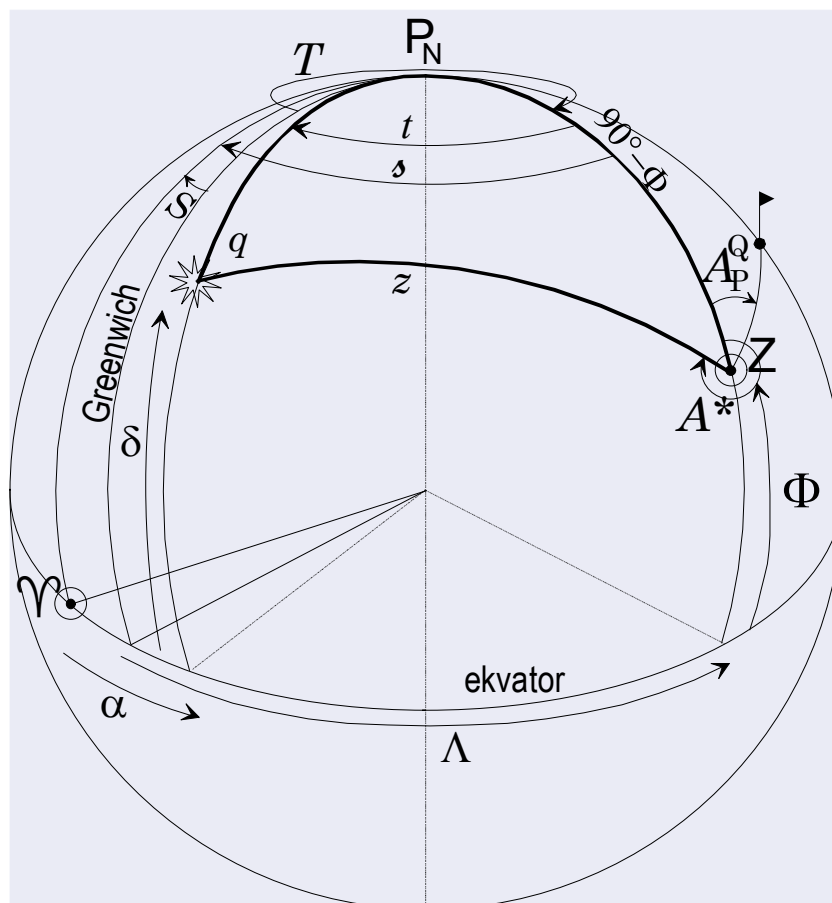


Astronomska določitev geografskih koordinat

- ◆ Princip astronomske določitve geografskih koordinat:
 - Astronomske geografske koordinate dajejo smer navpičnice v opazovališču, lego (položaj, pozicijo) pa dajejo le tedaj, če privzamemo za Zemljo kot planet neko matematično ploskev, kroglo ali elipsoid. Za izvedbo astronomskih opazovanj niso potrebne nobene predpostavke o obliki in velikosti Zemlje. V tem smislu so astronomske določitve absolutne.
 - Določitev astronomskih geografskih koordinat točk na Zemlji predstavlja določitev smeri proti opazovalčevemu zenitu. Princip je v določitvi koordinat zenita opazovališča v nebesnem ekvatorskem koordinatnem sistemu ($Z: \alpha_Z, \delta_Z$).

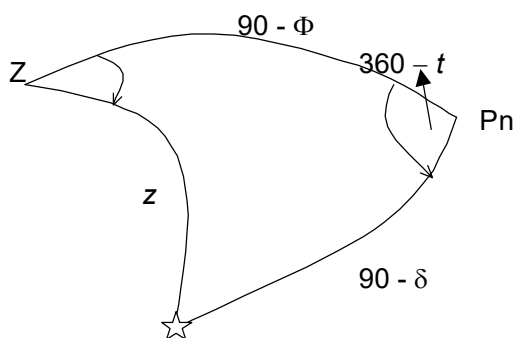


Določitev astronomske geogr. dolžine (1)

- ◆ Osnovno enačbo za določitev geografske dolžine nam poda definicija krajevnih časov, zvezdnega ali sončevega. Znano nam je, da je geografska dolžina opazovališča enaka razliki zvezdnega časa na meridianu Greenwicha in zvezdnega časa na meridianu opazovališča v istem absolutnem trenutku. To velja za pravi in srednji zvezdni čas:
 - $\Lambda = \text{LMST} - \text{GMST} = \text{LAST} - \text{GAST}$,
 - $\Lambda = s - S$ (vzhodna dolžina) ;
 - Če upoštevamo zvezo med zvezdnim časom rektascenzijo in časovnim kotom:
 - $s = t + \alpha$, sledi:
 - $\Lambda = t + \alpha - S$.
- ◆ Zvezdni čas S dobimo s pretvorbo opazovanega trenutka SEČ, časovni kot t izračunamo iz opazovanj, rektascenzijo α pa interpoliramo iz astronomskega almanaha.

