

Osnovni pojmovi

Merenje visine

Dragana Vujović  
28. februar 2013.

# Merenje vremena

- mesno (lokalno) ,
- Griničko i
- zonsko vreme

✓  $15^\circ$  g. d. = 1 sat

✓  $1^\circ$  g. d. = 4 minuta

✓  $1'$  g. d. = 4 sekunde

## Primer 1

Dužinu  $\lambda = 33^\circ 10'$  prevesti u vreme.

## Primer 2

Dužinu u vremenu

$\lambda_t = 6 \text{ h } 40 \text{ min } 44 \text{ s}$   
prevesti u jedinice luka.

## *Određivanje mesnog vremena u datoj tački*

$$T_{M_2} = T_{M_1} \pm \Delta\lambda$$

### Primer

Mesno vreme je

$T_{M_1} = 18 \text{ h } 25 \text{ min}$ ,

geografska dužina tačke

$\lambda_{E1} = 18^\circ$ . Odrediti

mesno vreme za isti

trenutak vremena u

zadanoj tački dužine

$\lambda_{E2} = 39^\circ$ .

## Griničko vreme

$$T_g = T_M \mp \Delta\lambda$$

$$T_M = T_g \pm \Delta\lambda$$

### Primer 1

Mesno vreme je

$T_M = 19$  h 47 min, dužina mesta  $\lambda_E = 76^\circ$ . Odredi Griničko vreme.

### Primer 2

Griničko vreme je

$T_g = 8$  h 10 min. Odrediti mesno vreme za tačku čija je dužina  $\lambda_E = 33^\circ$

# Zonsko vreme

$$T_{P2} - T_{P1} = N_2 - N_1$$

## Primer

Zonsko vreme u

Arhangelsku (3. zona) je

TP1 = 14 h 30 min.

Odrediti zonsko vreme u

Jakutsku (8. zona).

# Vazduhoplovne usluge i službe

- vazdušni prostor u kome se pružaju usluge (ANS - Air Navigation Service)
- SMATSA - Serbia and Montenegro Air Traffic Services Agency
- Međunarodna organizacija za civilnu asocijaciju (International Civil Aeronautical Organisation - ICAO)
- ECAC - European Civil Aviation Conference
- EUROCONTROL - The European Organisation for the Safety of Air Navigation
- Službe specijalizovane za pružeanje pojedinih vazduhoplovnih usluga

# Vazduhoplovne službe

1. Služba upravljanja vazdušnim saobraćajem (Air Traffic Management - ATM)
2. Služba za pružanje usluga komunikacije, navigacije i nadzora (Communication, Navigation and Surveillance - CNS)
3. Služba za pružanje meteoroloških usluga (Meteorological - MET)
4. Služba vazduhoplovnog informisanja (Aeronautical Information - AIS)
5. Služba traganja i spasavanja (Search and Rescue - SAR)

# MET

Meteorološke usluge ATM (Air Traffic Management), vazduhoplovnim operaterima, pilotima, SAR (Search and Rescue), vazduhoplovnim pristaništima i ostalim zainteresovanim:

- vršenje osmatranja
- priprema i distribucija meteoroloških izveštaja i prognoza, kao i bilo kojih drugih meteoroloških informacija i podataka



# Oblasti informisanja u letu

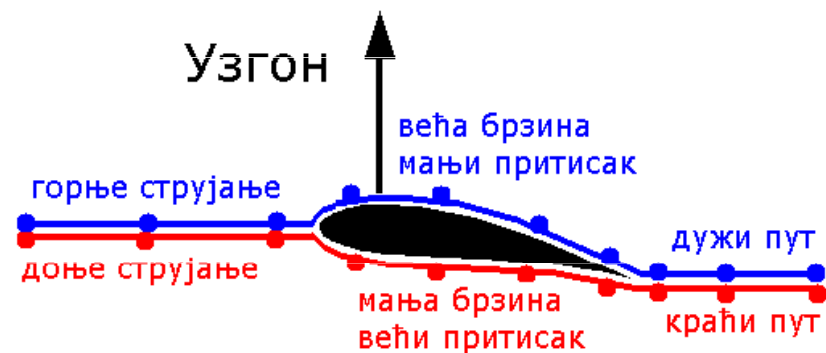
Vazdušni prostor se u horizontalnom pravcu deli na:

- kontrolisani (deluje služba kontrole letenja),
  - nekontrolisani (sloj slobodnog letenja) i
  - vazdušni prostor u kome je letenje posebno regulisano.
- 
- oblasti informisanja u letu (Flight Information Regions - FIR / Upper Information Regions - UIR)
  - oblasti kontrole letenja (Control Area - CTA)
  - funkcionalni blokovi vazdušnih prostora (Functional Airspace Block - FAB)

# Sila uzgona

Aerodinamika je nauka koja se bavi kretanjem vazduha u odnosu na čvrsta tela.

$$p + \frac{\rho v^2}{2} = const$$



Принцип "дужи пут" за "исто време"

- ✓ Podzvučna (supersonična,  $M < 0,8$  )
- ✓ Krozvučna (transsonična,  $0,8 < M < 1,4$ )
- ✓ Nadzvučna (supersonična,  $1,4 < M < 6$  )

## Standardna atmosfera (SA) Međunarodne organizacije za civilnu avijaciju (ICAO)

SA je hipotetička vertikalna raspodela pritiska, temperature i gustine koja se uzima kao reprezentativna za atmosferu i koristi se za kalibraciju visinomera i izračunavanje karakteristika vazduhoplova.

