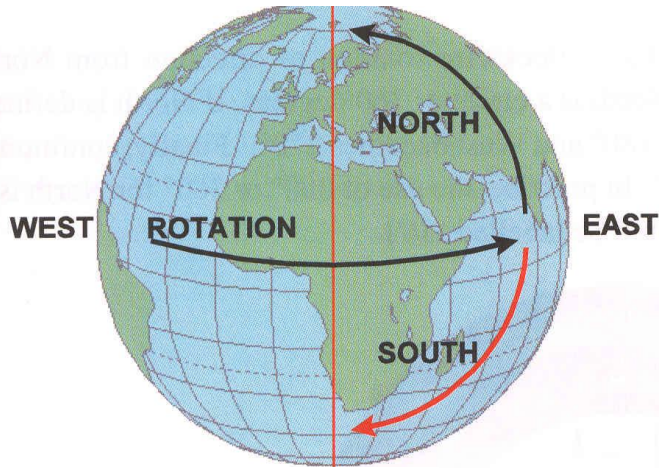


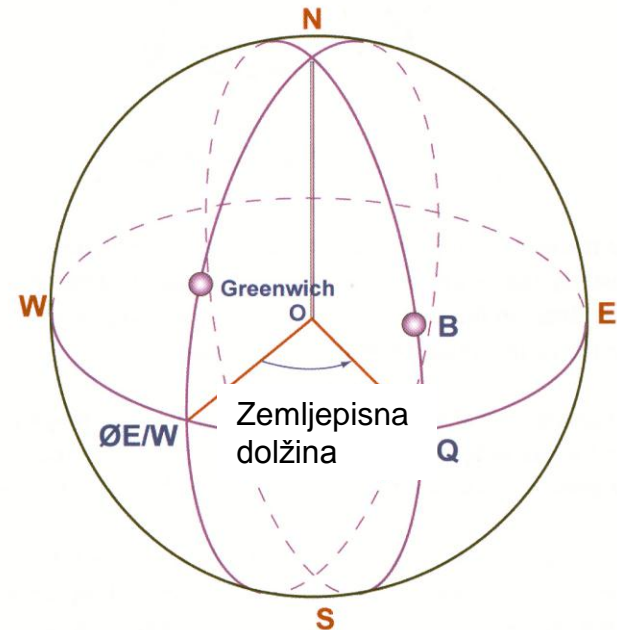
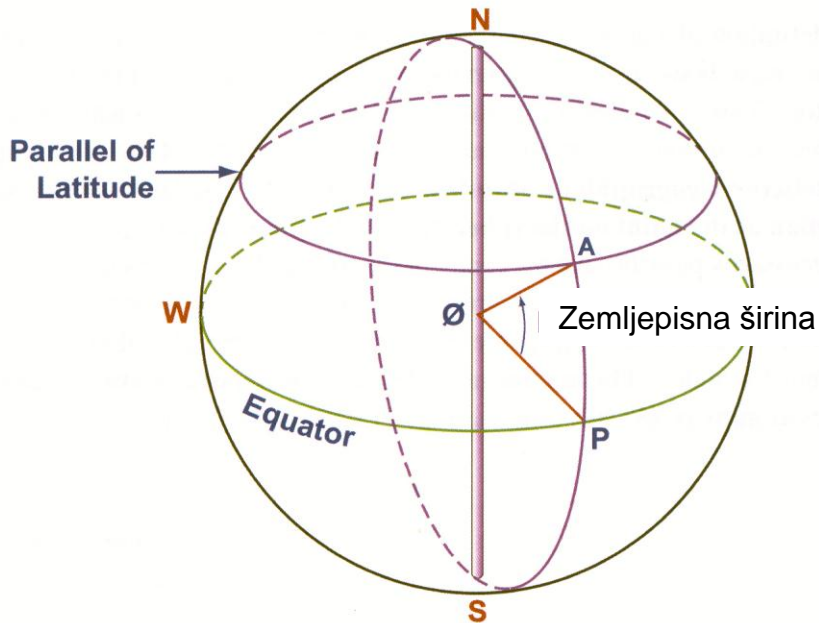
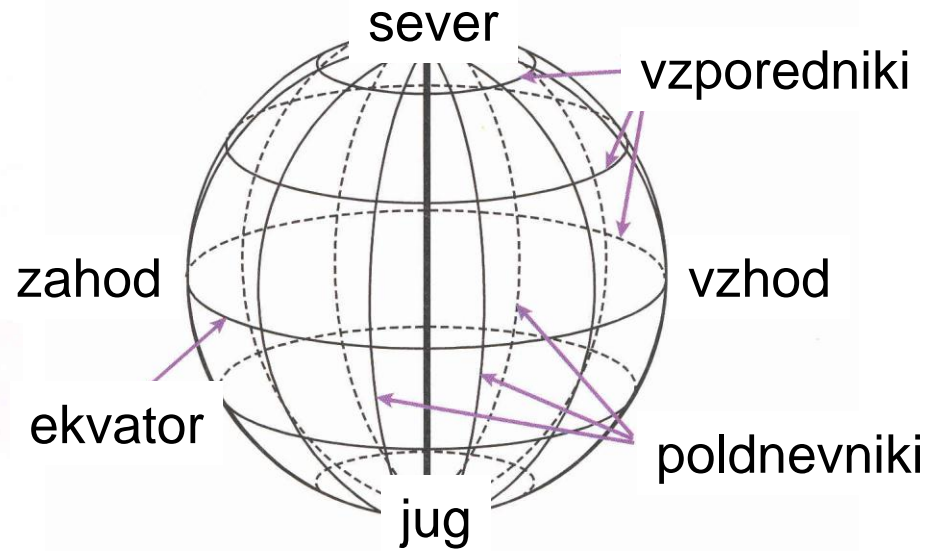


# Osnovne geometrijske lastnosti zemlje

Severni pol

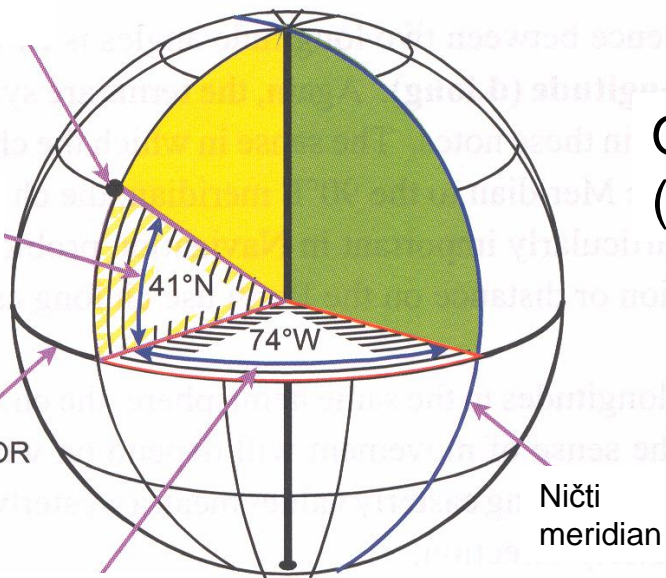


Južni pol





Zemljepisna dolžina

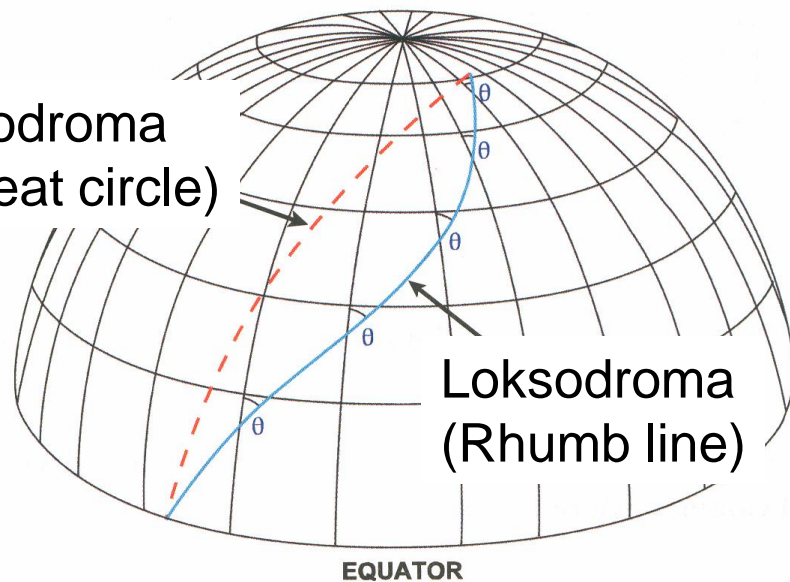


EQUATOR

Ničti meridian

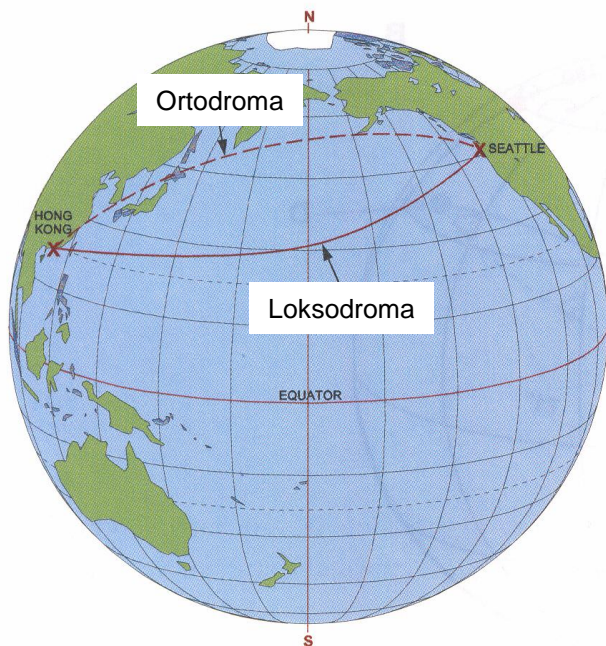
Zemljepisna širina

Ortodroma  
(Great circle)



Loksodroma  
(Rhumb line)