Določitev astronomske geogr. dolžine (2)

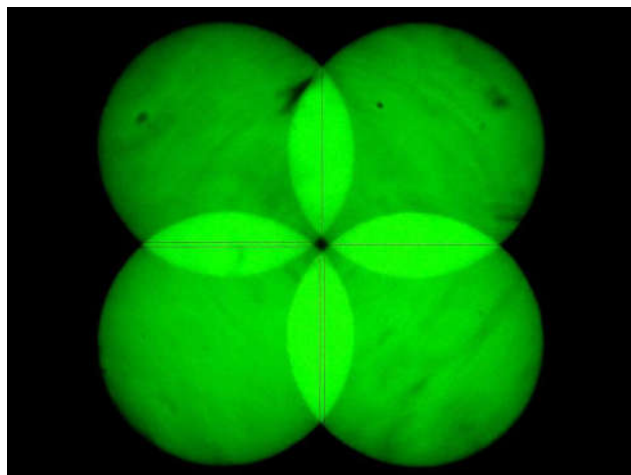
- ◆ Geografsko dolžino lahko izračunamo iz opazovanj, opravljenih v trenutku SEČ, če izračunamo časovni kot opazovanega nebesnega telesa. Tega dobimo prek izmerjene zenitne razdalje v trenutku SEČ.



$$\cos t = \frac{\cos z - \sin \Phi \sin \delta}{\cos \Phi \cos \delta} \rightarrow t$$

Opazovanje Sonca

- ◆ Pri opazovanju Sonca je odličen pripomoček t.i. **Roelefsova** prizma, ki omogoča neposredno opazovanje središča navidezne sončeve ploskvice. Priprava daje štiri sončeve slike, ki se delno prekrivajo, tako, da ostaja v sredini temnejši pravokotnik. Če je nitni križ instrumenta naravnani na pravokotnik, je daljnogled usmerjen natančno proti središču navidezne sončeve ploskvice.



Geodetska astronomija, izbrana poglavja

5

Določitev astron. geogr. dolžine s pomočjo opazovanj Sonca

- ◆ V primeru opazovanja Sonca:
 - $\Lambda = m - M$ (vzhodna dolžina),
 $M = \text{SEČ} - 1^{\text{h}}$
 - $m = t_{\odot} + 12^{\text{h}} - e$
 - $(e = p - m, m = p - e; p = t_{\odot} + 12; m = t_{\odot} + 12 - e)$
 - $\Lambda = t_{\odot} + 12^{\text{h}} - e - \text{SEČ} + 1^{\text{h}}$.
 - časovno enačbo e ($E = e + 12^{\text{h}}$, oz. $E = S_0 - \alpha_{\odot}$) interpoliramo iz astronomskega koledarja.

6

Najugodnejši pogoji za določitev Λ

- Izhajamo iz zveze med horizontskimi in krajevnimi nebesnimi koordinatami v astronomskem trikotniku:

$$\cos z = \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \cos t$$

odvajamo po z , Φ in t :

$$-\sin z dz = (\cos \Phi \sin \delta - \sin \Phi \cos \delta \cos t) d\Phi - \cos \Phi \cos \delta \sin t dt$$