Karakteristike vazduhoplova su:

- dužina zaleta pri poletanju, odnosno protrčavanja pri sletanju;
- brzina uzdizanja posle uzletanja;
- potrošnja goriva za dati režim leta;
- visina vrhunca leta;
- maksimalna težina i
- radijus standardnog i borbenog zaokreta.

Standardni izobarski nivoi u ICAO standardnoj atmosferi.

Pritisak	Visina			Temperature	
	hPa	m	ft	Nivo leta	°C
1000	111	364			14,3
850	1457	4781	050		5,5
700	3012	9882	100		-4,6
500	5574	18289	180		-21,2
400	7185	23574			-31,7

# Aerodinamička sila

- visina po gustini, za aerodinamičke i
- visina po pritisku, za navigacijske proračune
- aerodinamička sila:

$$R = C \frac{v^2 S \rho}{2R T}$$

- $\Delta T = 10^\circ C$ , povećanje zaleta pri poletanju za 13%
- odstupanja temperature od standardnih uslova značajnija za promenu gustine (time za uzgon i potisak) od odstupanja pritiska

# Vrhunac (plafon) leta

$$H_v = K (T - T_{sa})$$

stvarna temperatura

temperatura na danoj visini  
u standardnoj atmosferi

Odstupanje stvarne temperature vazduha od standardne za  $\pm 10^\circ\text{C}$  izaziva promene vrhunca leta za oko **500 m** kod transoničnih aviona, i za oko **1000 m** kod supersoničnih aviona.

# Merenje visine

Barometarski visinomeri se baždare u odnosu na uslove standardne atmosfere.

Pritisци:

**QFE** je pritisak sveden na nivo aerodroma, odnosno nivo praga PSS .

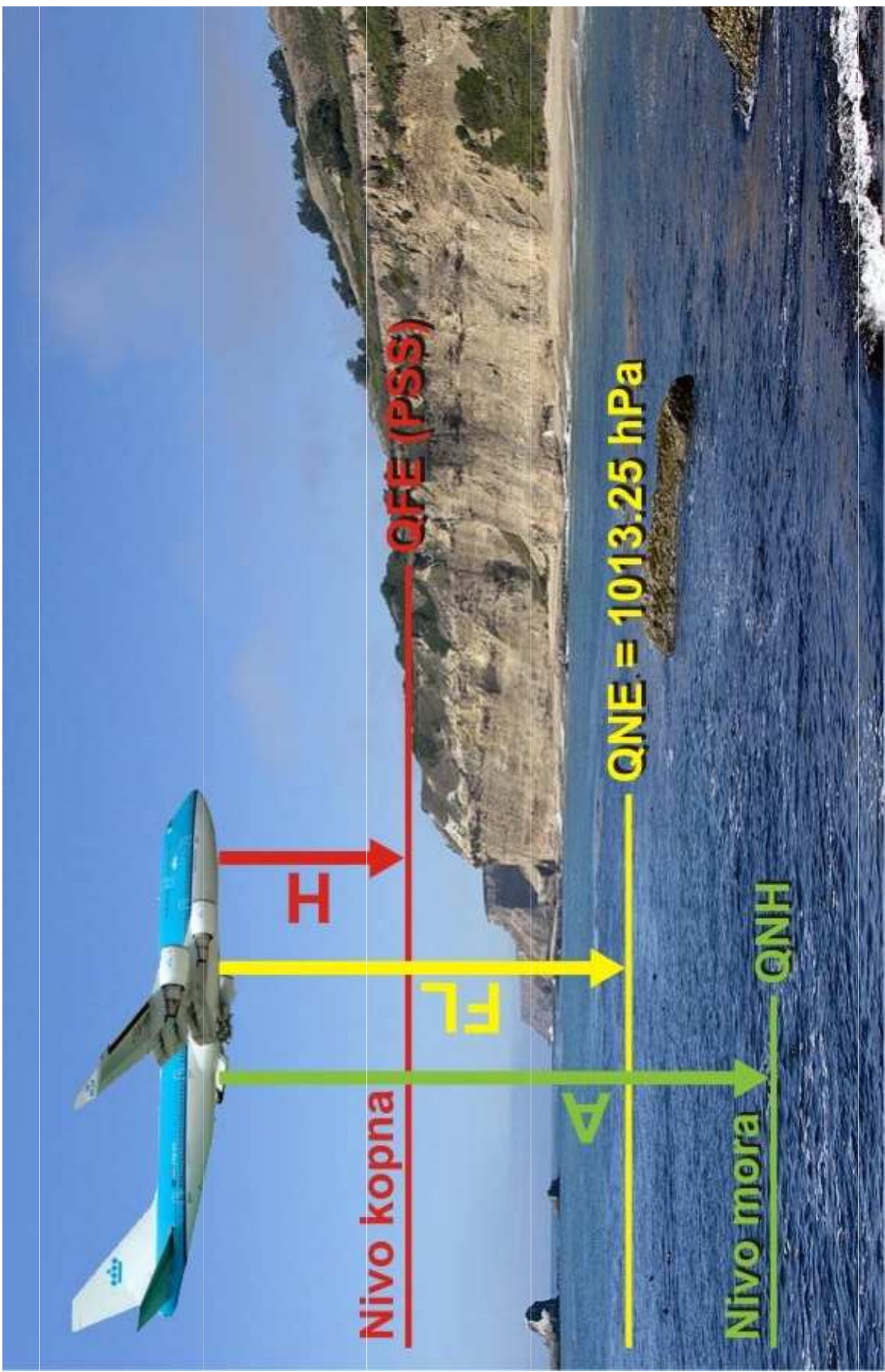
**QNH** je pritisak sveden na morski nivo.