EQUATOR

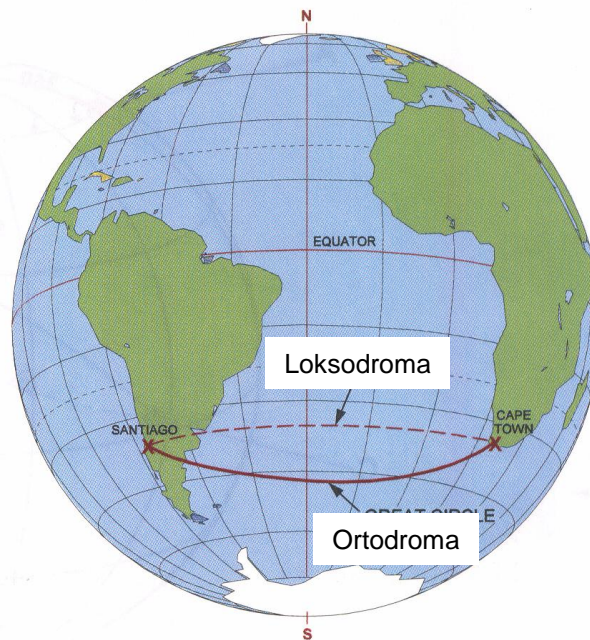


Ortodroma

Loksodroma

EQUATOR

S



Loksodroma

Ortodroma

EQUATOR

S



# MAGNETNI KOMPAS – DELOVANJE IN UPORABA V LETALSTVU





# Boeing 757-200, magnetni kompas

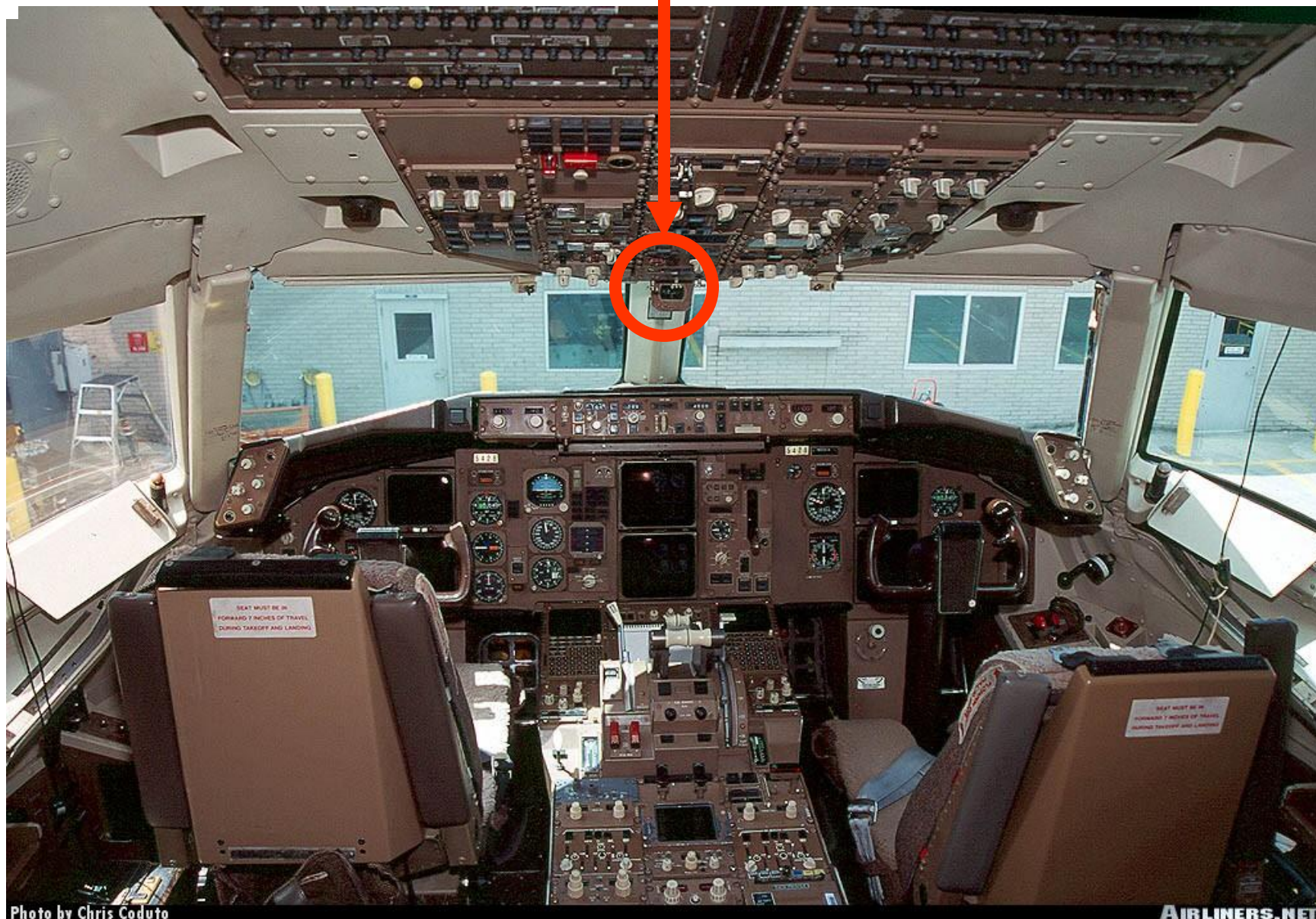


Photo by Chris Coduto

AIRLINERS.NET



# Cessna 180, magnetni kompas





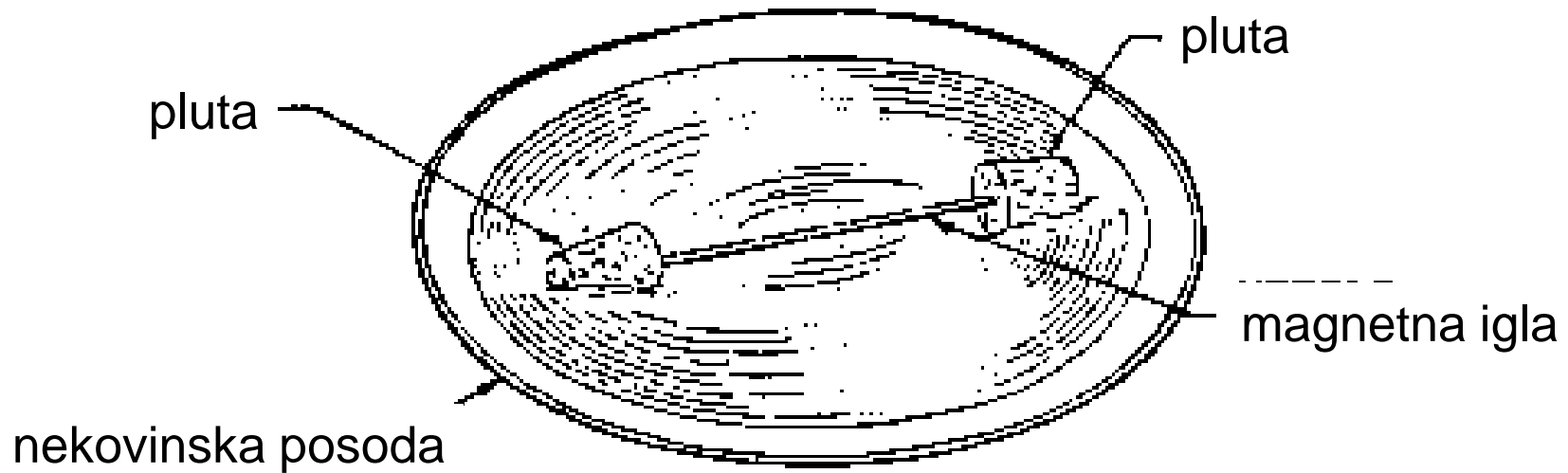
Magnetni kompas je naprava za določanje strani neba in izkorišča vedenje magnetne igle v zemljinem magnetnem polju

Zgodovina magnetnega kompasa:

- Prva znana uporaba - na Kitajskem 2000 let p.n.š.
- V Sredozemlje so ga prinesli v 12. st.
- Današnjo obliko dobil v 14. st. – BUSOLA, igla vpeta na sredini in razdelki po obodu od  $0^\circ$  do  $360^\circ$
- Tekočinski magnetni kompas izdelali Angleži v 19. st.- večja stabilnost kazanja smeri, uporablja se še danes



## Kitajski magnetni kompas iz leta 2000 p.n.š.





# Suhi magnetni kompas - BUSOLA



© 2002 HowStuffWorks

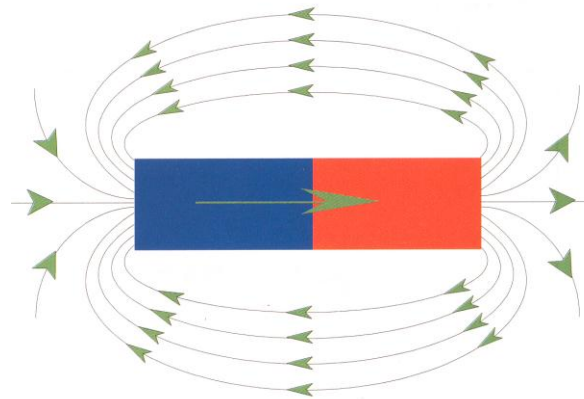






## Tekočinski magnetni kompas





# Magnetizem:

- Železov oksid – MAGNETIT – ima magnetne lastnosti
- Feromagnetne snovi lahko namagnetimo
  - Mehko železo – lahko namagnetimo vendar hitro zgubi magnetizem – čisto železo, železo legirano s silicijem
  - Trdo železo – težko namagnetimo, ostane trajni magnet - jeklo legirano s kromom, kobaltom ali tungstenom
- Magnet ima rdeč in moder pol



## Metode namagnetenja:

- z vstavitvijo jeklene palice v magnetno polje trajnega magneta – velja samo za mehko železo – negativni vpliv na mag. kompas
- z vlečenjem magneta po jekleni palici
- z tresenjem jeklene palice v magnetnem polju – najpogostejši vzrok namagnetenja delov letala med proizvodnim procesom – negativni vpliv na magnetni kompas
- z vstavitvijo jeklene palice v magnetno polje električne tuljave



## Metode razmagnetenja:

- magnet postavimo pravokotno v magnetno polje drugega magneta in ga tresemo
- magnet segrejemo na  $900^{\circ}\text{C}$
- magnet damo v električno tuljavo skozi katero teče izmenični električni tok, katerega amplituda se zmanjšuje proti 0



# Zemljin magnetizem:

- Zemljino magnetno polje je podobno magnetnemu polju paličastega magneta
- Magnetna pola ne ležita na zemljini osi
- Kot med magnetnim poldnevnikom in geogr. poldnevnikom je  
MAGNETNA DEKLINACIJA ali VARIACIJA (od  $0^\circ$  do  $180^\circ$  )



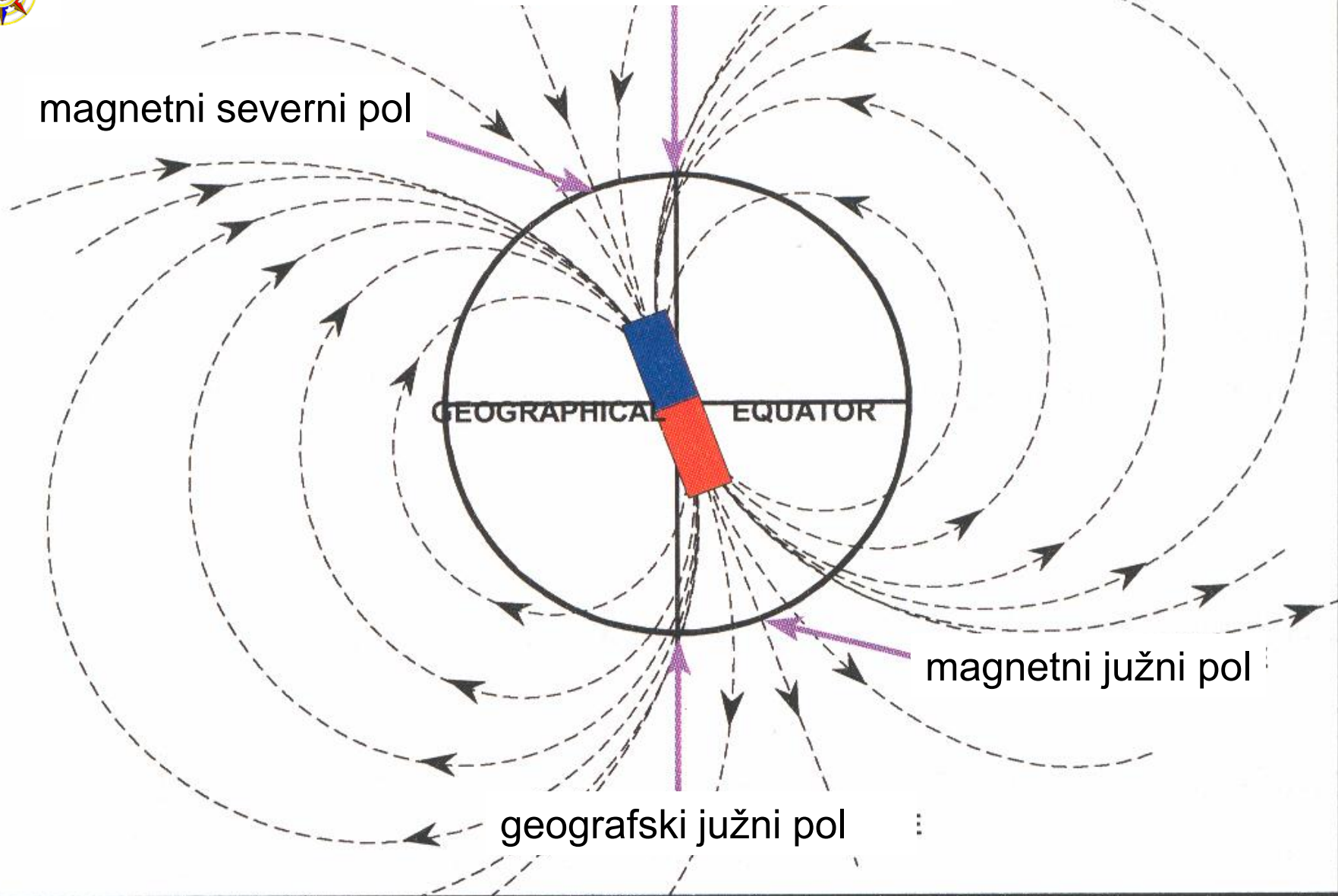
geografski severni pol

magnetni severni pol

GEOGRAPHICAL EQUATOR

magnetni južni pol

geografski južni pol



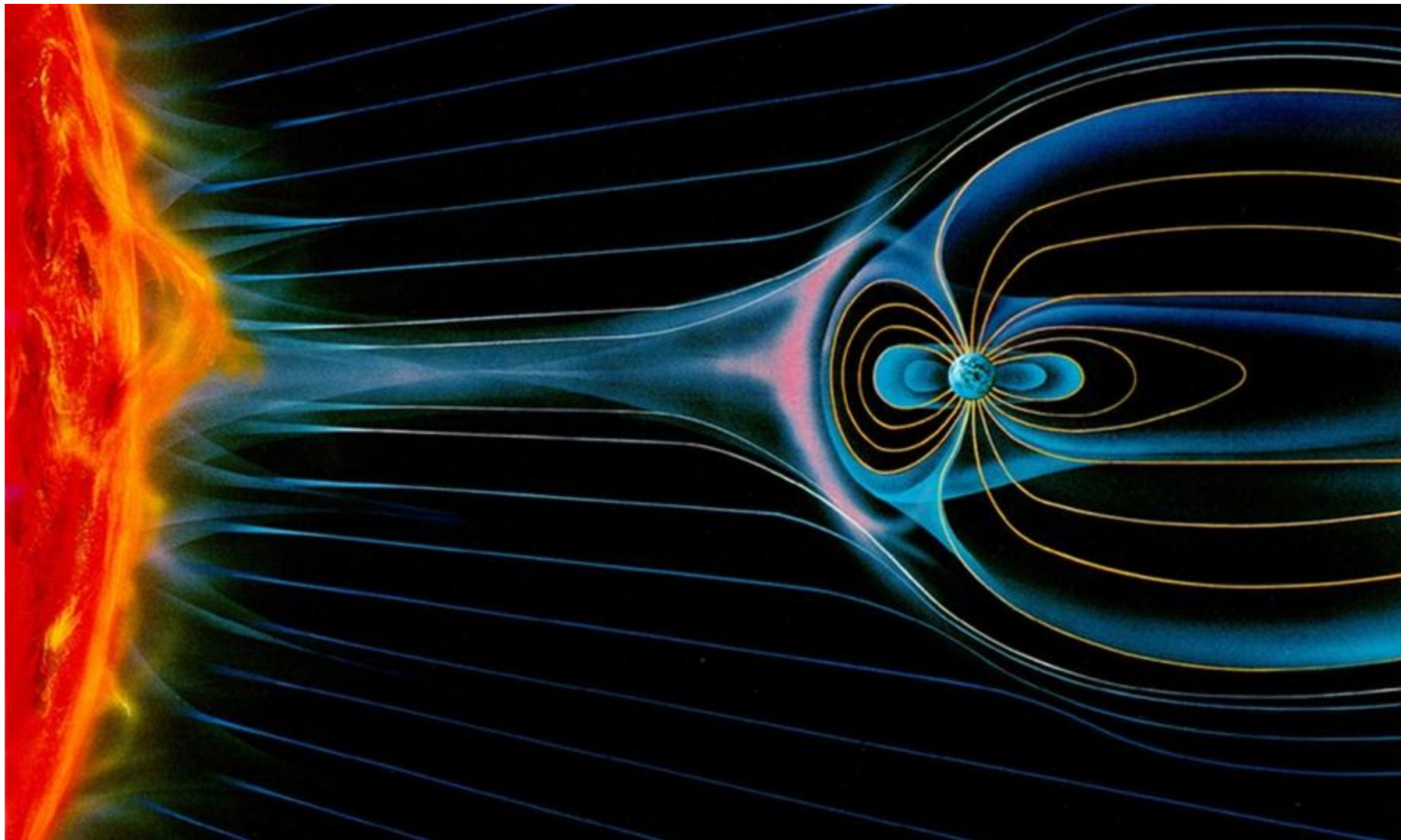


## Časovno spreminjanje lege zemljinega magnetnega polja:

- dolgoperiodične spremembe – gibanje magnetnih polov okrog geografskih, perioda je 960 let
- letne spremembe magnetne deklinacije
- dnevne spremembe – rotacija zemlje, aktivnost sonca, spremembe atmosfere
- občasne anomalije – občasna povečana aktivnost sonca



