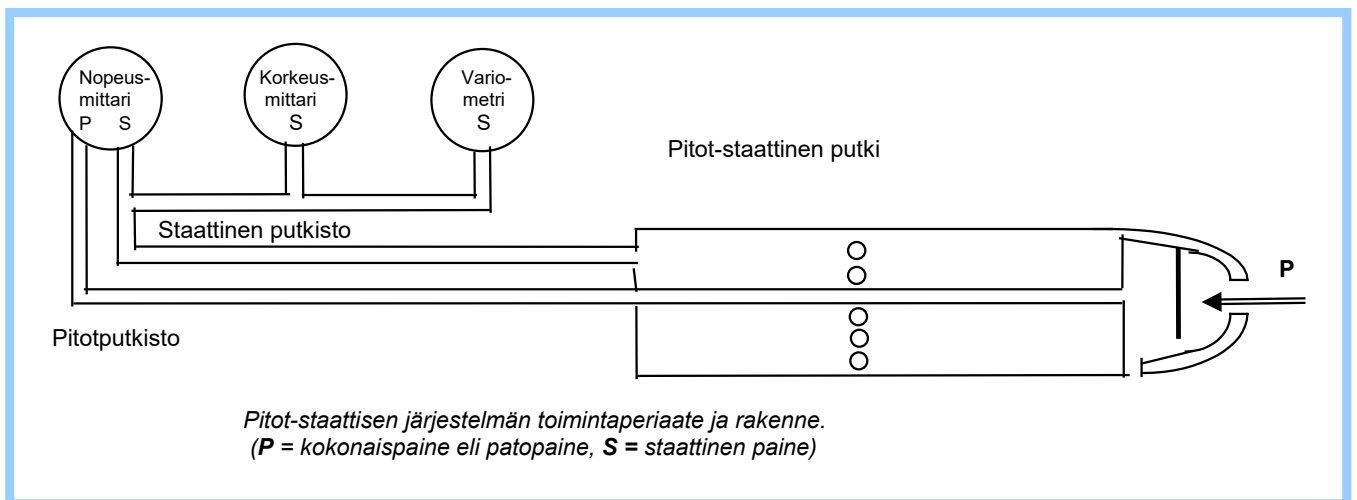
Punainen = Yleismerkintä: Vaarallinen alue, joka vaatii ohjaajalta välittömiä erikoistoimenpiteitä.

Nopeusmittarissa: Älä ylitä tätä nopeutta!

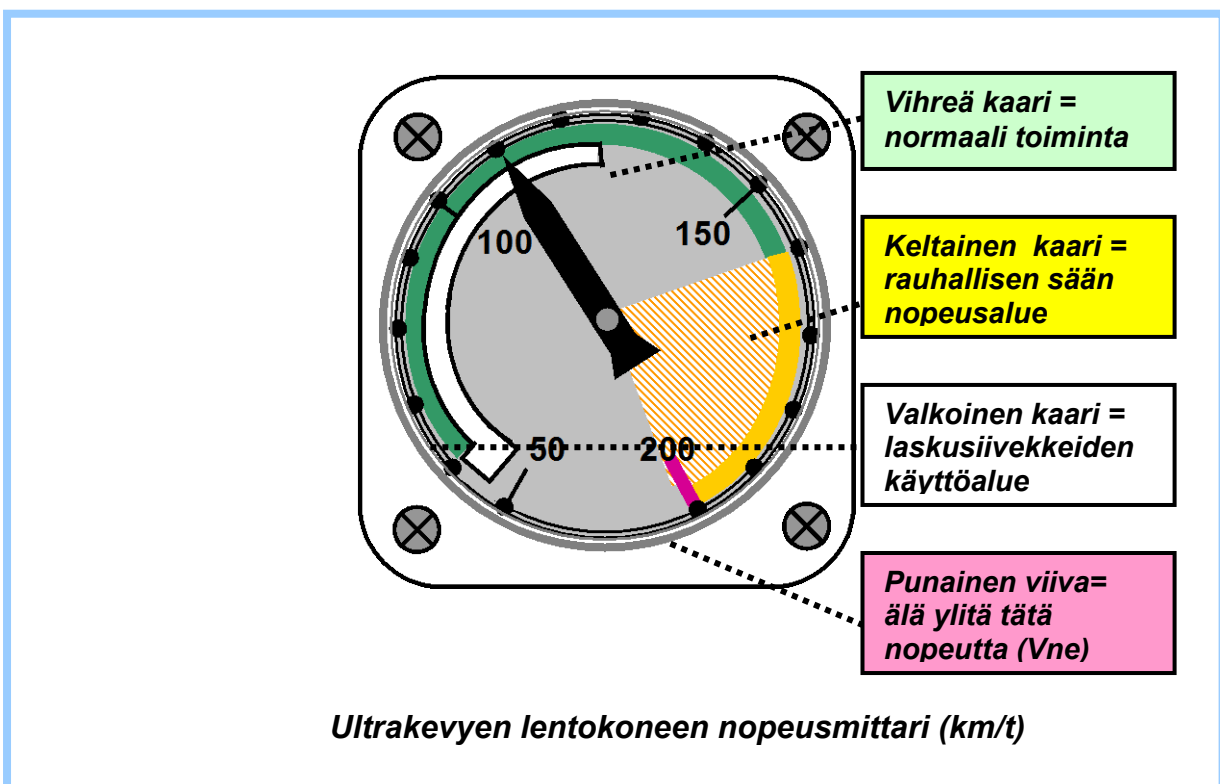
Keltainen  nopeusmittarissa: Suositeltu lähestymisnopeus