**QNE** je standardni pritisak na nivou mora (srednji nivo mora) i iznosi 1013,2 hPa.

# Definicije visina

1. *nadmorska visina* (E-elevation) - vertikalno rastojanje u odnosu na MSL određuje se na osnovu QNH pritiska
2. *relativna visina* (H-height) - vertikalno rastojanje u odnosu na PSS; određuje se na osnovu QFE pritiska
3. *apsolutna visina* (A-altitude) - vertikalno rastojanje tačke u vazduha u odnosu na MSL; određuje se na osnovu QNH pritiska;
4. *nivo leta* (FL - flight level) - površ konstantnog atmosferskog pritiska u odnosu na 1013,25 hPa ; određuje se na osnovu QNE pritiska;  
FL080=8000 ft.



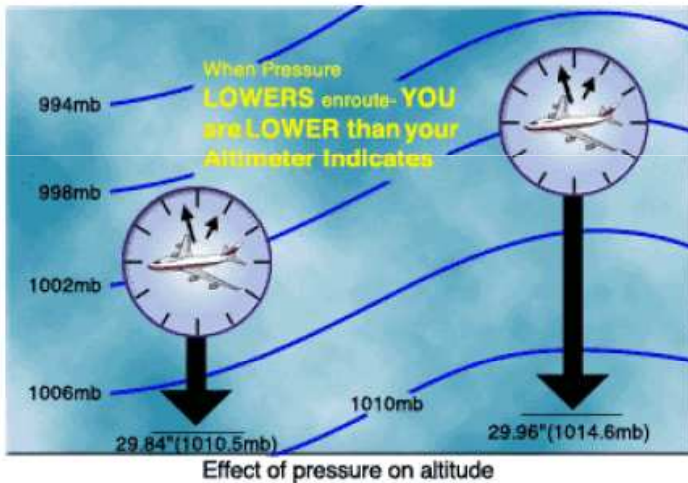


Barometarski visinomer kalibrisan u odnosu na ICAO SA i postavljen na:

- **QNH** pritisak, pokazivao apsolutnu visinu (altitude)
- **QFE** pritisak, pokazivao relativnu visinu (height) iznad QFE referentnog nivoa
- **QNE** = 1013,25 hPa, pokazivao nivo letenja (FL)

# Uticaj pritiska na pokazivanje visinomera

U letu na maršruti duž koje pritisak na morskom nivou opada, stalno se  *smanjuje* stvarna visina iako je visina koju pokazuje visinomer ista.

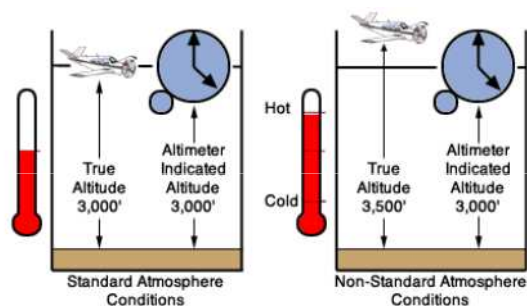


Kada se pritisak snižava duž maršrute, stvarna visina je *manja* nego što visinomer pokazuje i obrnuto, ako se leti od nižeg ka višem pritisku stvarna visina je *viša* nego što visinomer pokazuje.

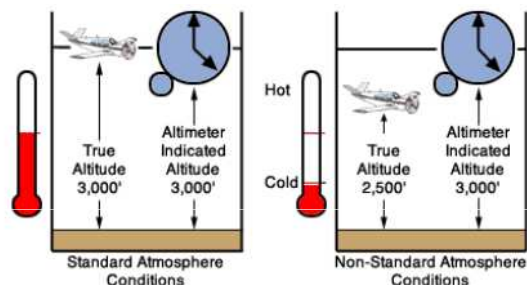
Ako pritisak na morskom nivou opadne za 1 hPa, visinomer će pokazati za 10 m višu visinu od stvarne.

# Uticaj temperature na pokazivanje visinomera

U letu od toplije ka hladnijoj vazdušnoj masi stvarna visina leta se  *smanjuje*, iako je visina po visinometru nepromenjena.