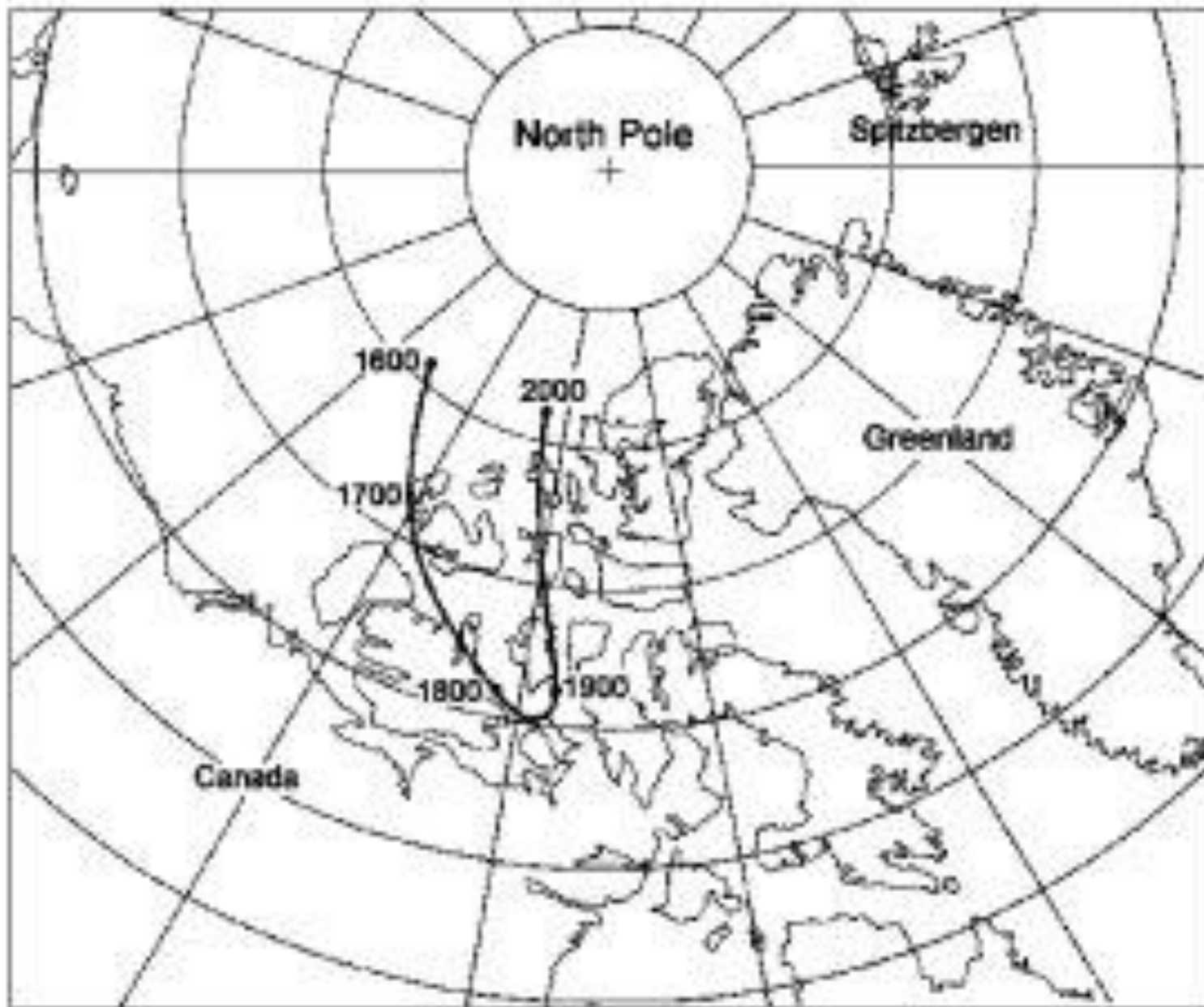
# Deformacija zemljinega magnetnega polja zaradi vpliva sonca





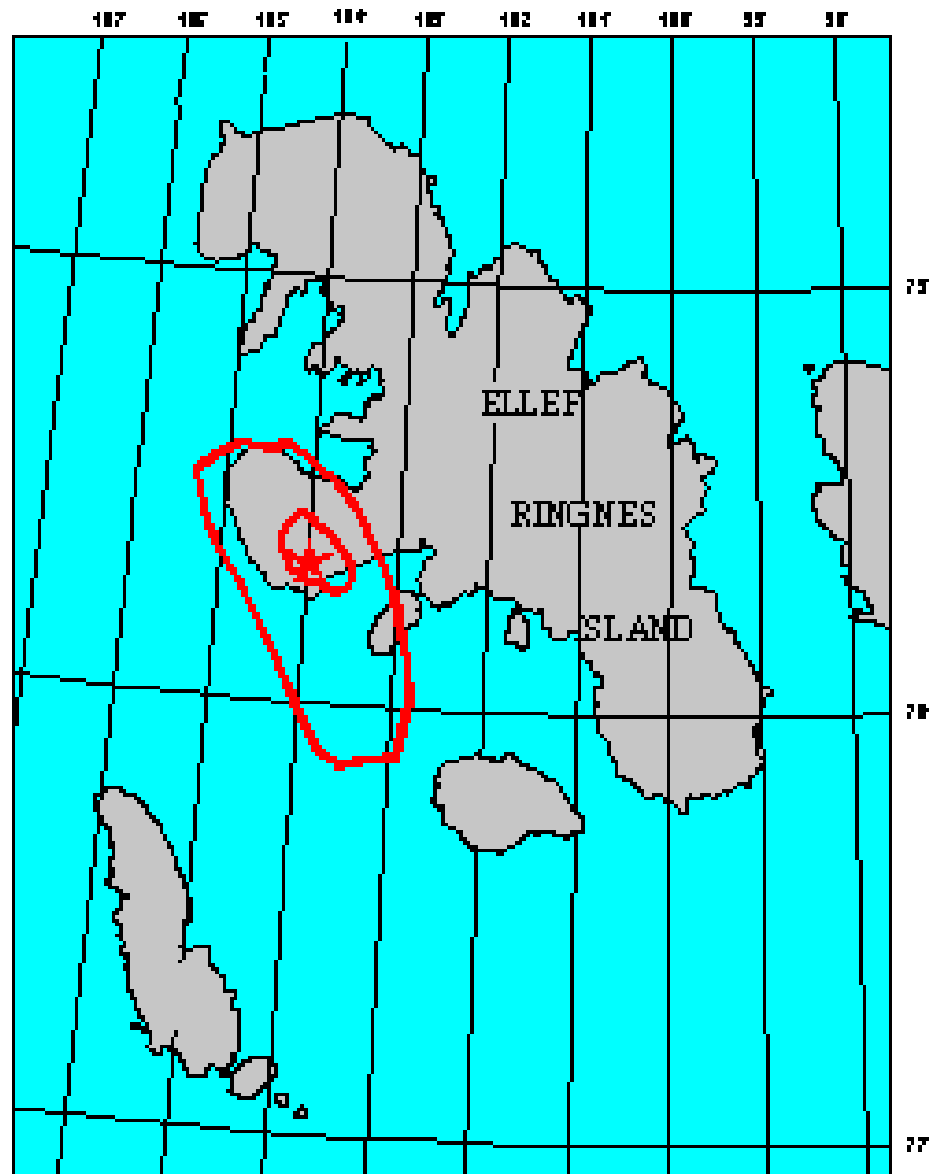


## Premikanje severnega magnetnega pola





# Dnevna spremba položaja severnega magnetnega pola



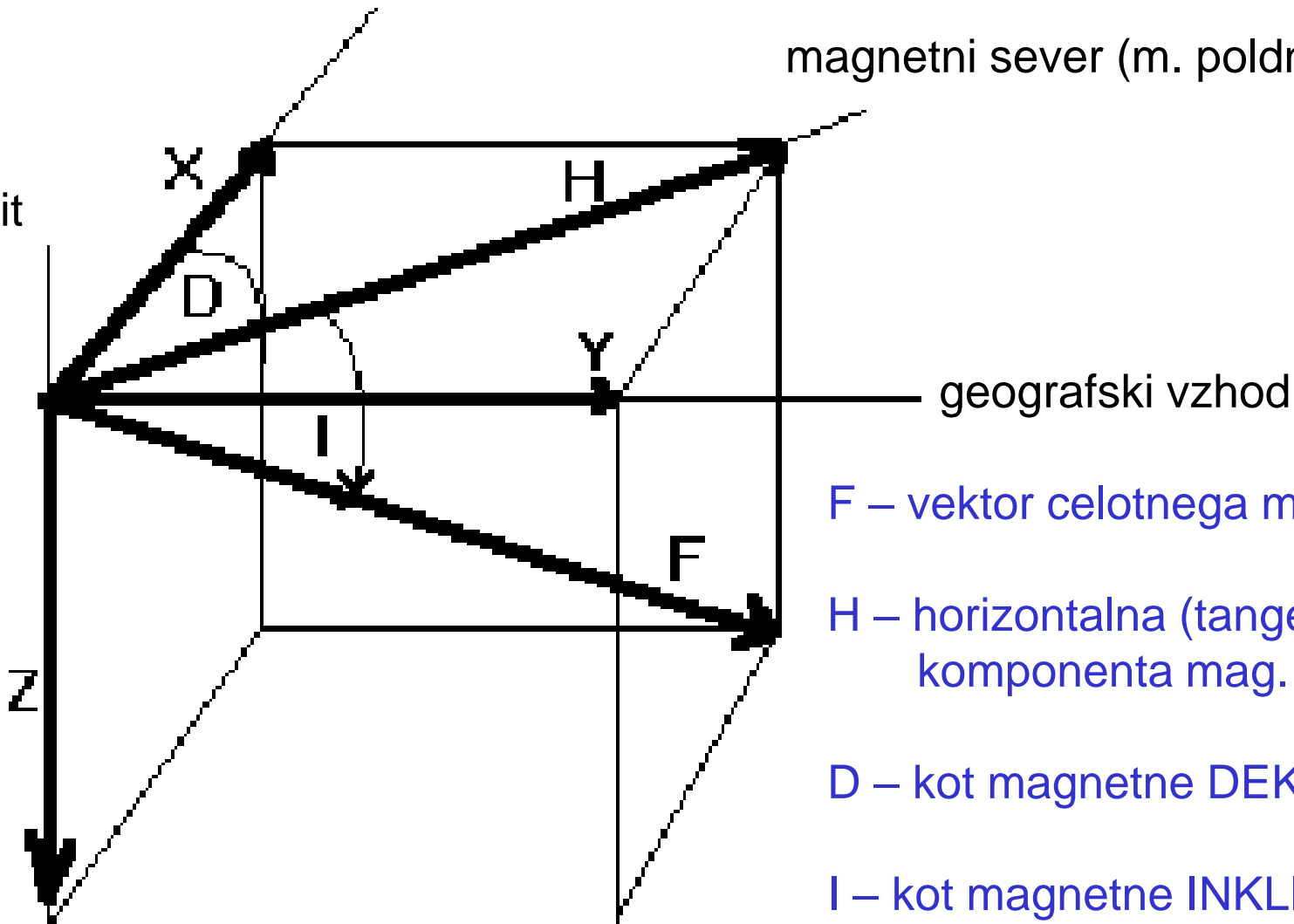


## Magnetno polje ima v vsaki točki JAKOST in SMER

geografski sever (g. poldnevnik)

magnetni sever (m. poldnevnik)