## PITOT-STAATTINEN JÄRJESTELMÄ

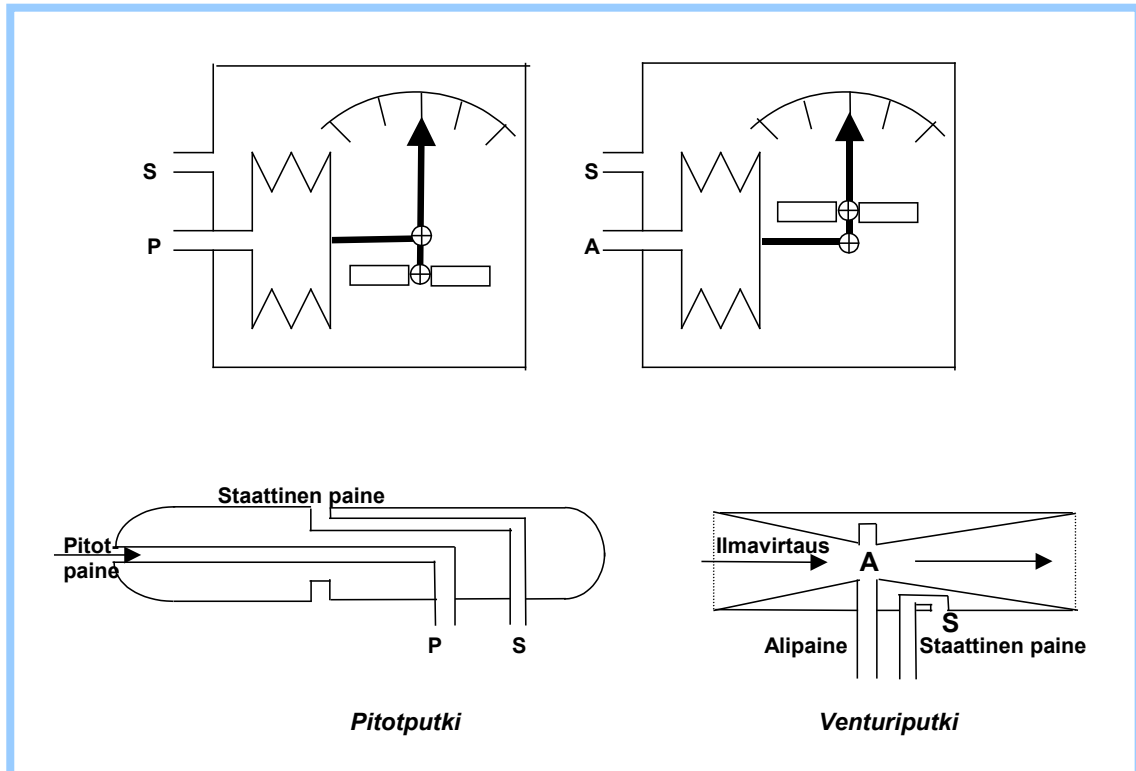
- pitot-staattinen putki
- pitot- ja staattisen paineen putkisto
- staattisen paineen aukot, sekä
- pitot-staattisen järjestelmän lennonvalvontamittarit:
  - 1) painekorkeusmittari
  - 2) nopeusmittari
  - 3) pystynopeusmittari (variometri)



## NOPEUSMITTARI



## Nopeusmittarin toimintaperiaate



Pitotputkella toimiva nopeusmittari mittaa:  
pitotpaineen (kokonaispaineen) ja staatinnisen paineen eron

Venturiputkella toimiva nopeusmittari mittaa:  
venturissa syntyneen alipaineen ja staatinnisen paineen eron

### NOPEUSMITTARIVIRHEET

- mittarivirhe (mittarin mekanismit)
- asemavirhe (staatinnisen paineen aukon tai pitotputken vähemmän sopivasta sijainnista)
- korkeusvirhe (kalibrointi tarkka MSL-tasolla)
- asentovirhe (luistavasta lentotavasta johtuen)
- ilman poikkeaminen standardi-arvoista (tiheys, ilmanpaine)
- muut virheet (staatinnisen paineen varajärjestelmän käyttö, putkistovuodot, kondenssivesi ym.)