How temperature Affects Altitude

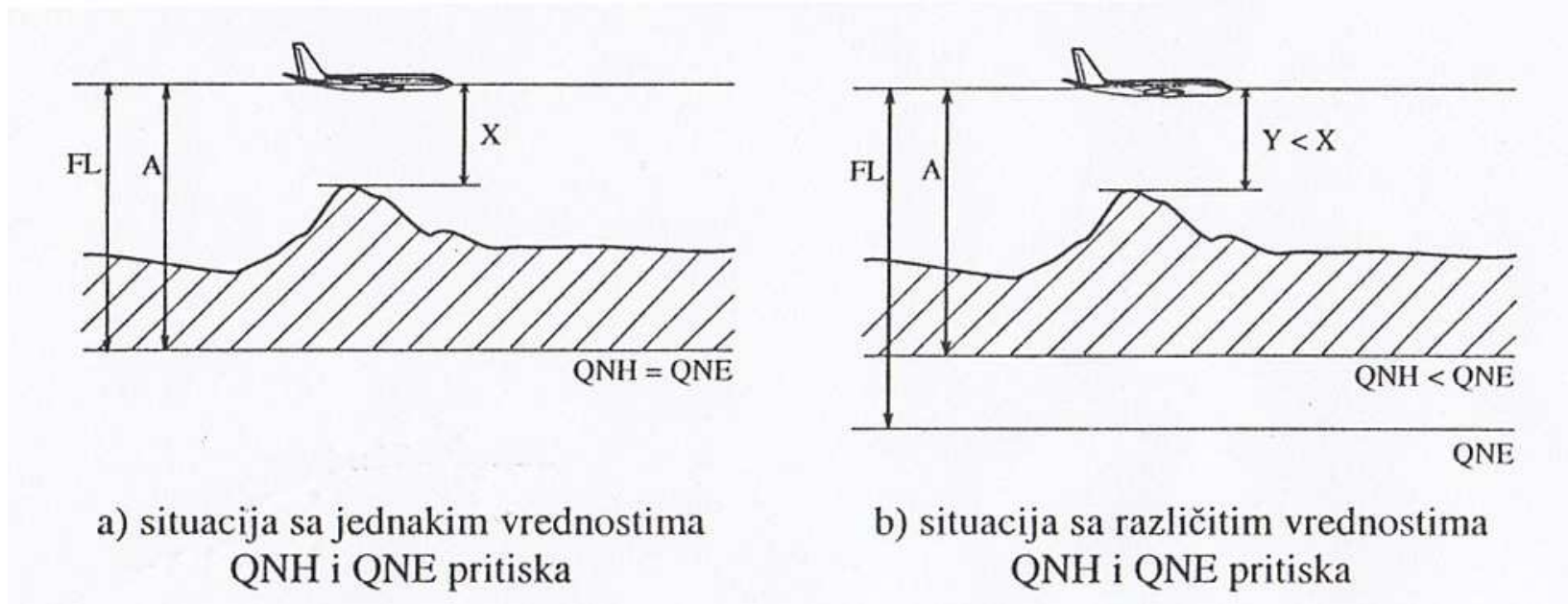


U letu na maršruti duž koje pritisak na morskome nivou opada a istovremeno se leti od toplije ka hladnijoj vazdušnoj masi, visina leta se *brže smanjuje* zbog čega dolazi do najvećih razlika između stvarne i izmerene visine.

Smanjenjem srednje temperature sloja debljine približno 3000 m za 10°C visinomer pokazuje za približno 100 m *veću* visinu od stvarne.

# Uticaj QNH na minimalnu IFR apsolutnu visinu

## IFR - Instrumental Flight Rules

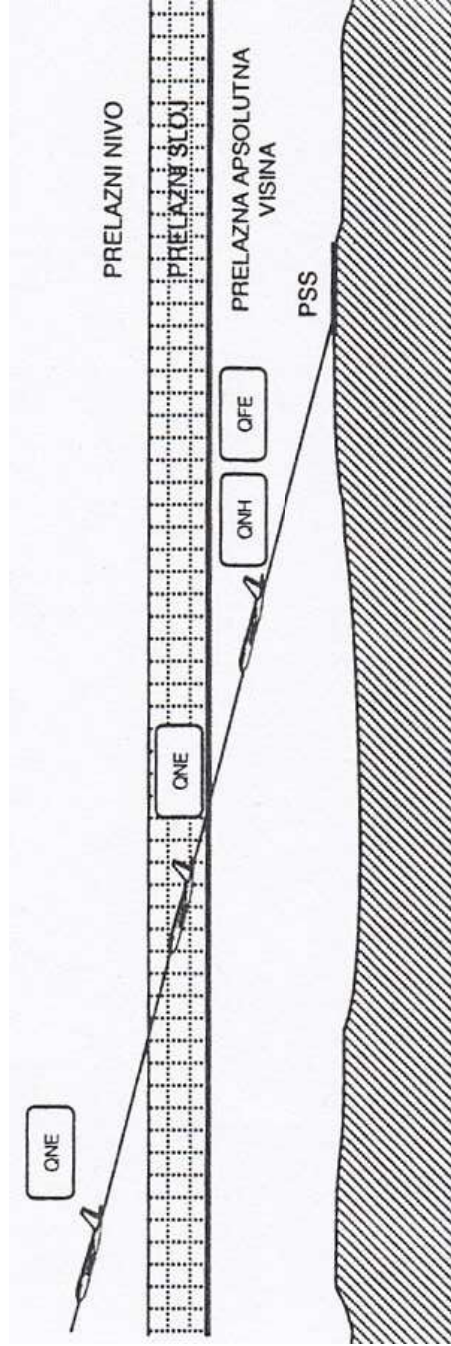
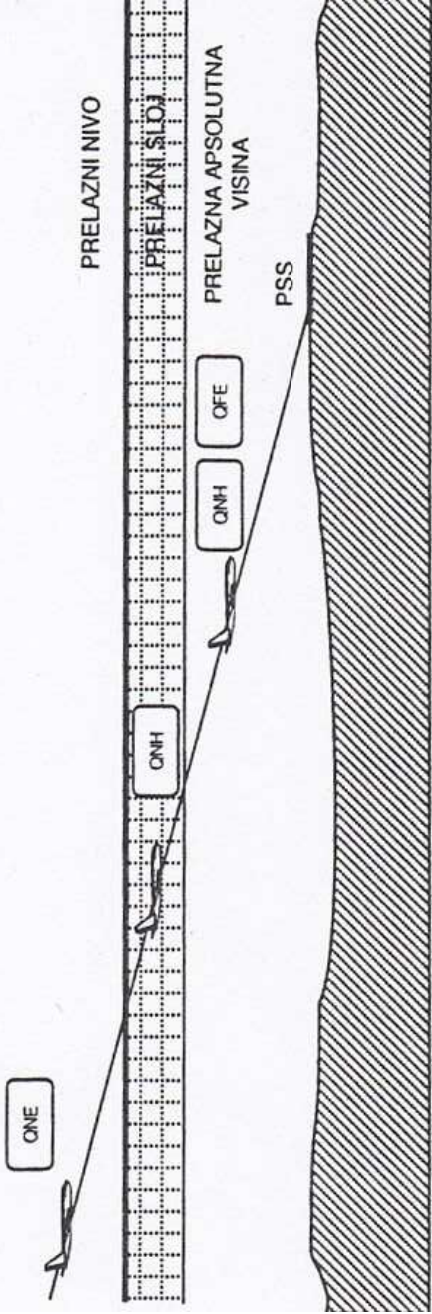