Zenit

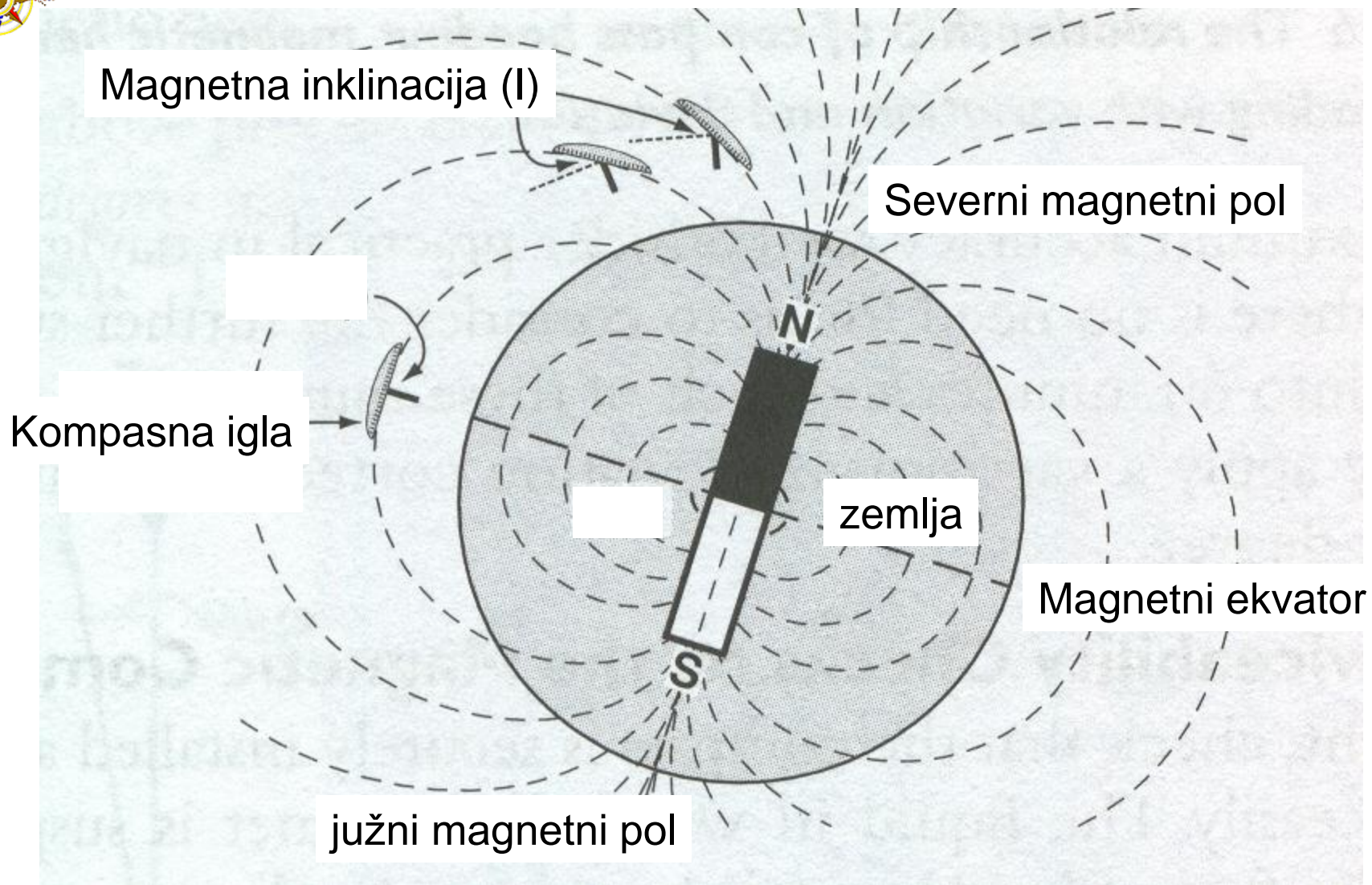


F – vektor celotnega mag. polja

H – horizontalna (tangencialna)  
komponenta mag. polja

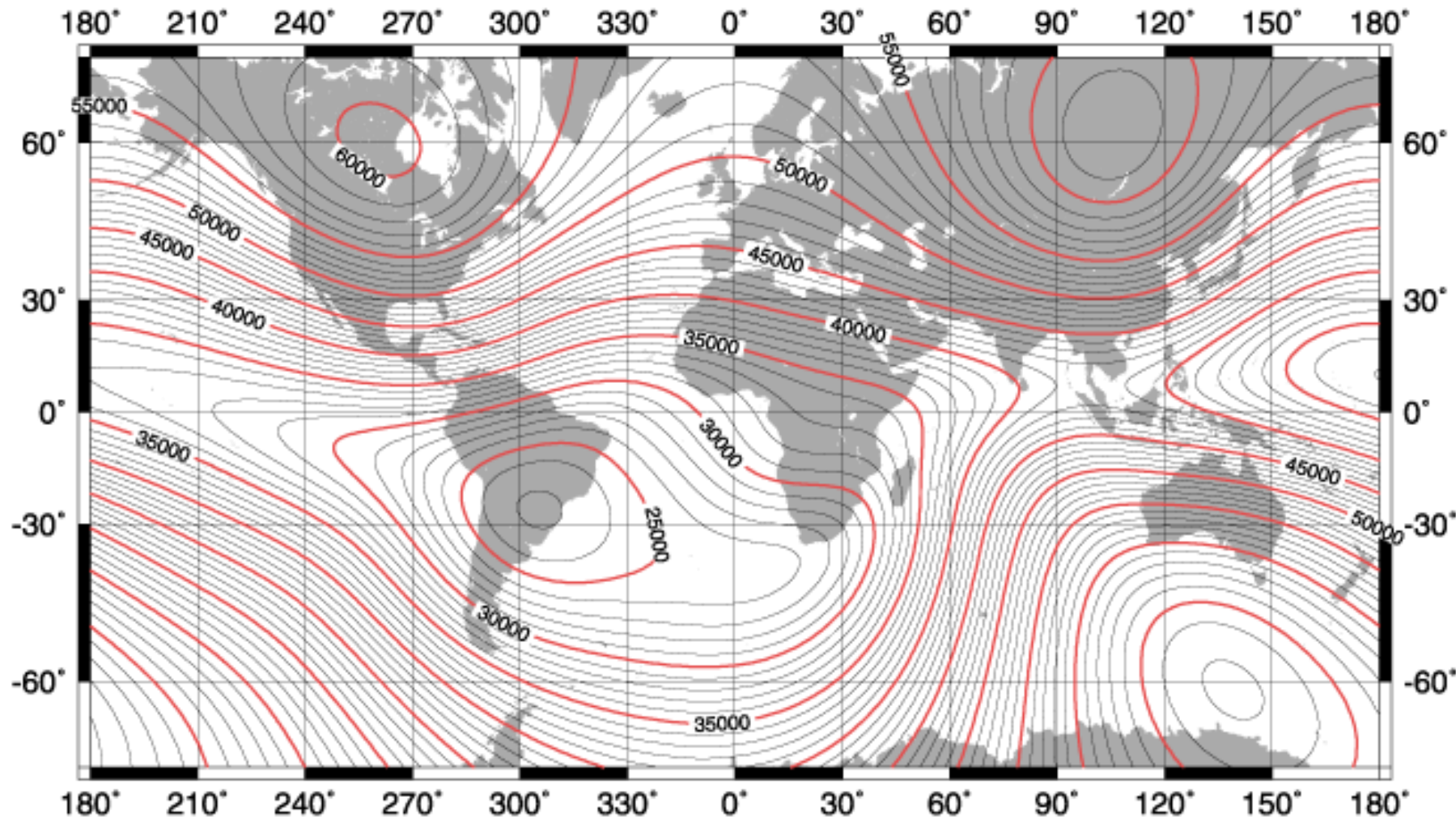
D – kot magnetne DEKLINACIJE

I – kot magnetne INKLINACIJE



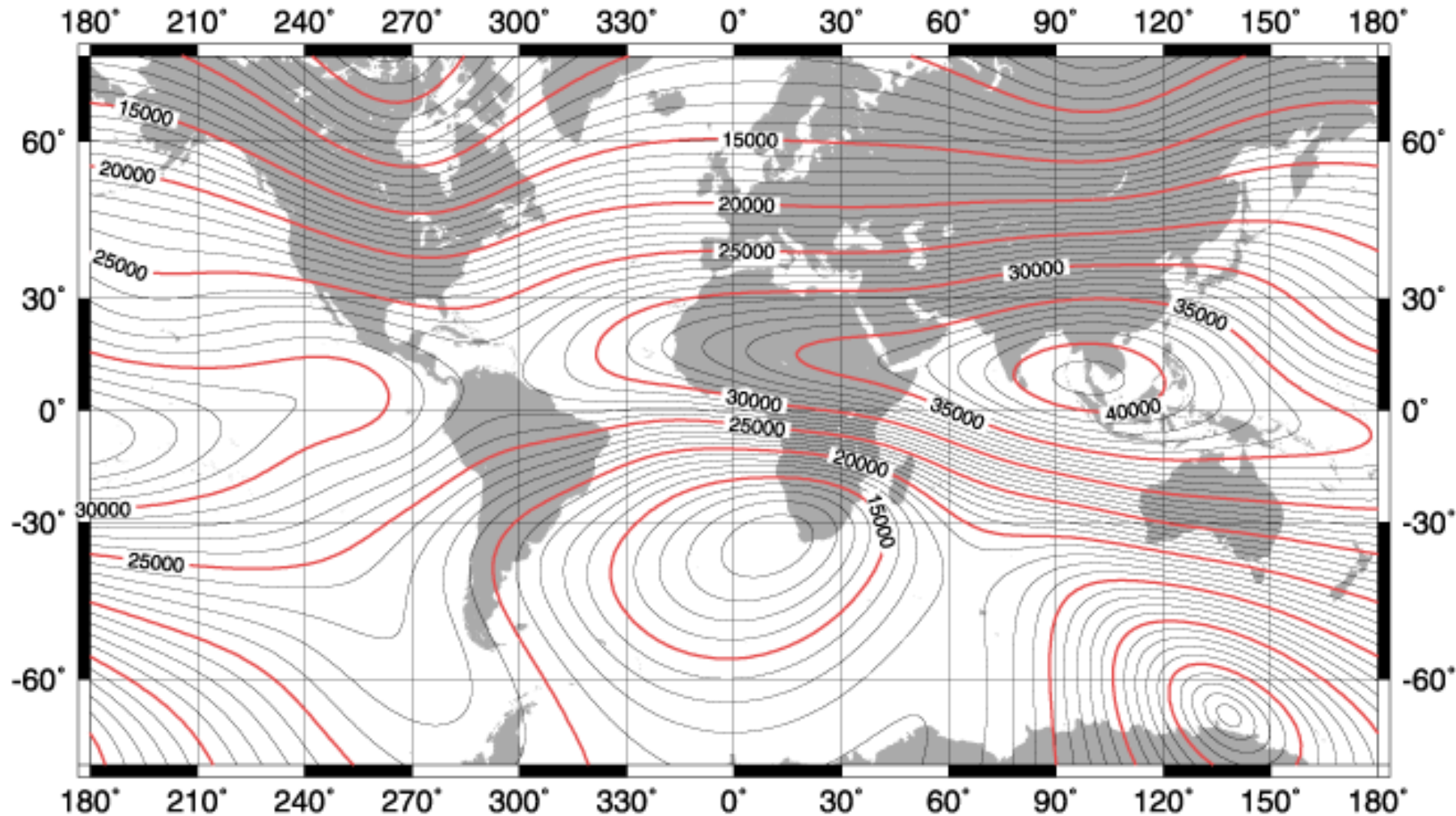


# Jakost celotnega magnetnega polja (F)



Units : nanoTeslas  
Contour Interval : 1000 nanoTeslas  
Map Projection : Mercator

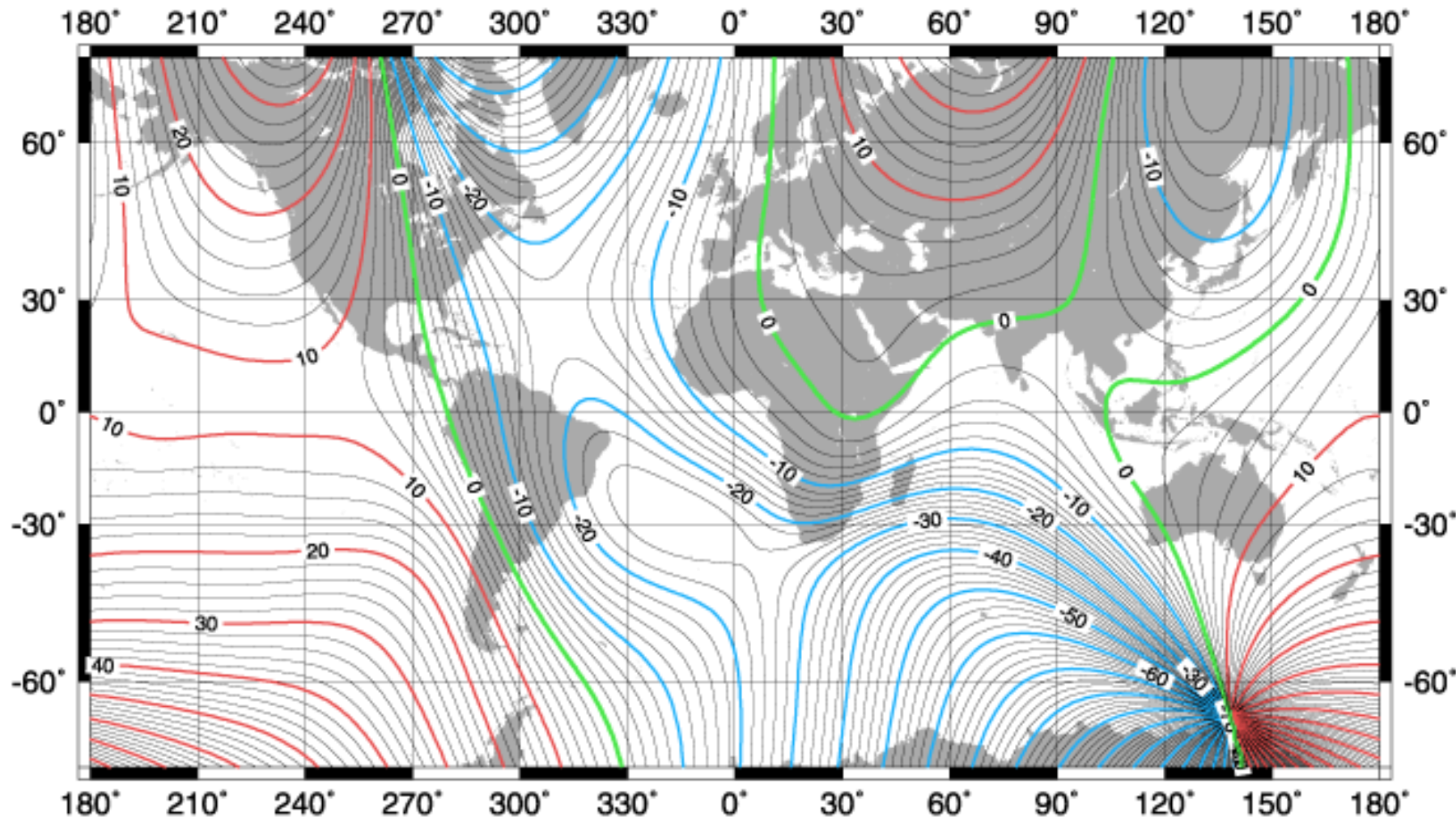
# Jakost horizontalne komponente magnetnega polja (H)



Units : nanoTeslas  
Contour Interval : 1000 nanoTeslas  
Map Projection : Mercator



# magnetna deklinacija (D)

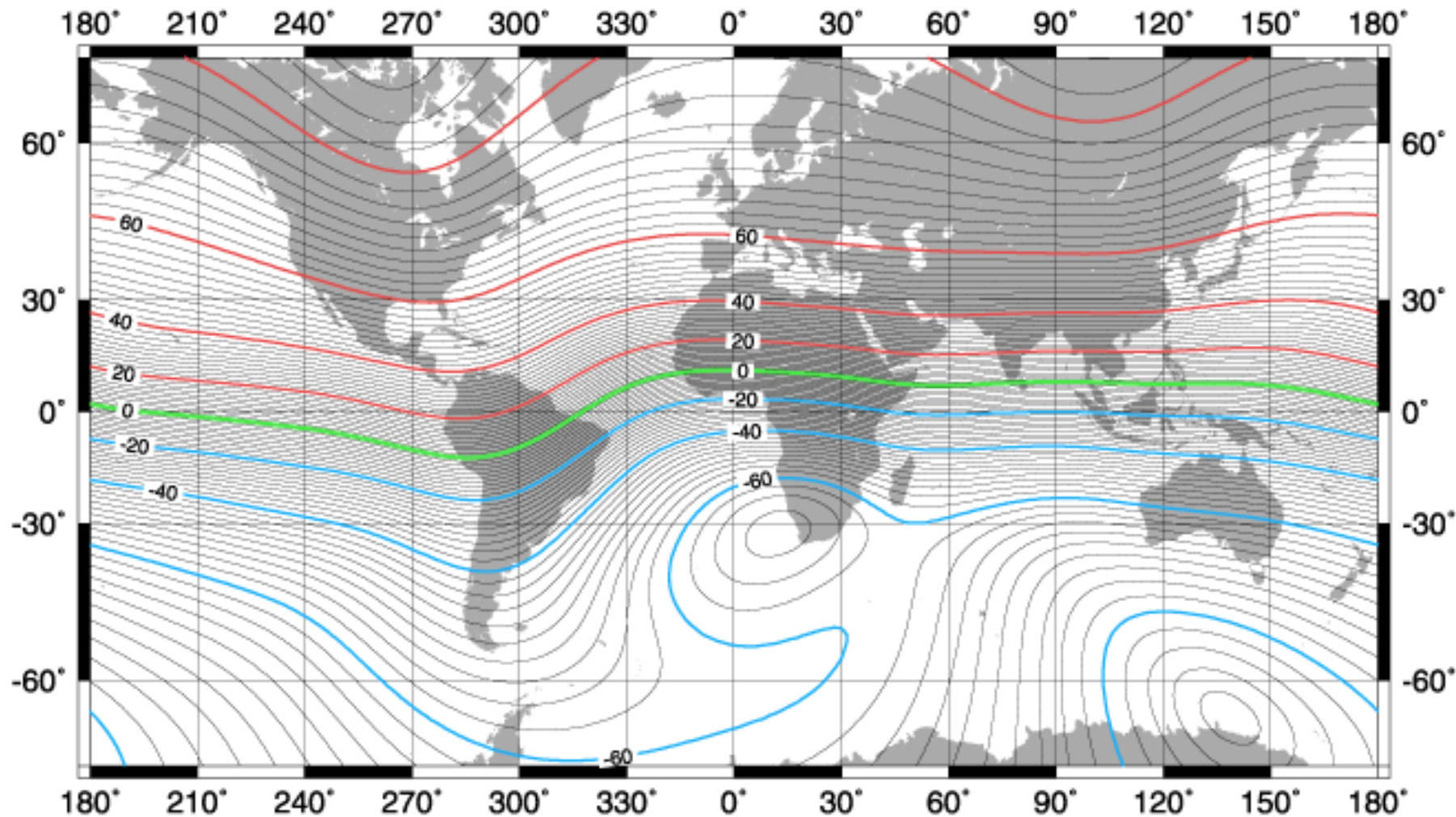


Izogone

Units (Declination) : degrees  
Contour Interval : 2 degrees  
Map Projection : Mercator