## NOPEUSKÄSITTEET      LYHENTEET /MÄÄRITELMÄT

mittarinopeus	<b>IAS</b> = Indicated Airspeed = mittarinäyttämä sellaisenaan
kalibroitu ilmanopeus	<b>CAS</b> = Calibrated Airspeed = mittarinopeus, joka on korjattu mittarivirheellä ja asemavirheellä
tosi-ilmanopeus	<b>TAS</b> = True Airspeed = kalibroitu ilmanopeus paine- ja lämpötilakorjauksella
maanopeus	<b>GS</b> = Ground Speed = tosi-ilmanopeus, johon on tehty tuulikorjaus

Tärkeimmät suoritusarvoihin liittyvät nopeuskäsitteet:

<b>V<sub>a</sub></b>	= Suunnittelun mukainen liikehtimisnopeus (= Aerobatic Flight)
<b>V<sub>c</sub></b>	= Suunnittelun mukainen matkanopeus (= Cruise)
<b>V<sub>d</sub></b>	= Suunnittelun mukainen syöksynopeus (= Dive)
<b>V<sub>fe</sub></b>	= Suurin sall. nopeus laskusiivekkeet ulkona (= Flaps Extended)
<b>V<sub>ne</sub></b>	= Älä ylitä tätä nopeutta (= Never Exceed)
<b>V<sub>s</sub></b>	= Sakkausnopeus (= Stalling) tai pienin tasainen nopeus, jolla lentokone on ohjattavissa

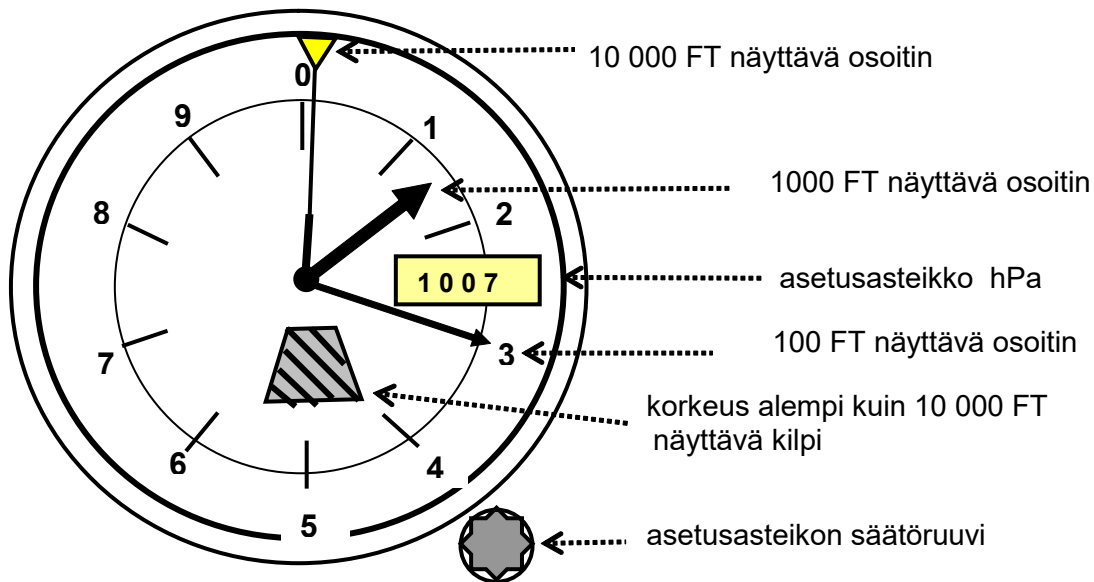
Nopeusmittarin mittayksiköt:

kilometrejä tunnissa KM/T,  
solmuja eli meri-maileja tunnissa 1 KT = 1,852 km/t, sekä  
maamaileja tunnissa 1 MPH = 1,609 KM/T.

## KORKEUSMITTARIT

Korkeusmittari on itse asiassa pelkkä ilmapuntari

Mittari on varustettu säätöruuvilla, millä voi valita sopiva asetus



Korkeuskäsitteet (FT tai metrejä, yksi jalka = 0,3048 m.)

- a) mittarikorkeus 1 = korkeus QNH-asetuksella (merenpinnasta) = (engl. Altitude)
- b) mittarikorkeus 2 = korkeus QFE-asetuksella (maanpinnasta) = (engl. Height)
- c) painekorkeus = korkeus QNE- eli standardiasetuksella = (engl. Pressure Altitude)
- d) kalibroitu korkeus = mittarikorkeus mittari-/sijaintivirhe korjattuna = (Calibrated Altitude)
- e) Tosikorkeus = kalibroitu korkeus josta on tehty lämpötila- ja painekorjaus = (True Altitude)

### Korkeusmittariasetukset:

**QFE**-asetus = mittari näyttää nolaa lentopaikalla

**QNH**-asetus = mittari näyttää maassa kentän korkeutta MSL

**QNE**-asetus = mittari näyttää korkeutta suhteessa ICAO:n standardipaineeseen 1013.25 hPa (=29.92 inHg) MSL tasolla

QNE on käytettävä siirtokorkeudella (5000 FT/MSL) tai tämän yläpuolella.