# Postupci podešavanja visinomera

## Definicije

- *Prelazna apsolutna visina* (TA - Transition Altitude) - unapred određena visina za svaki aerodrom na kojoj ili ispod koje vazduhoplovi lete sa visinomerom podešenim na QNH pritisak, tj. vertikalni položaj vazduhoplova se izražava kao apsolutna visina (korišćenje visine do korišćenja FL)
- *Prelazni nivo* (TL - Transition Level) - najniži nivo leta koji se može upotrebiti iznad TA određene za posmatrani aerodrom
- *Prelazni sloj* (Transition Layer) - vazdušni prostor koji se nalazi između TA i TL



<u>QNH</u> (in millibars)	Transition altitude (in feet)				
	3,000	4,000	5,000	6,000	18,000
1032–1050	FL025	FL035	FL045	FL055	FL175
1014–1032	FL030	FL040	FL050	FL060	FL180
996–1013	FL035	FL045	FL055	FL065	FL185
978–995	FL040	FL050	FL060	FL070	FL190
960–977	FL045	FL055	FL065	FL075	FL195
943–959	FL050	FL060	FL070	FL080	FL200



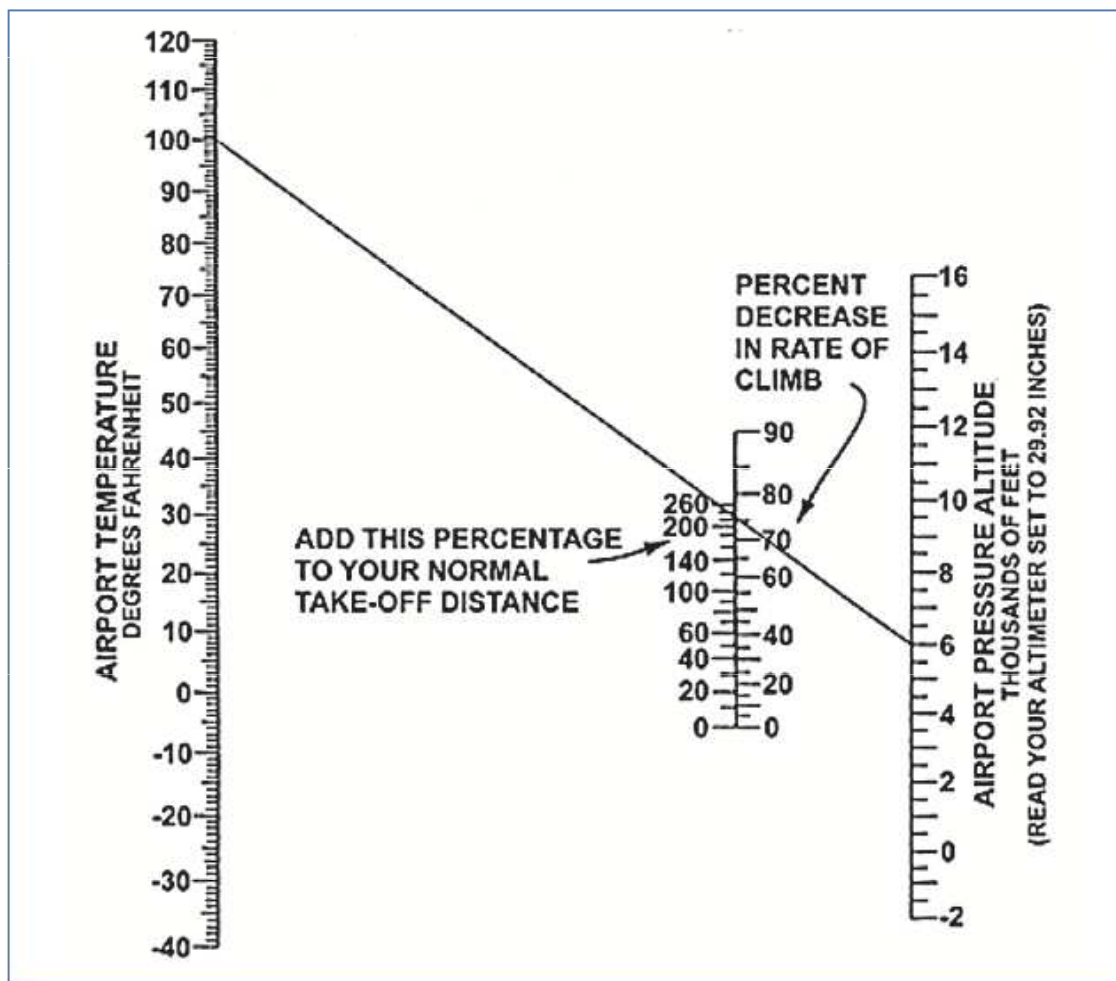
## Visina po gustini (DA - Density Altitude)