# magnetna inklinacija (I)



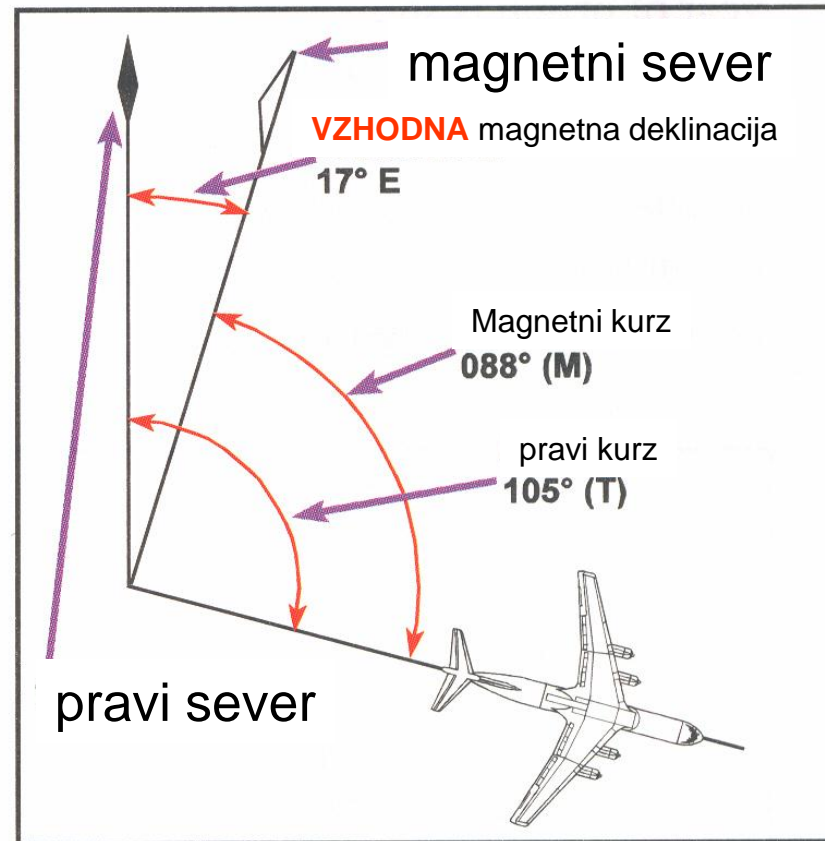
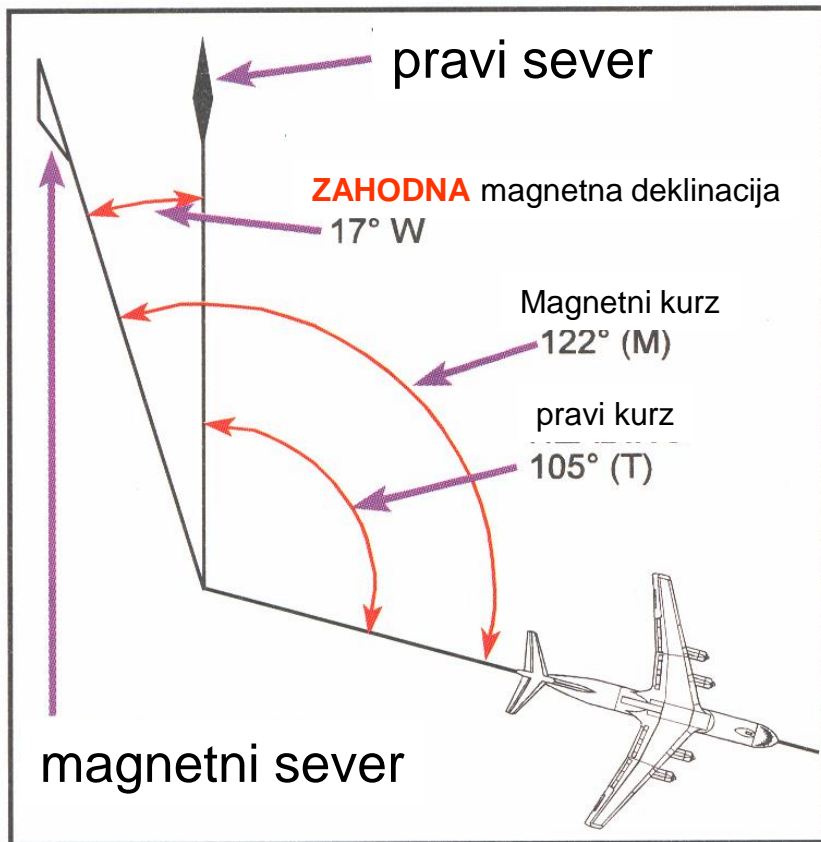
Izokline

Units (Declination) : degrees  
Contour Interval : 2 degrees  
Map Projection : Mercator



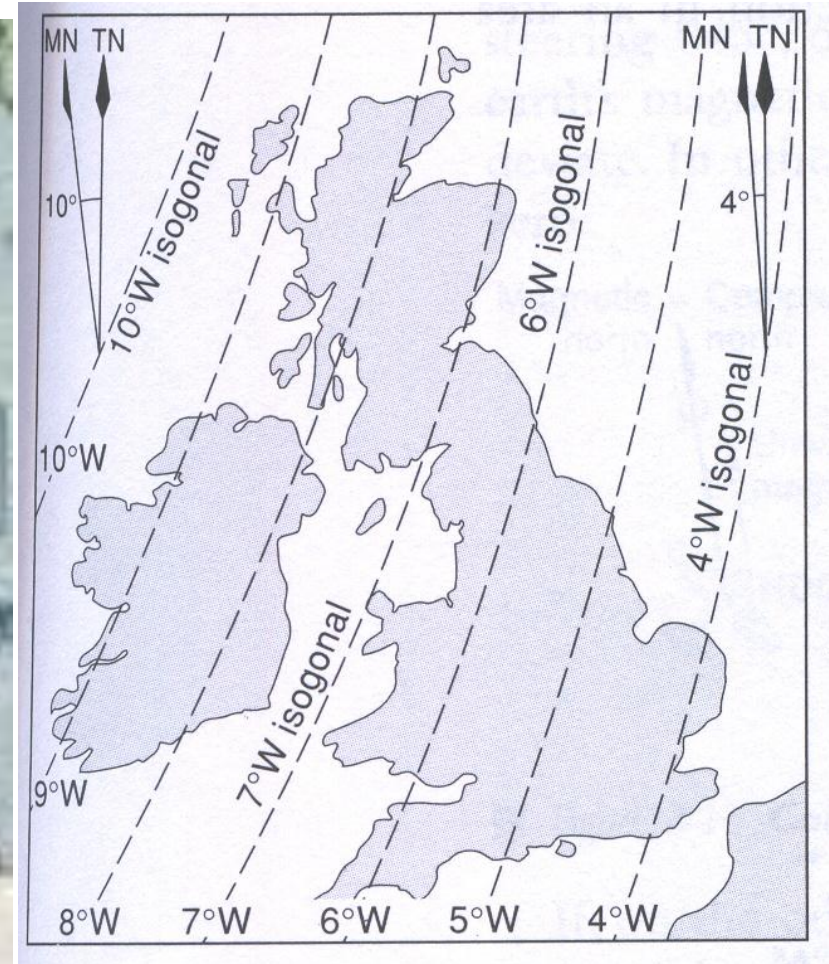


# Vzhodna in zahodna magnetna deklinacija





## Označevanje magnetne deklinacije na letalski karti

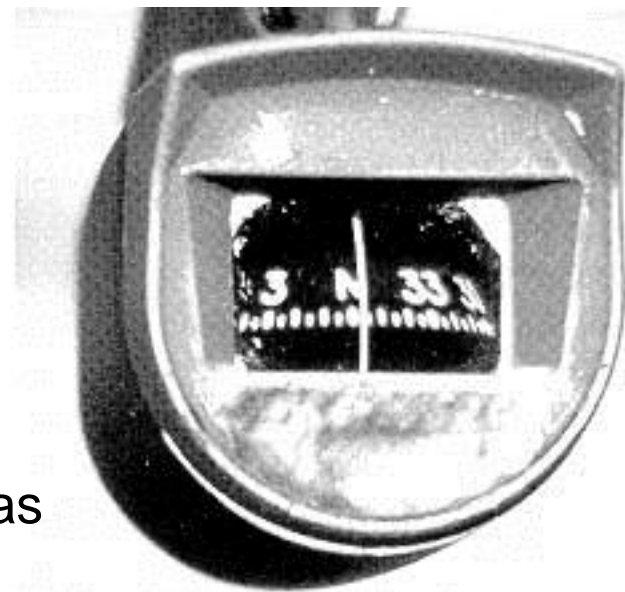


Na karti odčitamo PRAVO smer leta -  
kompas nam kaže MAGNETNO smer leta!

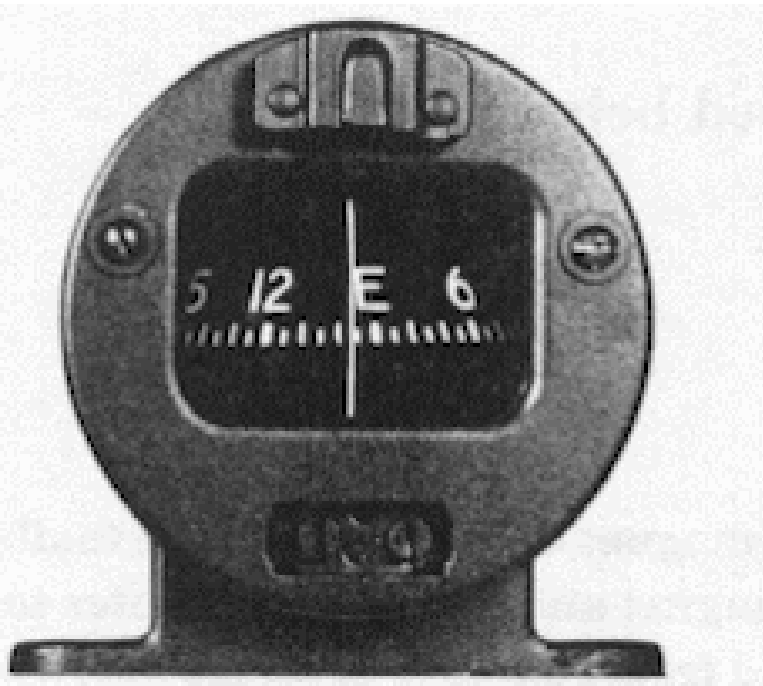


# Magnetni kompas

- Z direktnim odčitavanjem
  - suhi
  - tekočinski – uporaba v letalstvu
- Senzorski – indukcijski magnetni kompas

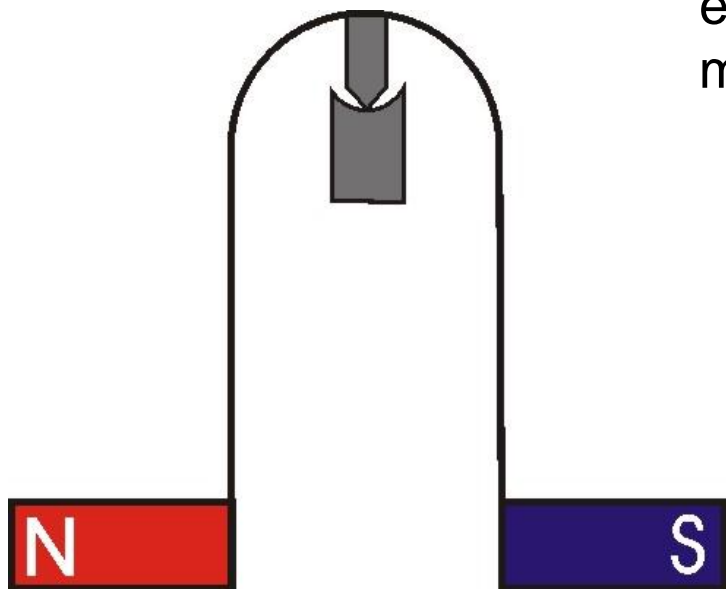


Kompas nam kaže kot med vzdolžno osjo letala in magnetnim poldnevnikom





Vpetje magnetne igle / rože



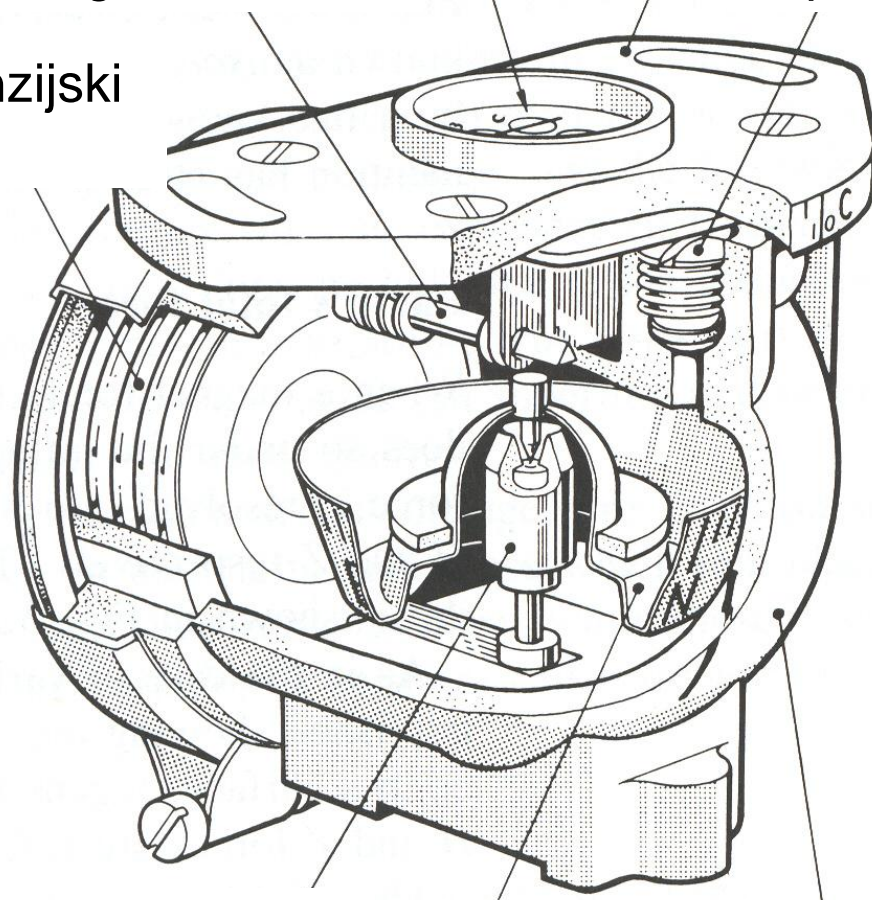
Indikator položaja  
kompenzacijskih magnetov