### Korkeusmittarivirheet:

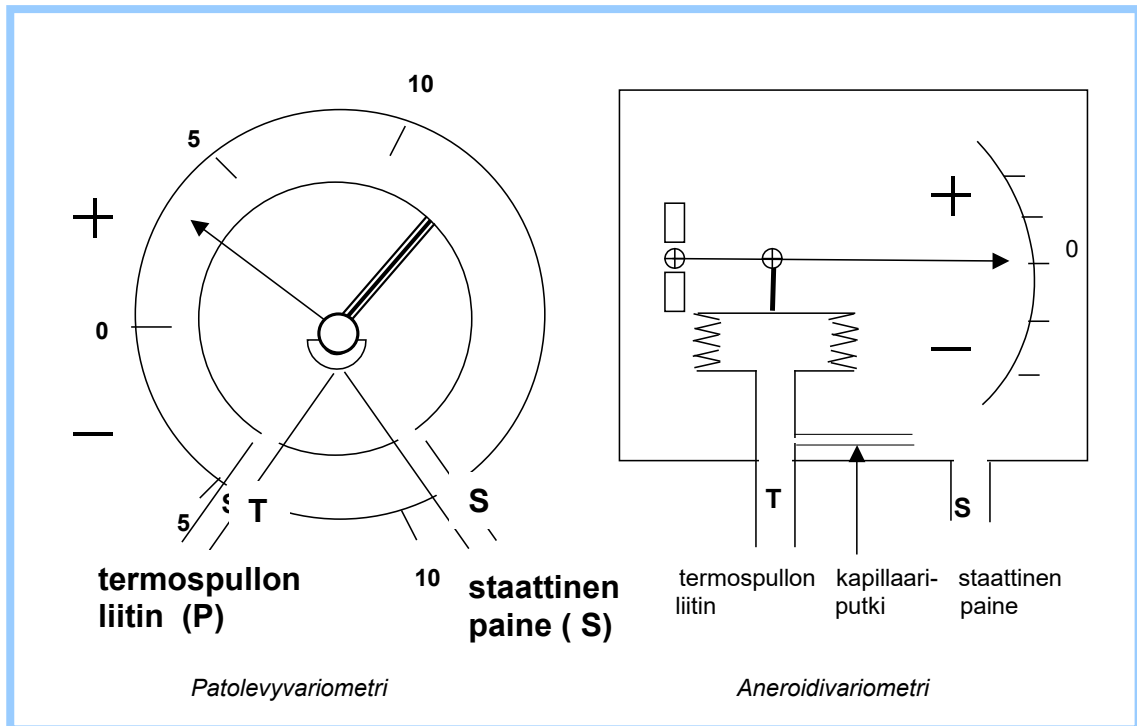
- asetusvirhe \*) = väärä QNH, QFE tai QNE (ohjaajan virhe)
- asemavirhe = johtuu staattisen paineen väärästä paikasta
- asentovirhe = luistava lentotapa
- lämpötilavirhe = ilman lämpötilan poikkeamisesta ISA:n arvoista
- hitausvirhe = johtuu mittarin osien mekaanisesta kitkasta
- painevirhe = johtuu muuttuneesta paineesta ilmakehässä
- muut virheet = mekaaninen vika, tukkeuma, jäätyneet vesitankit ym.

**HUOM.** Kun pyörittää säätöruuvia siten, että mittarin osoitin siirtyy kohti suurempia korkeuslukemia, lukema paineasetuksen ikkunassa kasvaa jatkuvasti.

Tämä tarkoittaa, että jos oikean QNH-asetuksen asemesta on vahingossa valittu LIIAN PIENEN paineen, mittari näyttää todelliseen korkeuteen nähden LIIAN ALHAISTA korkeutta.

Em. virhe saattaa helposti johtaa lentämiseen liian korkealla jossa valvotun ilmatilan raja ylittyy ilman lennonjohtoselvitystä.

## VARIOMETRI ELI PYSTYNOPEUSMITTARI

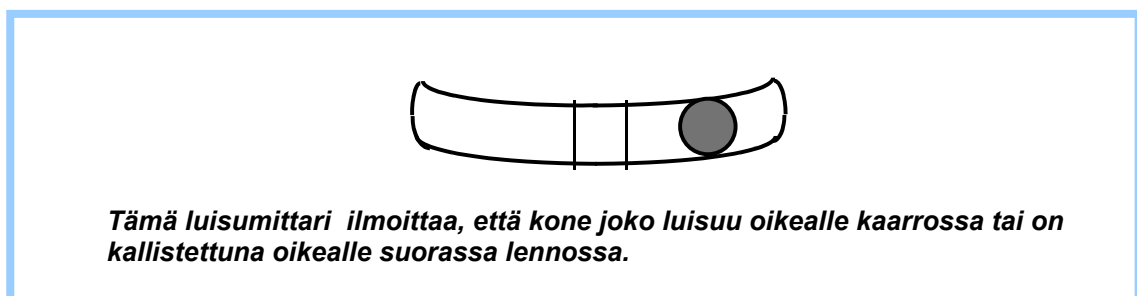


Pystynopeusmittarin toiminta muistuttaa korkeusmittaria

Mittausyksikköinä käytetään m/sek tai 100 FT/min

Jos mittari näyttää 5 (00) FT/min nousunopeus on n. 2,5 m/sek.