Visina koja je korigovana za odstupanja od standardne atmosfere.

Visoka DA znači da je gustina vazduha mala, a to smanjuje karakteristike vazduhoplova.

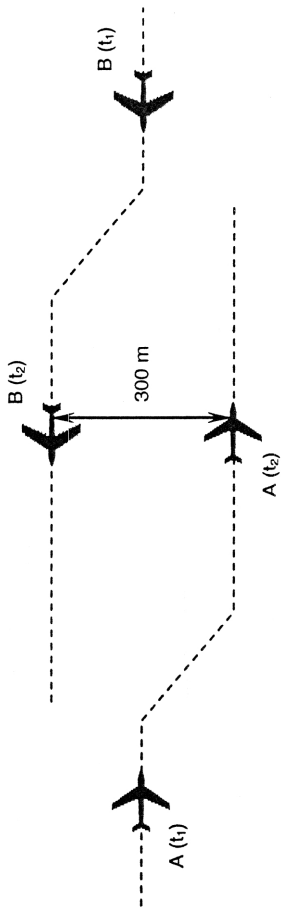
Zavisi od:

1. visine,
2. temperature i
3. vlažnosti.

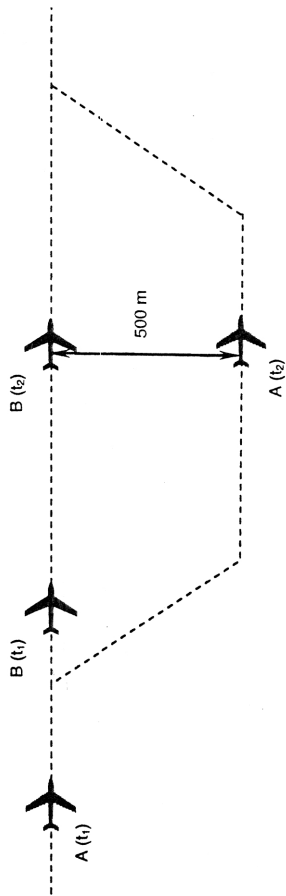


**Primer:** dužina zaleta 1000 ft,  
brzina uzdizanja 500 ft min<sup>-1</sup>

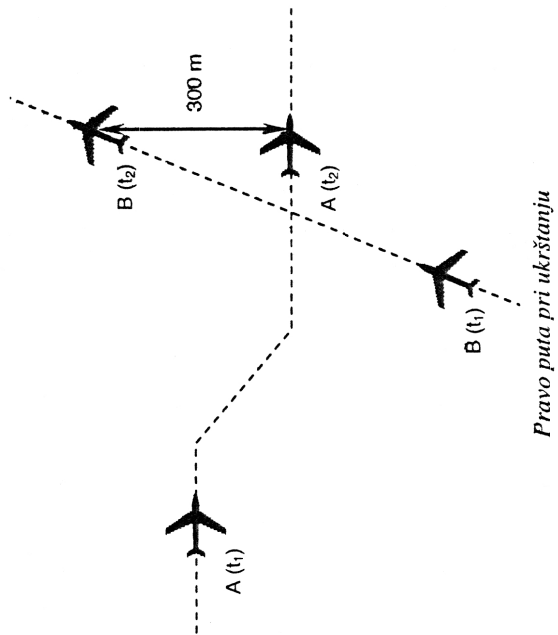
Kohov nomogram.