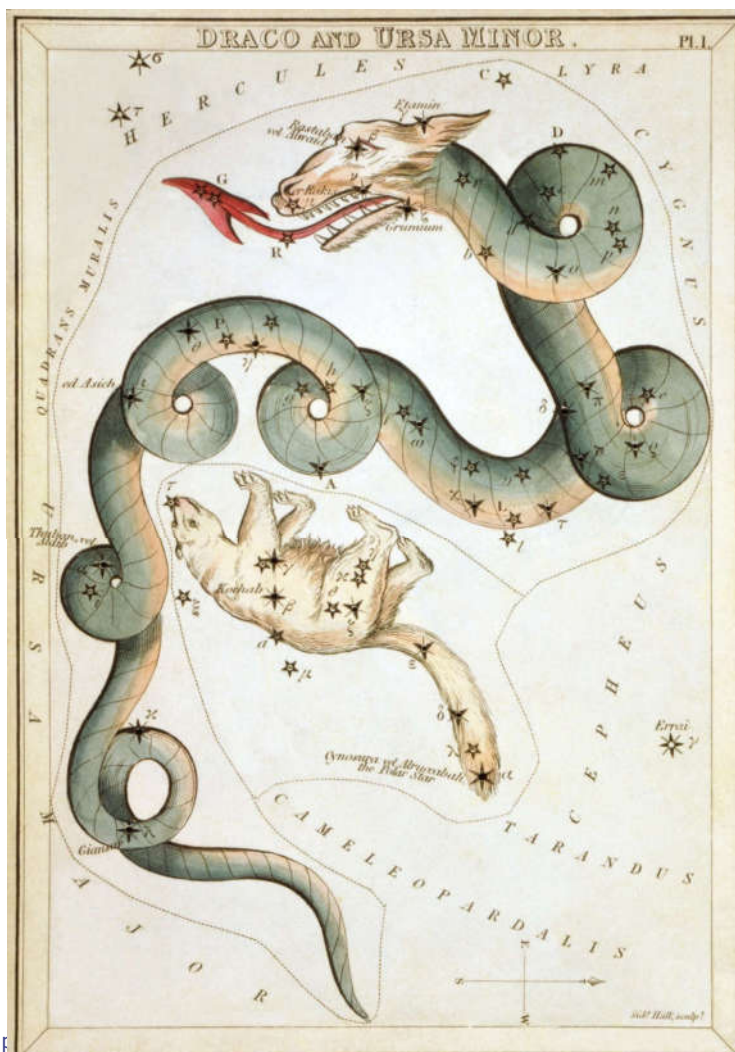
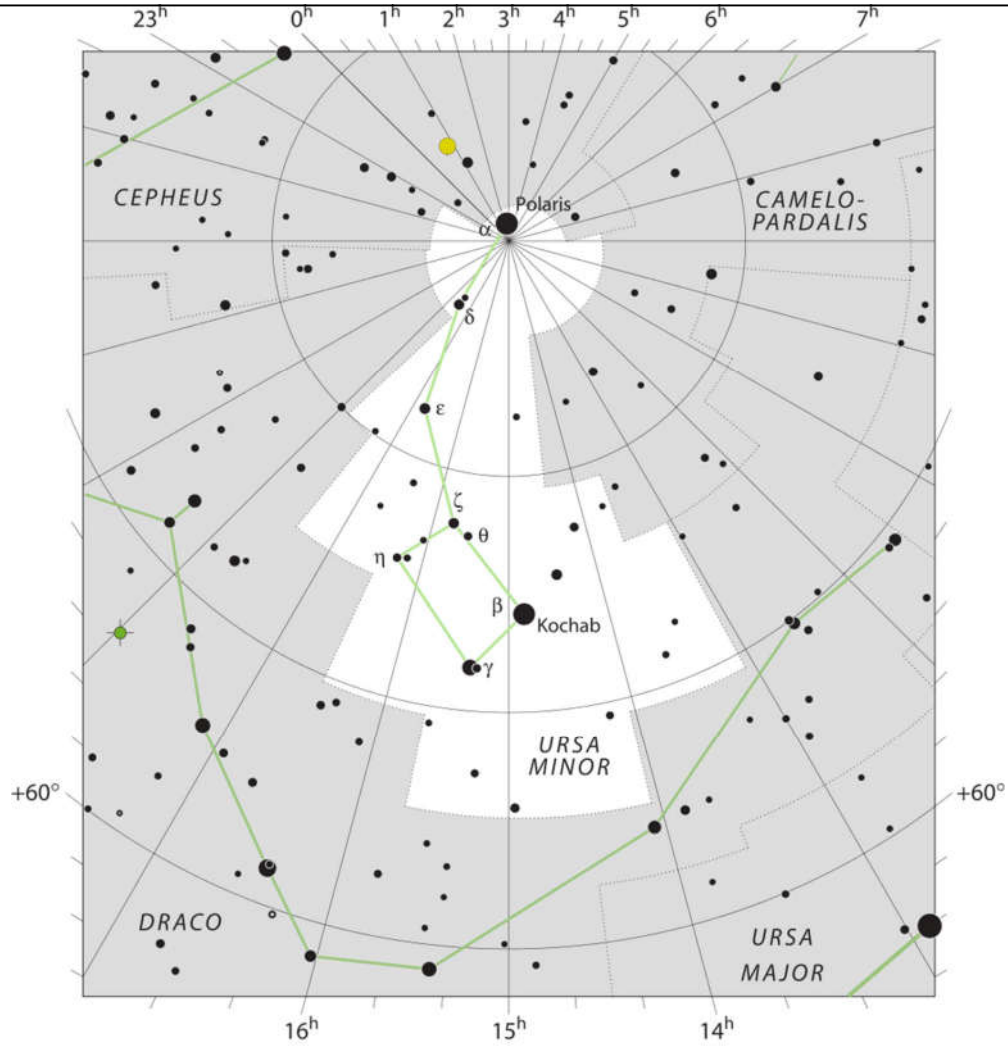
.....