Nosilec

Kompenzacijski  
magneti

polnilna  
odprtina

ekspanzijski  
meh



vpetje rože

magnetna  
roža

ohišje



## Kompas mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- čim bolj vodoravni položaj kompasne rože – roža vpeta kot nihalo, vpetje nad težiščem (na srednjih g. širinah nagib rože okrog  $2^\circ$ )
- čim večja občutljivost – močan magnet, čim manjše trenje - iridijeva konica in diamantna čašica, mazanje s tekočino, čim manjša masa rože
- neperiodičnost – roža mora umiriti brez prenihanja, lahki materiali, masa blizu točke vpetja, dušenje s tekočino



# Kot med smerjo kompasnega severa in magnetnega severa je DEVIACIJA KOMPASA

Vzroki za deviacijo kompasa:

- jekleni in železni deli v letalu, ki so namagneteni
  - namagnetenje med proizvodnim procesom
  - namagnetenje v zemljinem magnetnem polju
  
- elektro magnetna polja inštrumentov

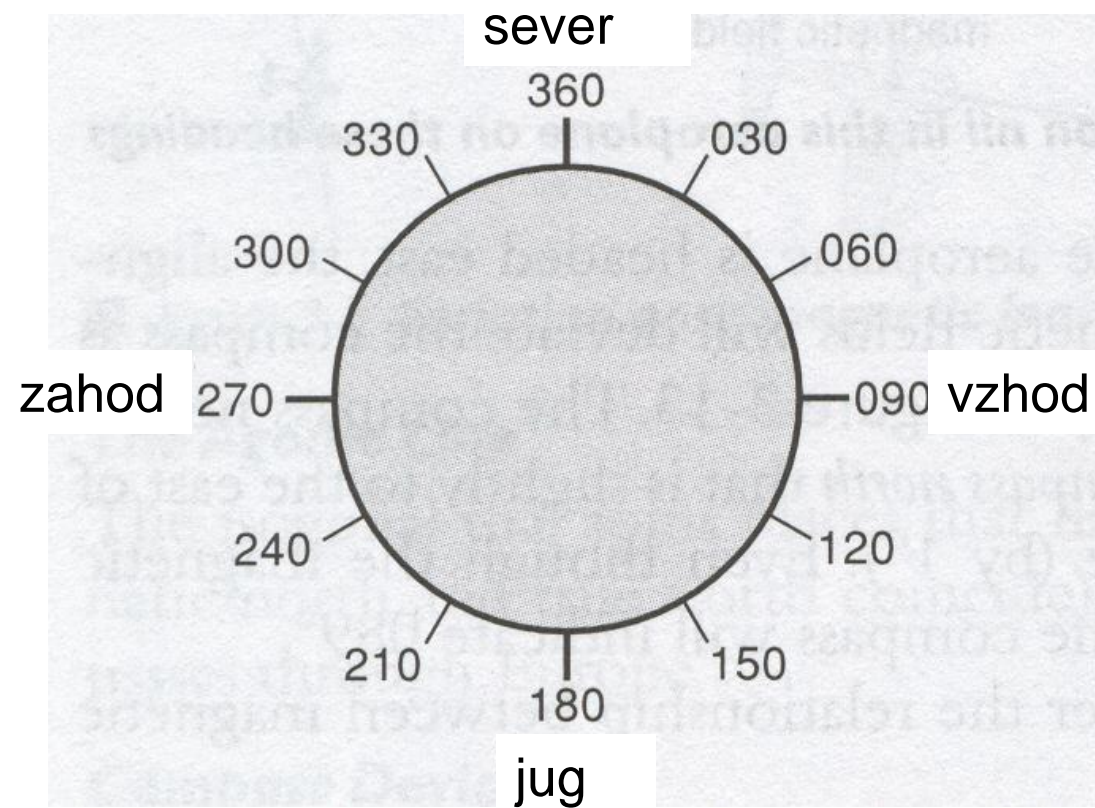
Deviacija je različna v različnih smereh

Zmanjšamo jo:

- z razmagnetanjem delov letala pred montažo
- s kompenzacijskimi magneti v ohišju kompasa
- z deviacijsko tabelo v letalu
- z montažo kompasa stran od ostalih inštrumentov



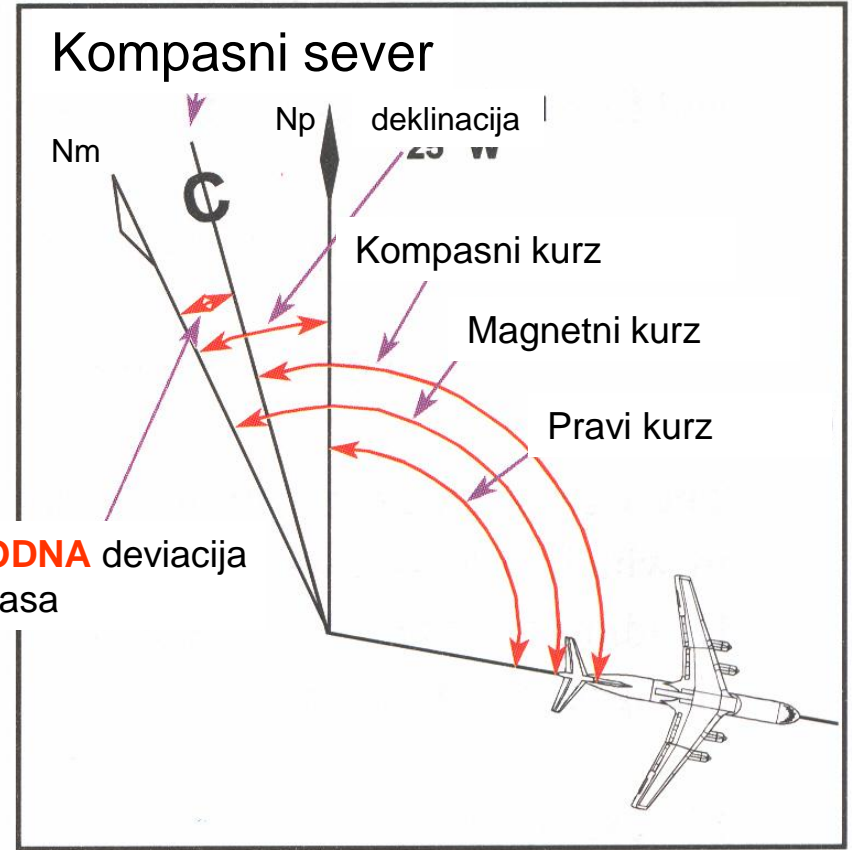
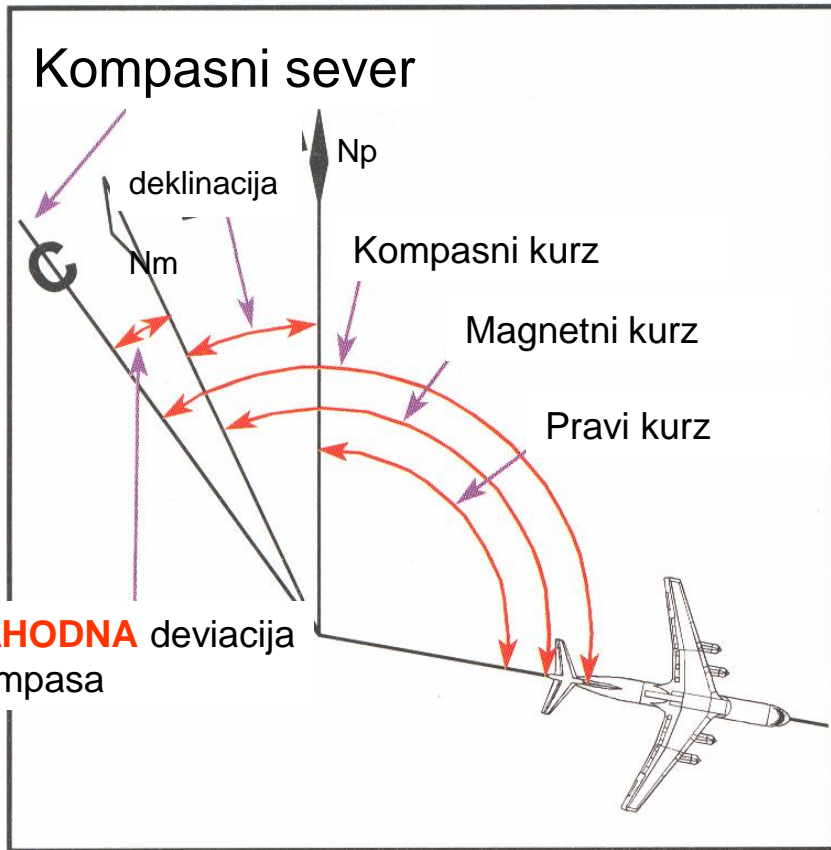
## Deviacijska tabela v letalu poleg magnetnega kompasa



DEVIACIJSKA TABELA					
FOR					
N	30	60	E	120	150
STEER					
001	031	060	089	118	149
FOR					
S	210	240	W	300	330
STEER					
181	213	242	271	301	330
ON	<input checked="" type="checkbox"/>	RADIOS	<input type="checkbox"/>	NO	



## Vzhodna in zahodna deviacija kompasa



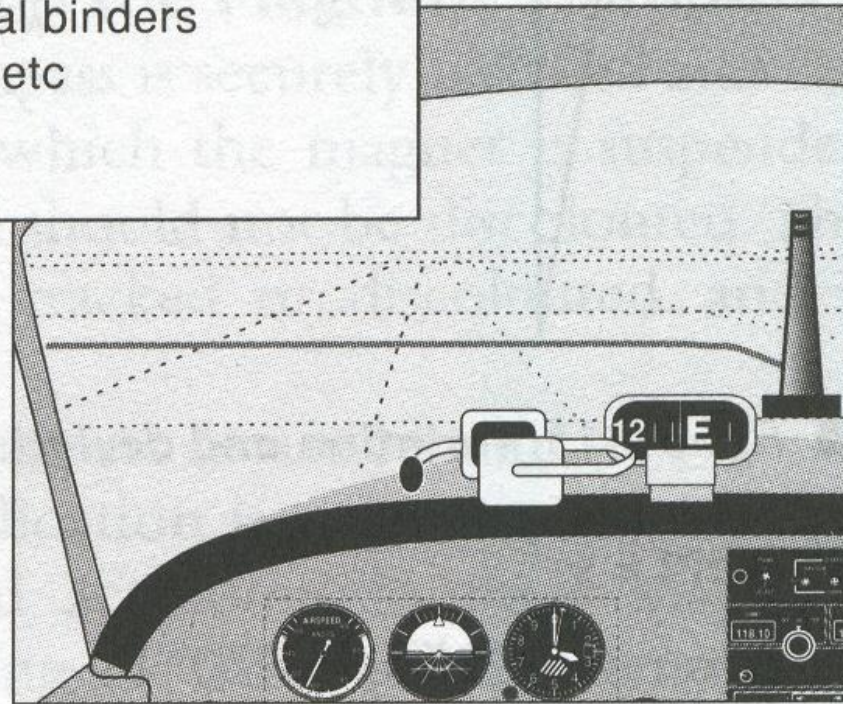
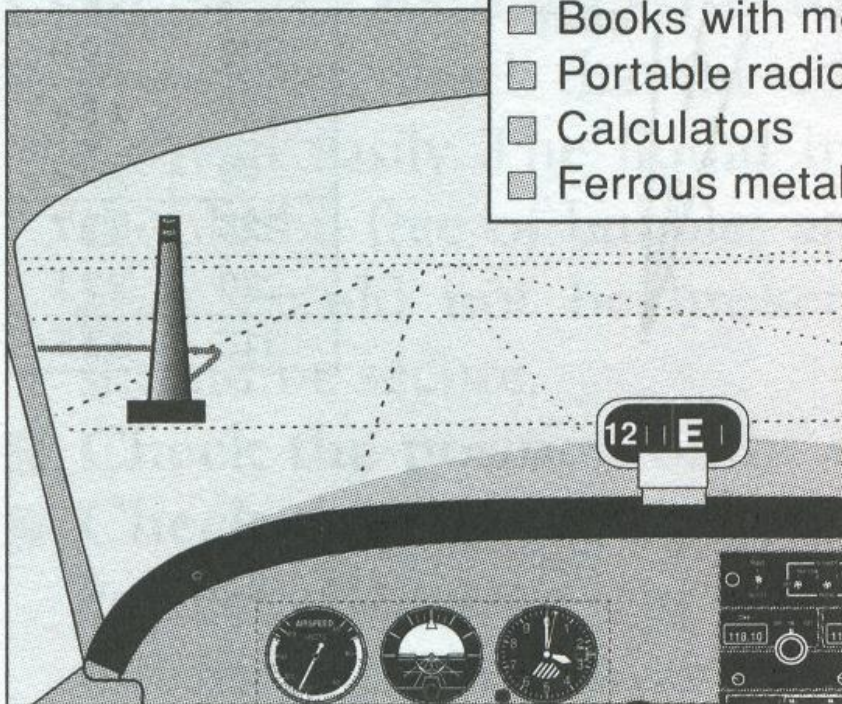




## Poleg magnetnega komasa ne smemo polagati predmetov

**Do not place these cockpit items near the magnetic compass:**

- Headsets
- Books with metal binders
- Portable radios etc
- Calculators
- Ferrous metals