## KUULATYPPINEN LUISUMITTARI



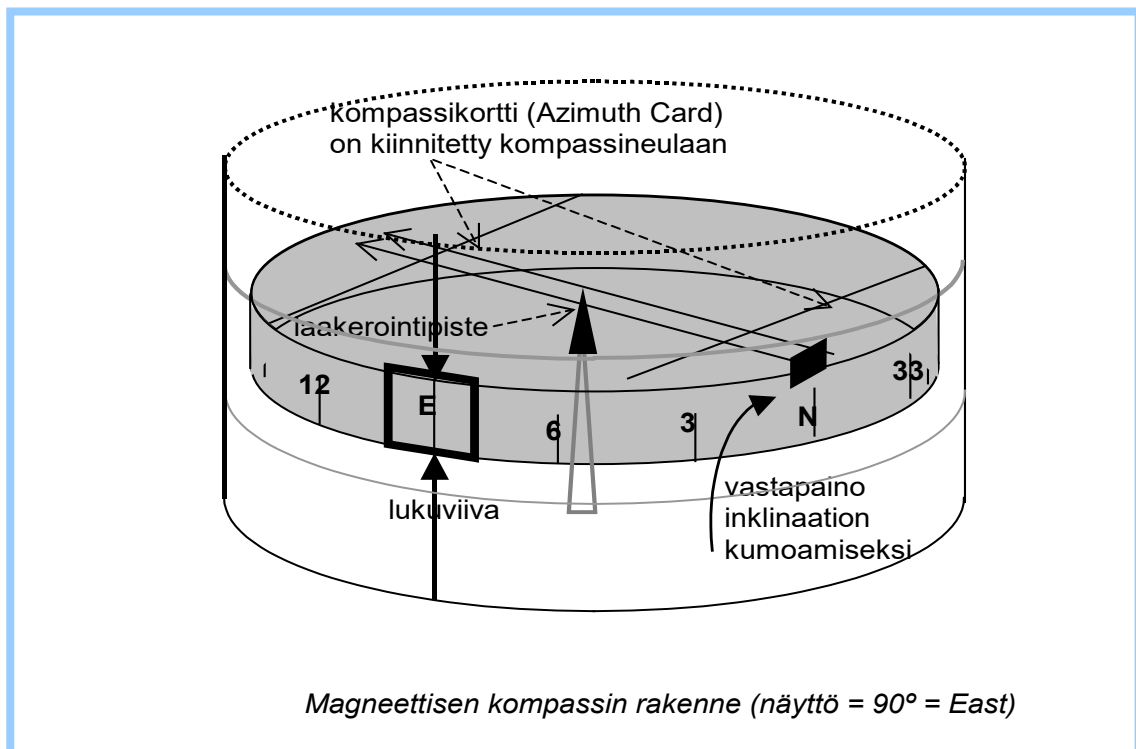
Kuula ilmoittaa siitä, onko kone kallistettuna suorassa lennossa tai luistaako kone kaarrossa.

**Kuula seuraa sauvaa, mutta pakenee jalkaa**

## MAGNEETTINEN KOMPASSI

Kompassin toiminta perustuu vapaasti ripustettuun magnetisoituun neulaan

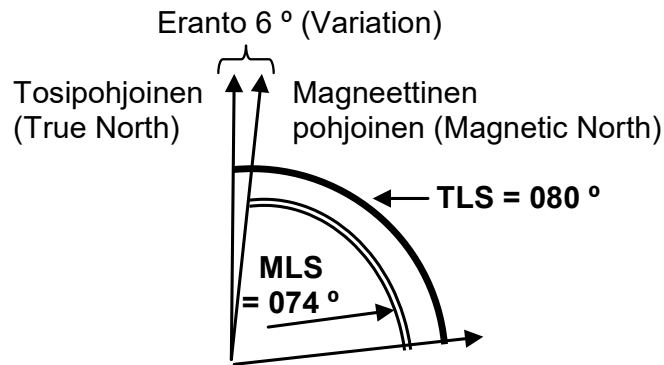
Neulan toisessa päässä on vastapaino, joka pyrkii pitämään neulan likimäärin vaakasuorassa asennossa