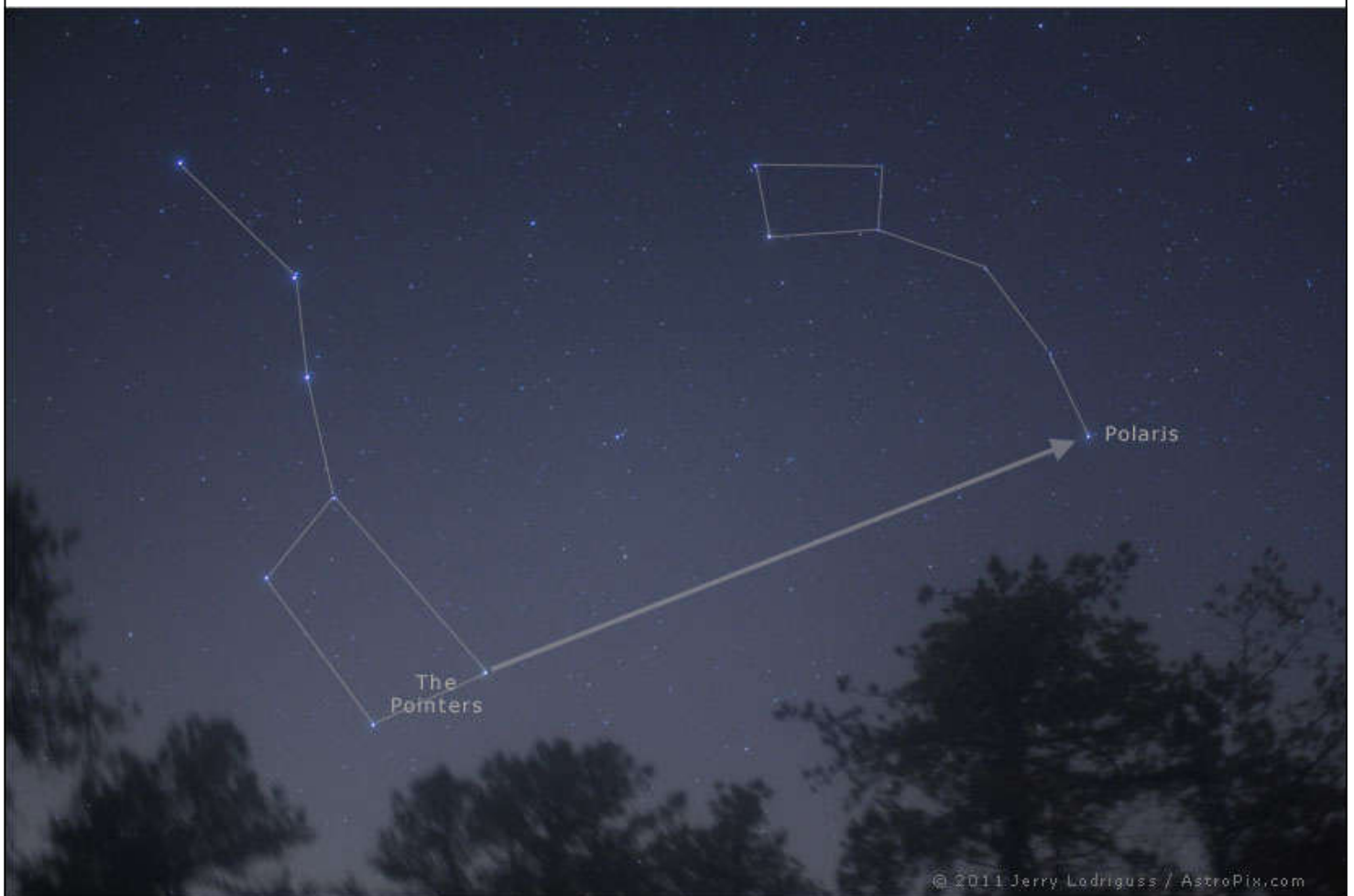
- $$dt = -\frac{d\Phi}{\cos \Phi \tan A} - \frac{dz}{\cos \Phi \sin A}$$

- Če je azimut $A = 90^\circ$ oz. $A = 270^\circ$, je vpliv dz in $d\Phi$ na časovni kot minimalen. Najbolje je opazovati v prvem vertikalu!