*Pravo puta pri susretu*



*Pravo puta pri prestizanju*

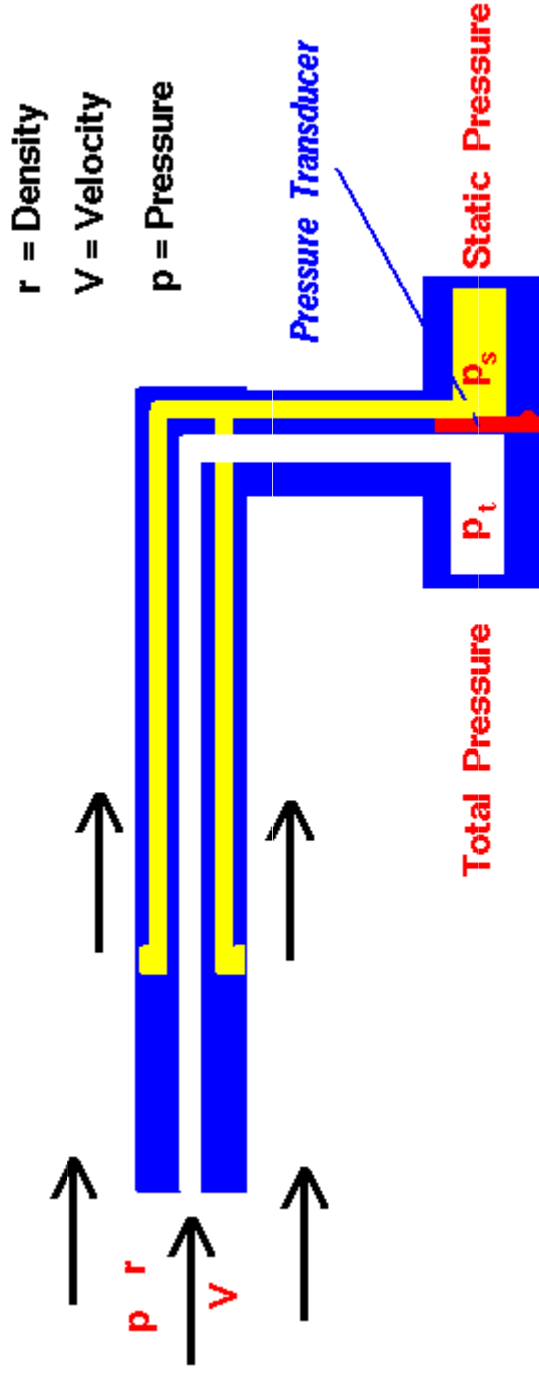


*Pravo puta pri ukrštanju*



# Pitot-Static Tube Prandtl Tube

Glenn  
Research  
Center



$r$  = Density  
 $V$  = Velocity  
 $p$  = Pressure

Measure difference in total and static pressure

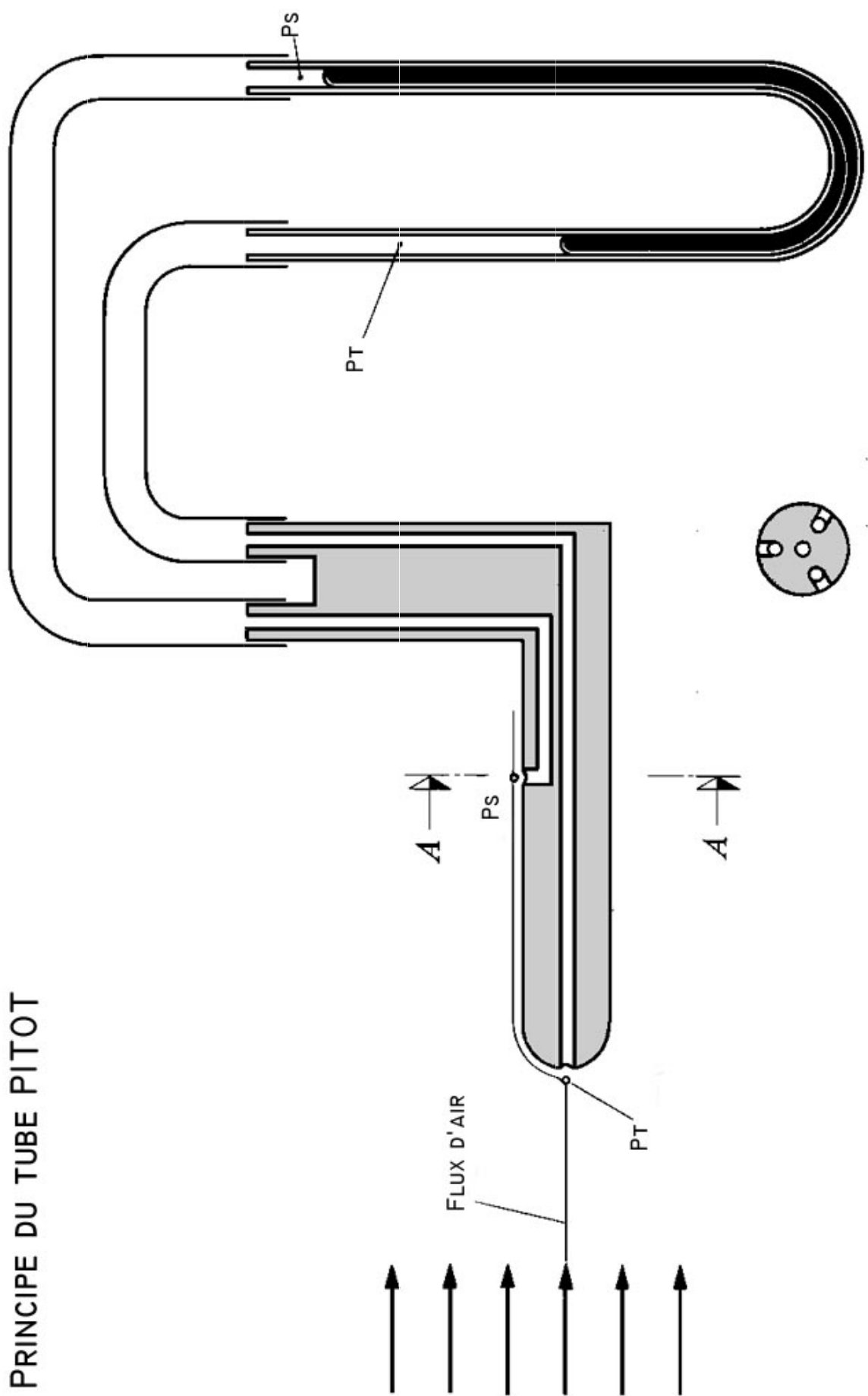
Bernoulli's Equation :