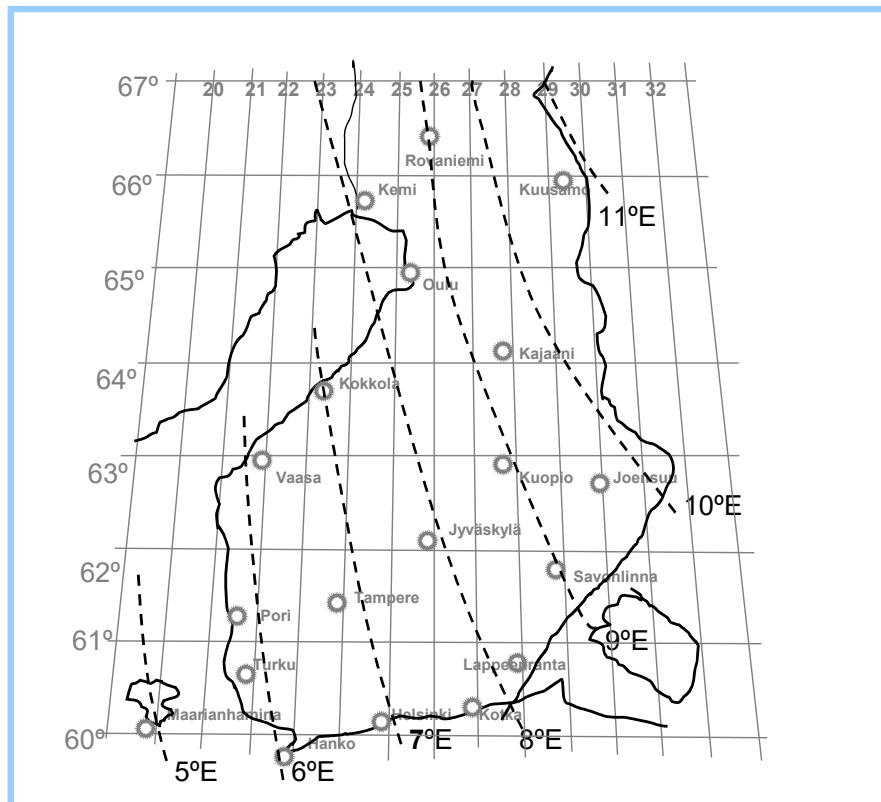
## ERANTO (Variation)

- maapallo ei ole tasaisesti magnetisoitunut
- kompassinäyttämä poikkeaa maantieteellisestä pohjoissuunnasta ja tätä poikkeamaa kutsutaan erannoksi eli deklinaatioksi.



***Esimerkki: tosientosuunta erannolla korjattuna***

Suomessa eranto on aina itäistä. Magneettinen lentosuunta saadaan kun tosientosuunnasta vähennetään eranto



ERANTO ILMAILUKARTTOJEN 24.11.2005 MUKAAN

## EKSYMÄ (Deviation)

Koneen moottori, sähkölaitteet, ym. synnyttävät magneettisia häiriöitä.

häiriöt vaikuttavat kompassin näyttämään eri tavalla riippuen ohjaussuunnasta.

Eksymä on erilainen joka koneessa ja saattaa muuttua ajan kuluessa.

Eksymävirheiden poistamiseksi lentokone on varustettu ns. eksymätaulukolla, joka sijaitsee ohjaamossa kompassin vieressä.

lentääkseksi suuntaan (MOS)	ohjaa suuntaan (KOS)	eksymä (EKS)
<b>360</b>	<b>001</b>	- 1
045	048	- 3
<b>090</b>	<b>094</b>	- 4
135	138	- 3
<b>180</b>	<b>182</b>	- 2
225	223	+2
<b>270</b>	<b>265</b>	<b>+5</b>
315	309	+4

Eksymätaulukossa on "käskevä" sarake tärkeimmistä kompassiohjaussuunnista.

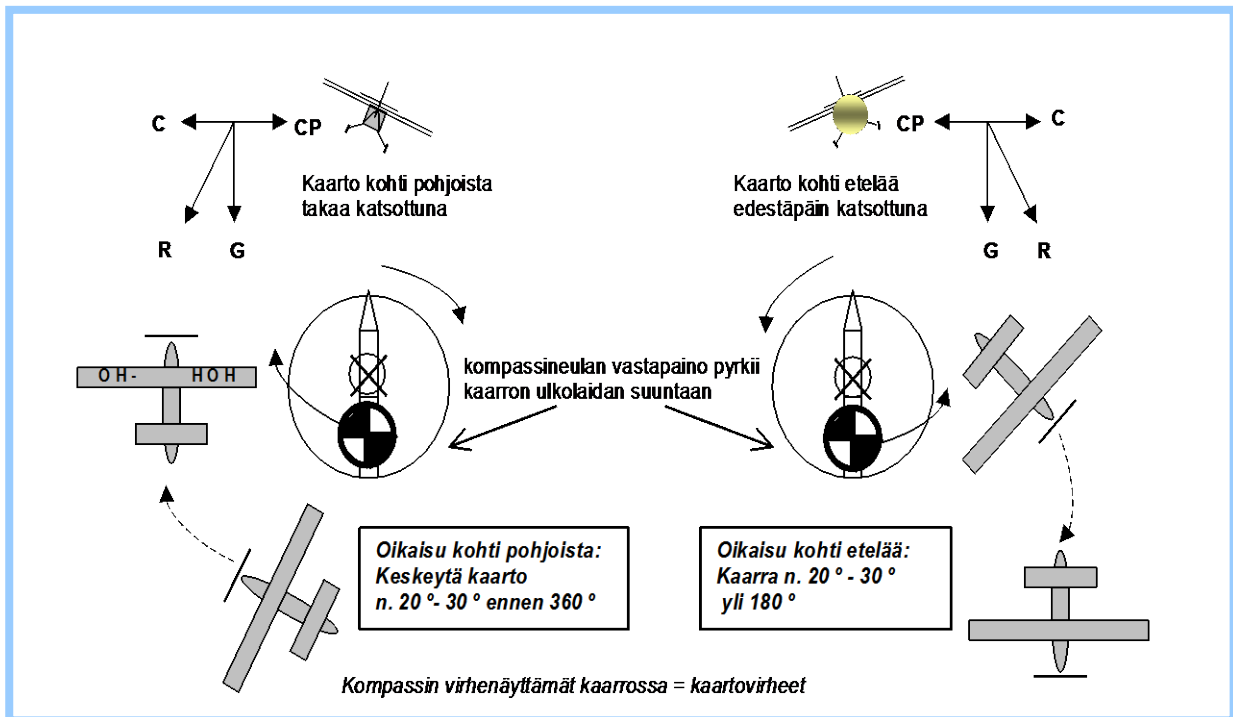
Eksymä (EKS) tarkoittaa virhenäyttämää.