## Pred letom preverimo delovanje magnetnega kompasa

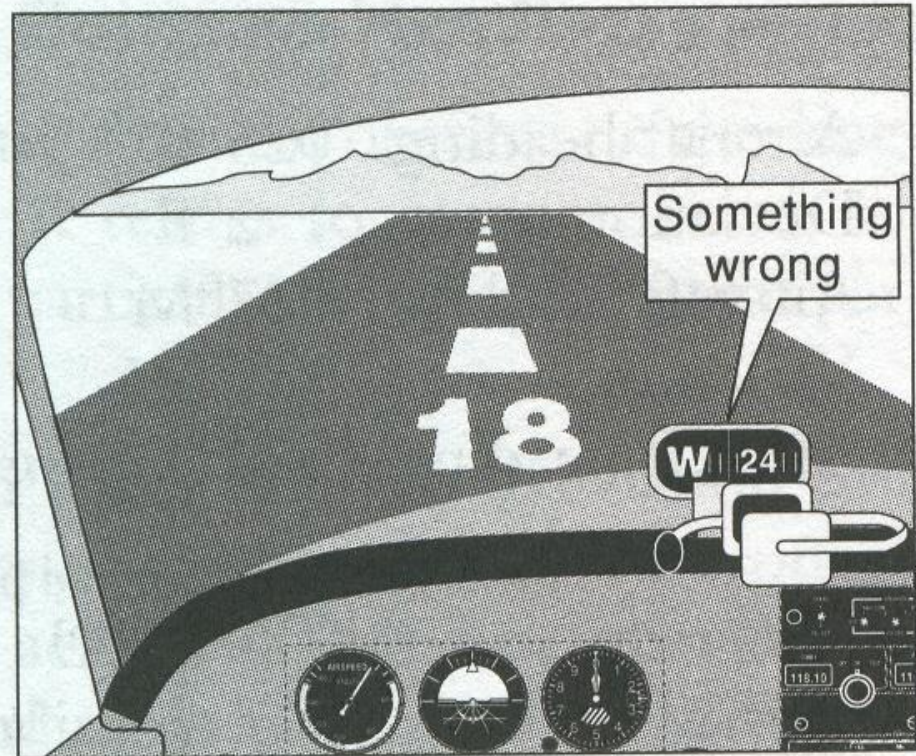
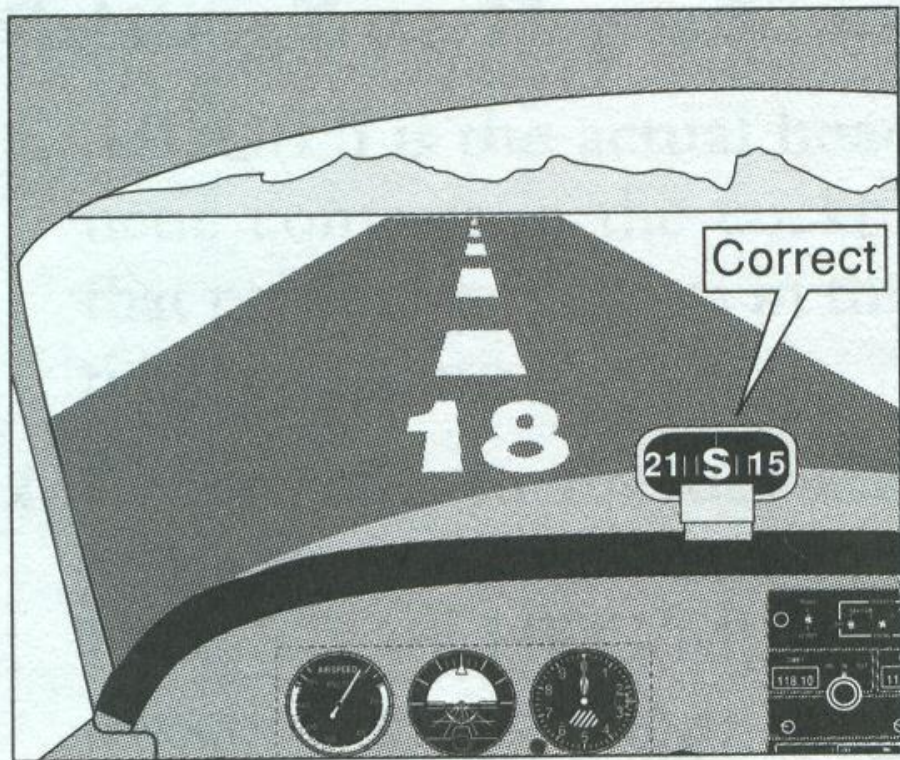
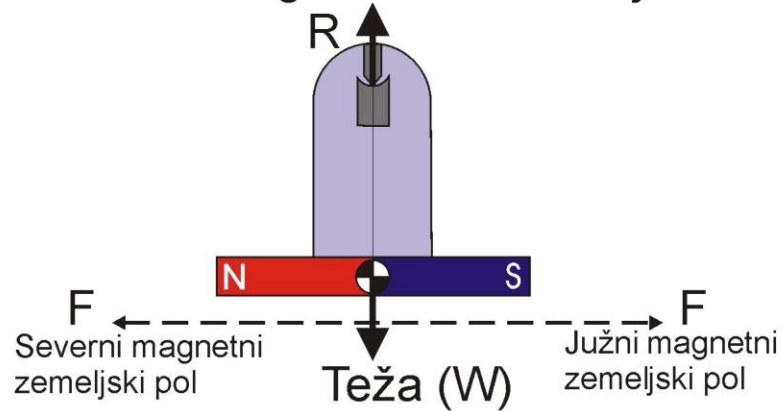


Fig. 2.17. A. ... direction

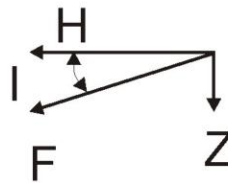
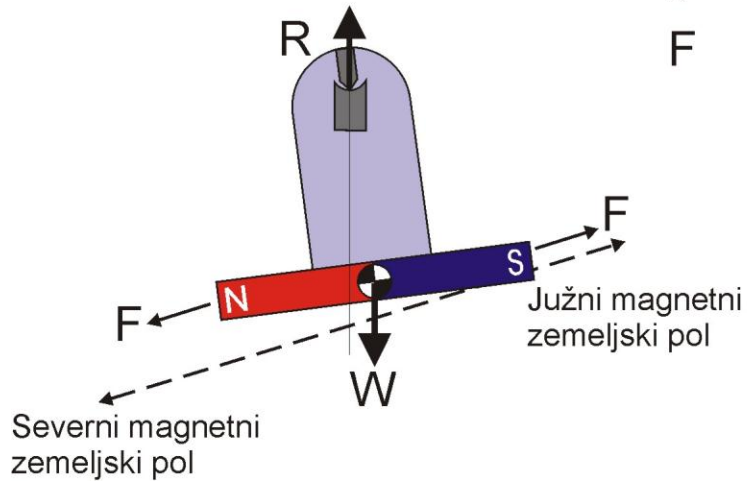


# Vedenje magnetne igle / rože v zemljinem magnetnem polju

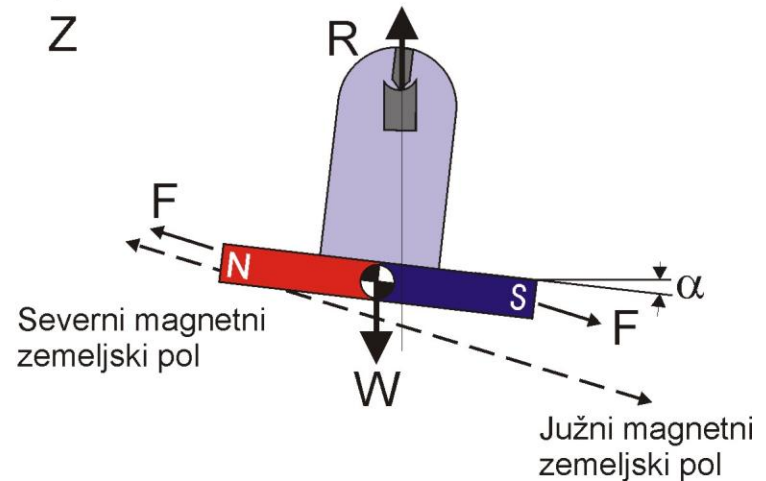
Na magnetnem ekvatorju



Na severni polobli



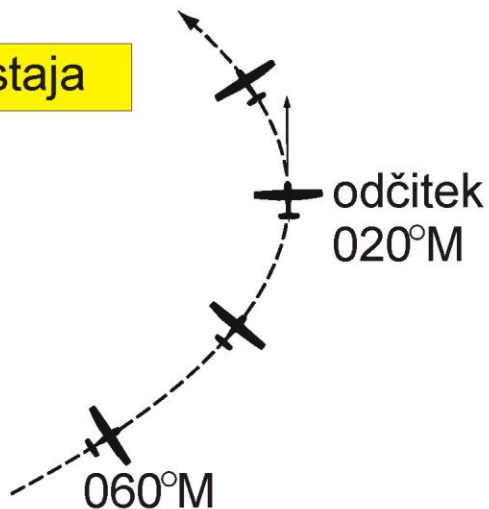
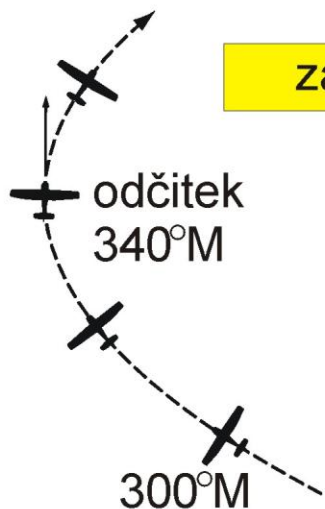
Na južni polobli





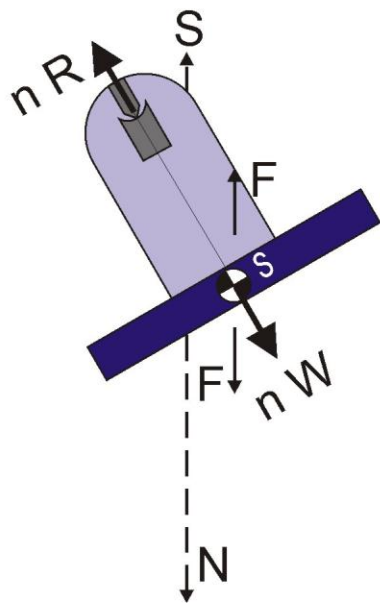
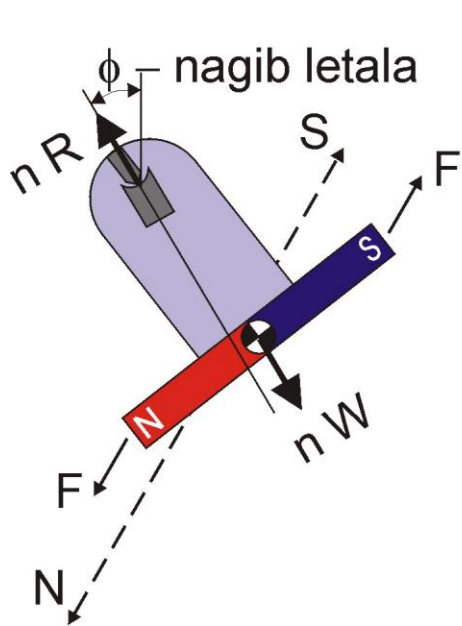
# Na severni polobli Zavijanje v severne smeri

zaostaja

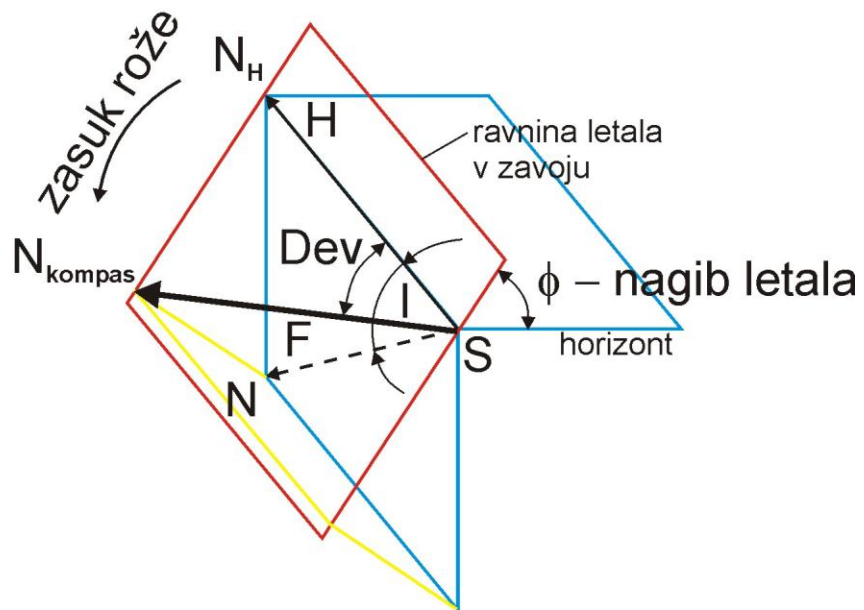
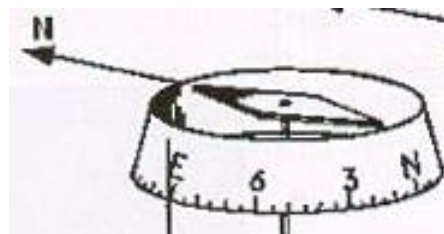
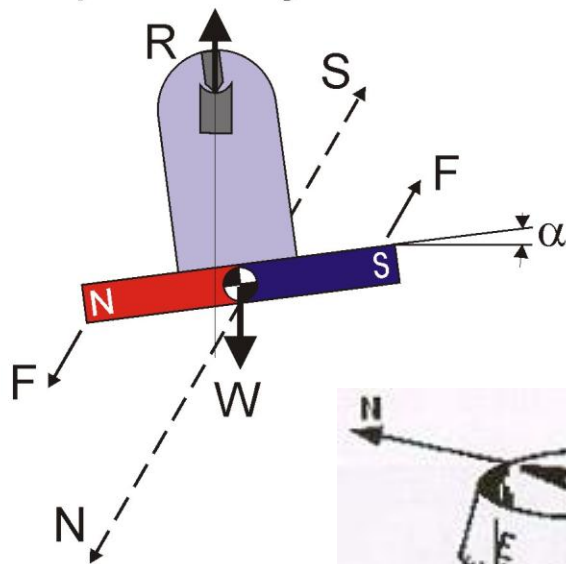