static pressure + dynamic pressure = total pressure

$$\left( p_s + r \times \frac{V^2}{2} \right) = P_t$$

Solve for Velocity:  $V^2 = \frac{2(P_t - p_s)}{r}$

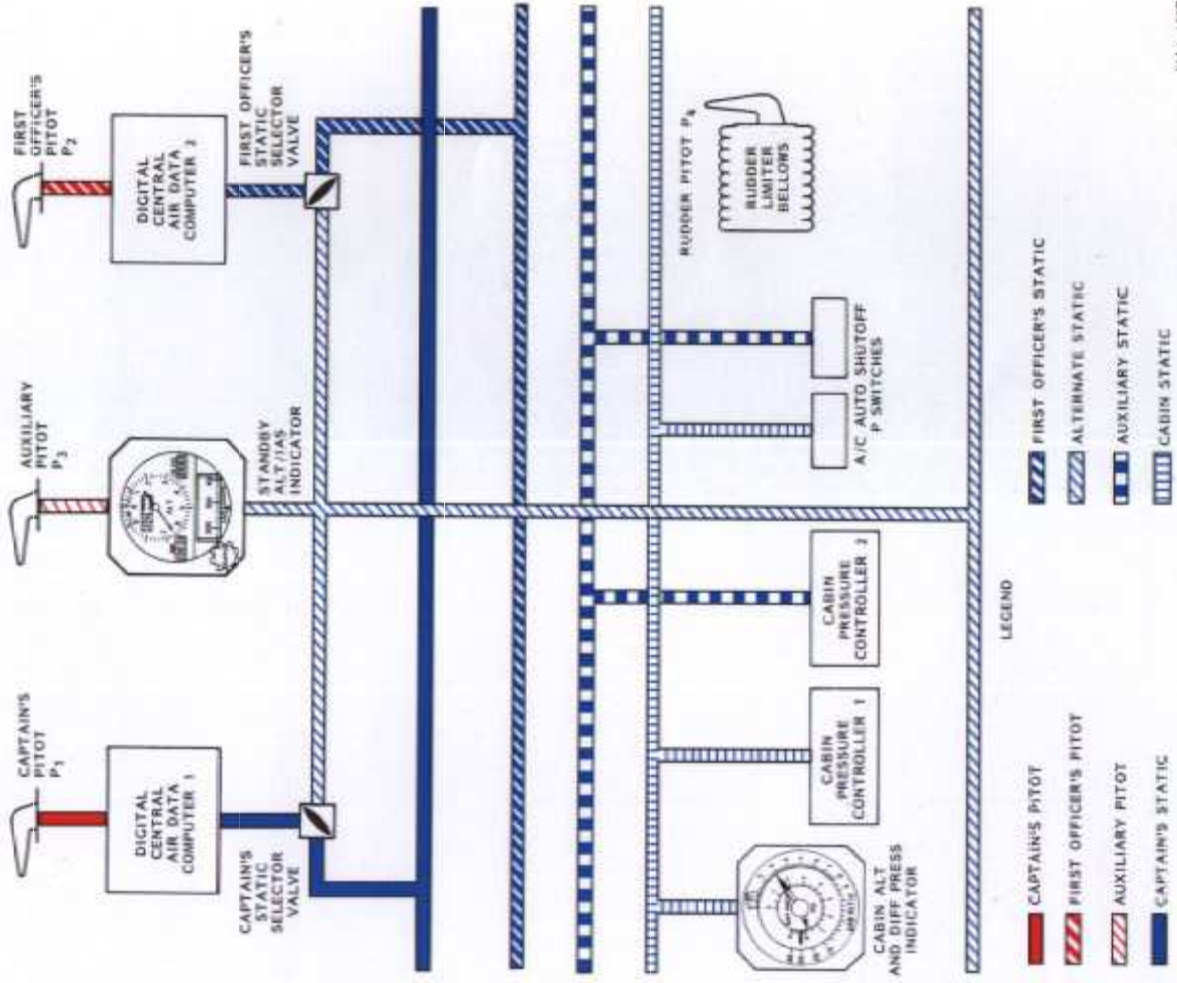
# PRINCIPE DU TUBE PITOT



SYSTEME DE MESURE,  
MANOMETRE OU AMPLI OP

COUPE : A - A

PITOT/STATIC SYSTEM



LEGEND

- CAPTAIN'S PITOT
- FIRST OFFICER'S PITOT
- AUXILIARY PITOT
- CAPTAIN'S STATIC
- FIRST OFFICER'S STATIC
- ALTERNATE STATIC
- AUXILIARY STATIC
- CABIN STATIC



PITOT PROBE  
ELECTRICALLY HEATED, 24 V  
MFG. PART NO. PH502  
FAA-TSO-C16  
AERO-INSTRUMENTS  
CLEVELAND, OHIO  
S/N: 1098111

AirTeamInc.com