Jos magneettinen ohjaussuunta on liian pieni merkitään eksymä miinusmerkillä, ja kääntäen

Kun kompassiohjaussuuntaa korjataan eksymän arvolla, se tehdään **vastakkaismerkillä**.

Erehdysten välttämiseksi taulukoilla on "käskevät" suunnat (KOS).

## KOMPASSIN KAARTO- JA KIIHTYVYYSVIRHEET



## KOMPASSIN KAARTOVIRHEET

Kun kaarretaan kohti pohjoista, lähtee vastapaino liikkeelle kaarron ulkolaidan suuntaan. Siksi kaarto on keskeytettävä n. 20° - 30° ennen kuin kompassi näyttää 360.

Kun kaarretaan kohti etelää, kaarta on jatkettava n. 20° - 30° yli eteläsuunnan (180°).

Kun kaarretaan kohti itää tai länttä, kaartovirhettä ei synny.

## SUUNNAN HAKEMINEN MAGNEETTIKOMPASSILLA

1. Lennä suoraan niin kauan kunnes kompassi rauhoittuu
2. Mieti mihin suuntaa ja kuinka paljon on kaarrettava haluttuun suuntaan pääsemiseksi
3. Kaarra laskemaasi suuntaan
4. Toista tarvittaessa kohdat 1-3 kunnes olet oikeassa suunnassa