v zavoju  
v vzhodnih smereh

v zavoju  
v severnih smereh

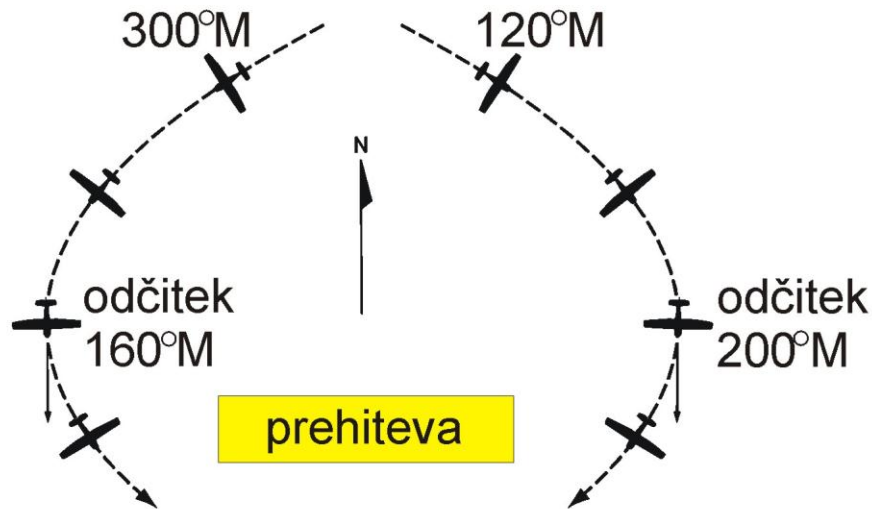


pred zavojem

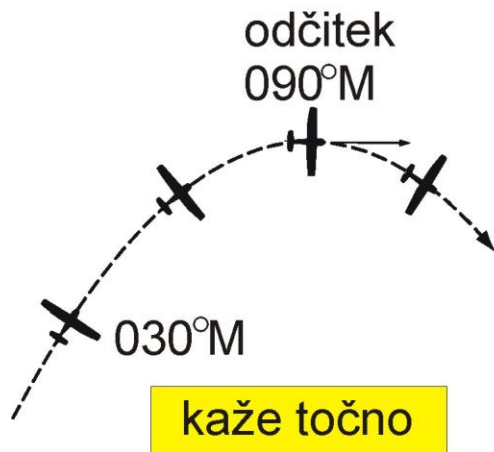




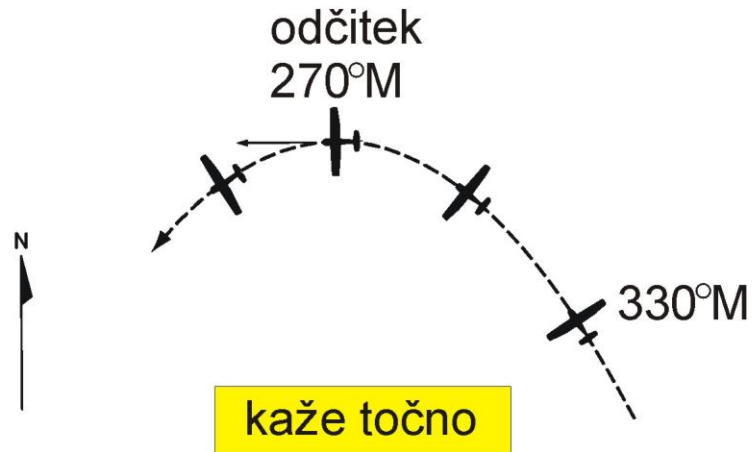
## Na severni polobli Zavijanje v južne smeri



zavijanje v vzhodne smeri



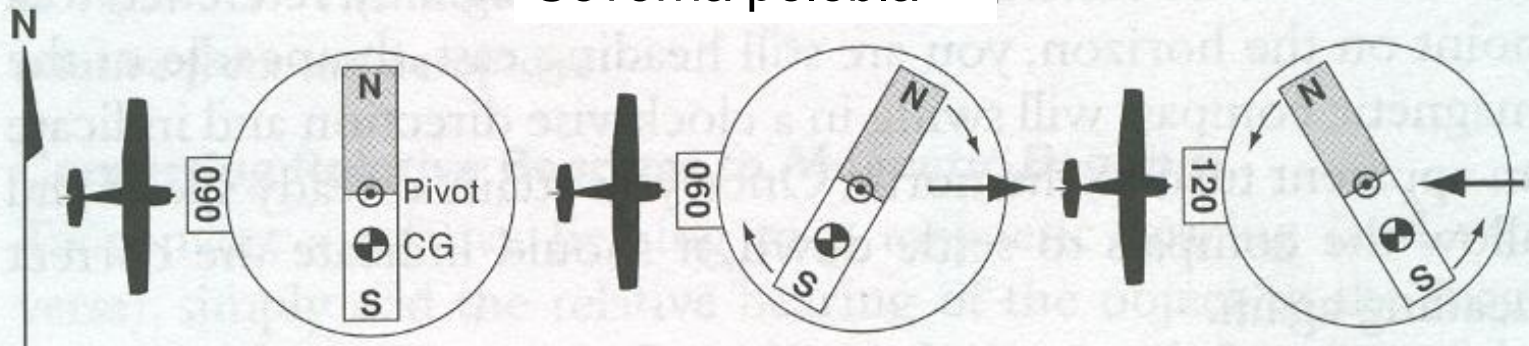
zavijanje v zahodne smeri





# Napaka magnetnega kompasa pri pospeševanju in zaviranju na severni polobli

## Severna polobla



konstantna hitrost

dejanski kurz 090  
odčitek 090

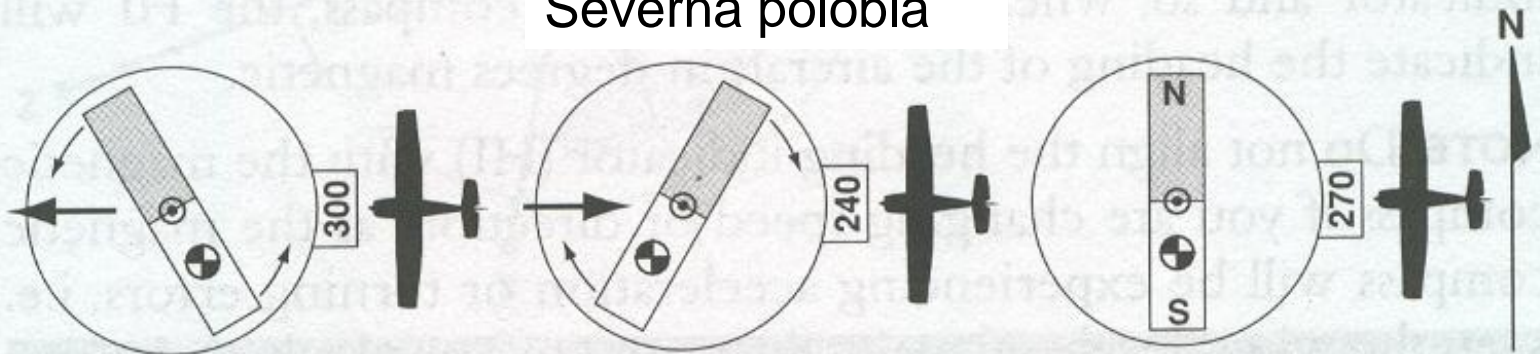
pospeševanje

dejanski kurz 090  
odčitek 060

zaviranje

dejanski kurz 090  
odčitek 120

## Severna polobla



pospeševanje

dejanski kurz 270  
odčitek 300

zaviranje

dejanski kurz 270  
odčitek 240

konstantna hitrost

dejanski kurz 270  
odčitek 270



# Pilatus PC-12, magnetni kompas





# Pilatus PC-6, magnetni kompas







# Boeing 757-300, magnetni kompas in deviacijska tabela





# Izračun deviacije kompasa (DK)

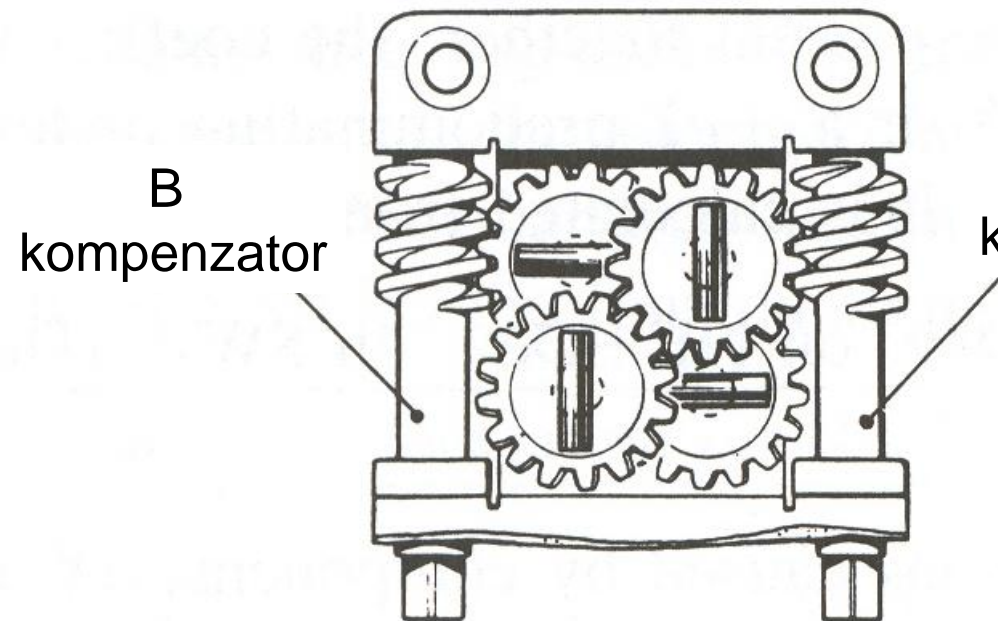
$$DK = A + B \sin(\theta) + C \cos(\theta)$$

$$A = \frac{DK_N + DK_E + DK_S + DK_W}{4}$$

$$B = \frac{DK_E - DK_W}{2}$$

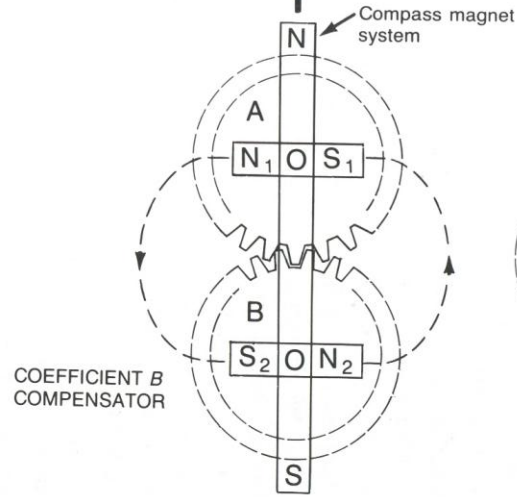
C  
kompenzator

$$C = \frac{DK_N - DK_S}{2}$$

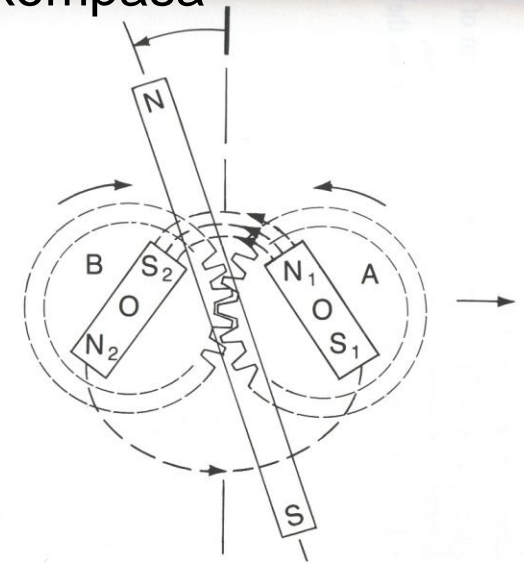
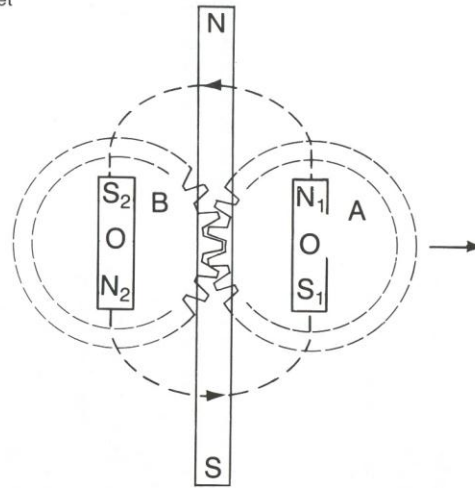




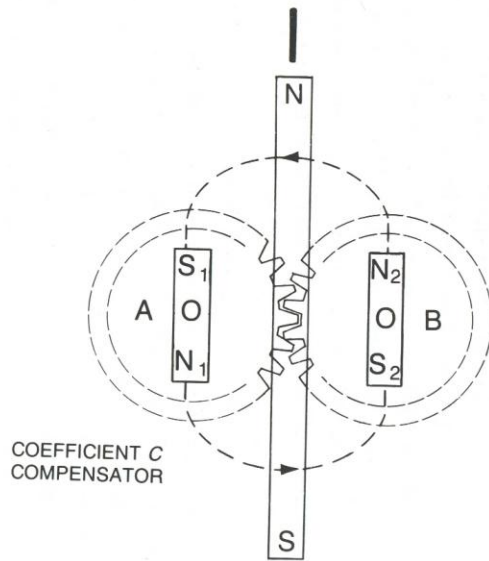
# Kompenczacija magnetnega kompasa



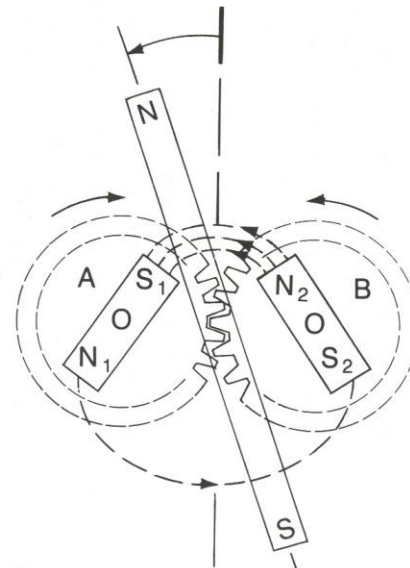
(a)



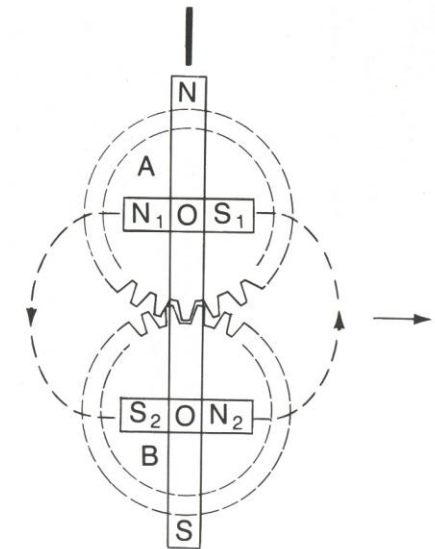
(c)



(d)



(e)



(f)