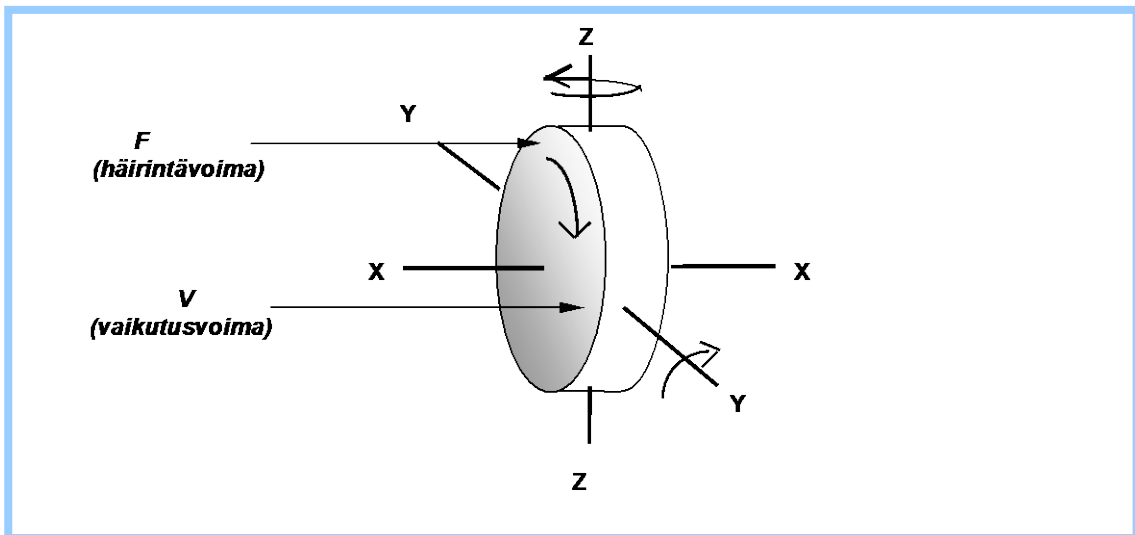
## MOOTTORINVALVONTAMITTARIT

Tärkeimmät moottorinvalvontamittarit ovat

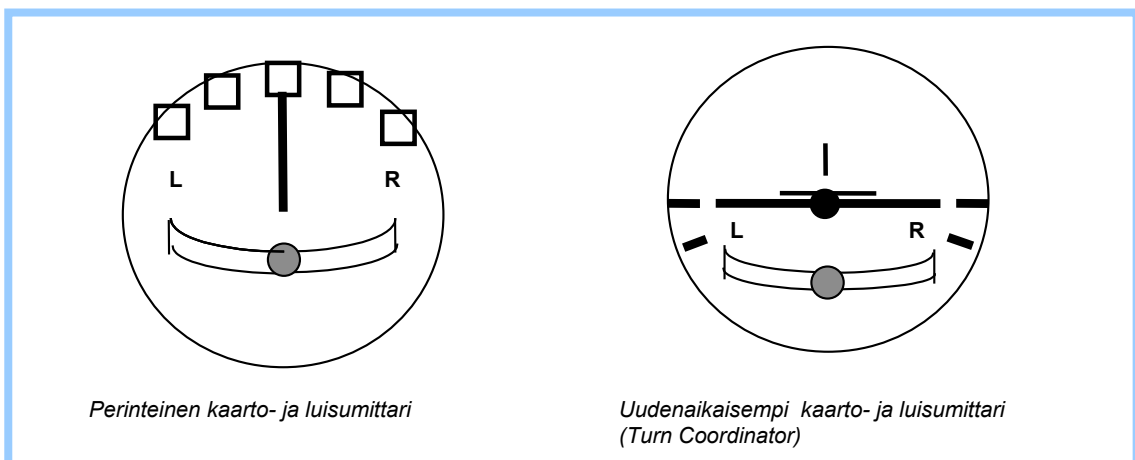
- kierroslukumittari, joka toimii sähköimpulsseilla
- jäähdytysveden tai sylinterinpään lämpömittari
- öljyn lämpömittari
- öljynpaineen mittari sekä
- polttoainemäärän mittari.

## HYRRÄMITTARIT

Hyrrämittarien toimintaperiaate perustuu ns. hyrrämomenttiin



## KAARTO- JA LUISUMITTARI (Turn and Slip Indicator)



Kaarto- ja luisumittari muodostuu kahdesta osasta. Mittarin yläosassa on kaartonäyttö ja alaosassa on luisunäyttö.

Kaartomittari näyttää koneen kaartonopeuden ja kaartosuunnan riippumatta kallistuksesta ja g-voimista

Kun kaartomittarin neula osoittaa yhden neulan leveyden sivulle, kone liikkuu pysty akselinsa ympäri  $3^\circ$  sekunnissa joten  $360^\circ$  kestää 2 min.

## HYRRÄKOMPASSI ELI SUUNTAHYRRÄ (Directional Gyro)



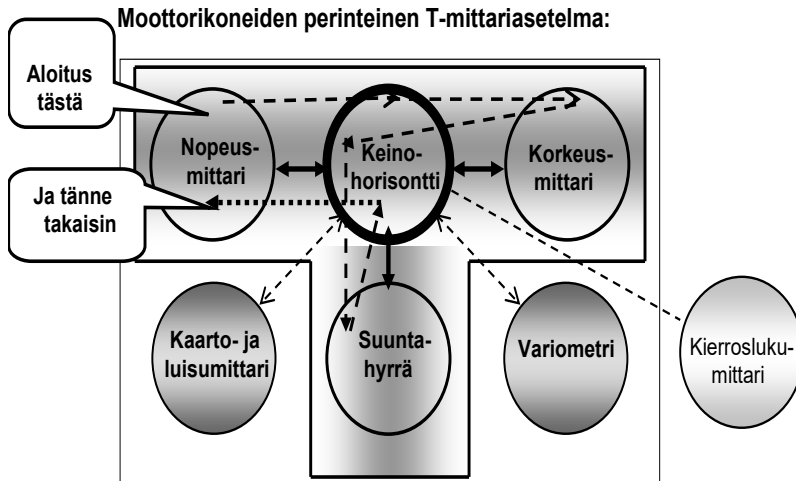
- näyttää koneen ohjaussuunnan ja sen muutokset
- hyrrä säilyttää pyörimistasonsa kolmiulotteisessa ympäristössä
- näyttö on vakaa ja tunnoton kiihtyvyysoimiin
- **pitää asettaa suuntaan aluksi magneetikompassin avulla!**

## KEINOHORISONTTI (HSI = Horizontal Situation Indicator)



Keinohorisontti ilmoittaa sekä sivuttais- että pituuskallistuksen. Hyrrä on ripustettu kahteen eri tasoon laakeroituun kehykseen

## MOOTTORIKONEEN MITTARIASETELMA



## ELEKTRONISET MITTARIT - EFIS-JÄRJESTELMÄT

**EFIS** tarkoittaa Electronic Flight Information System:ia eli elektronista lennonvalvontajärjestelmää. Tähän voidaan myös liittää **EMS** (Engine Monitoring System) eli elektroninen moottorinvalvontajärjestelmä.

Näihin järjestelmiin voidaan integroida HSI- ja GPS-järjestelmiä.



Mainittuja mittarikokonaisuuksia löytyvät sekä digitaalisella että analogisia mittareita muistuttavalla näytöllä.

- mainituilla järjestelmillä pyritään helpottamaan lentäjän työtä
- autetaan lentäjää keskittymään tehokkaammin oleellisiin asioihin
- tavoitteena on tehokkaampi ohjaamotyöskentely ja lentoturvallisuus

Vaikka elektroniikka kehittyy ripeästi on silti tarpeen säilyttää jotain vanhaakin, kuten magneettinen kompassi, koska se ei ainakaan ole riippuvainen ulkoisesta virtalähteestä.