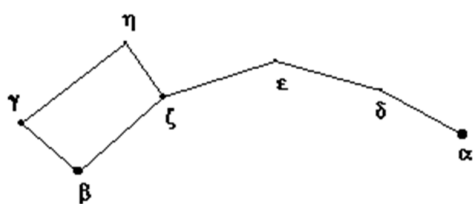
Določitev geografske širine iz izmerjenih zenitnih razdalj Severnice

- Severnica ali Polarnica je najsvetlejša zvezda ozvezdja Mali medved. Dejansko je zvezda del "asterizma" Mali voz. Če jih v mislih spojimo z daljicami, tvorijo voz z ojesom, vendar manjši kot je ozvezdje Veliki voz. Oznaka za Severnico je αUMi , navidezna velikost 1,97. To je cirkumpolarna zvezda, ki je ne glede na časovni kot, ki ga trenutno ima, vedno blizu meridiana.
- Severnica je v današnjem času le 40' oddaljena od severnega nebesnega pola ($\delta = 89^\circ 20'$). Zato se njen azimut v naših krajih razlikuje od nič največ $\pm 1,2^\circ$, v odvisnosti od časovnega kota.
- Višina Severnice se za največ $\pm 40'$ razlikuje od višine severnega nebesnega pola, t.j. od geografske širine opazovališča. Severnica je poleg tega še dovolj svetla, tako, da jo je razmeroma lahko najti na nebu in v zorno polje daljnogleda. Lahko jo je opazovati tudi v somraku.





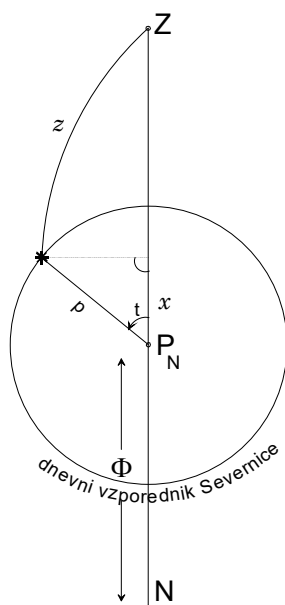
Asterizem* Mali voz



α	Polaris	1,97
β	Kochab	2,07
γ	Perkad	3,00
δ	Yildun	4,35
ϵ		4,20
ζ		4,29
η		4,95

- *Asterizem je kakršnakoli povezava zvezd, ki ima svojo značilno obliko in ime, a ni uradno ozvezdje glede na razmejitve neba po določilih Mednarodne astronomske zveze. Astronomi so v preteklosti ozvezdja pogosto razdelili na manjše sestavne dele. Najbolj znana asterizma, ki ju imajo mnogi za samostojni ozvezdji, sta Mali in Veliki voz, ki sta v resnici samo dela ozvezdij Malega in Velikega medveda.

- Severnica je zelo ugodna za določitev geografske širine v vsakem trenutku in ne le ob zgornji ali spodnji kulminaciji, kakor druge zvezde.
- Narišimo dnevni vzporednik Severnice, ter iz zvezde povlecimo pravokotnico na meridian. Dobimo mali pravokotni trikotnik v katerem veljajo naslednje zveze (slika):



p – polarna razdalja Severnice

t – časovni kot Severnice

$$90^\circ = \Phi + z + x$$

♦ kosinusni izrek za astronomski trikotnik:

- $\cos z = \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \cos t$,
- Namesto deklinacije napišimo polarno razdaljo Severnice: $p + \delta = 90^\circ$

♦ Polarna razdalja Severnice je manjša od 1° ($p \approx 40'$), torej je zelo majhna. Ker je geografska širina opazovališča enaka višini pola nad horizontom lahko napišemo naslednji izraz:

- $90^\circ = \Phi + z + x$, $\Phi = 90^\circ - z - x$,
 $z = 90^\circ - \Phi - x = 90^\circ - (\Phi + x)$
- pri čemer je x popravek izmerjene zenitne razdalje, ki je vedno manjši ali enak polarni razdalji p (enak je p , ko zvezda kulminira).
 Popravek je odvisen od velikosti časovnega kota. Če v levo stran kosinusovega izreka vstavimo zgornjo zvezo ...
- $\sin \Phi \cos x + \cos \Phi \sin x = \sin \Phi \cos p + \cos \Phi \sin p \cos t$;
- Ker sta kota p in x majhna, lahko njihove sinuse in kosinuse nadomestimo z razvojem trigonometrične funkcije v vrsto...
- ...

♦ Končno geografsko širino dobimo kot:

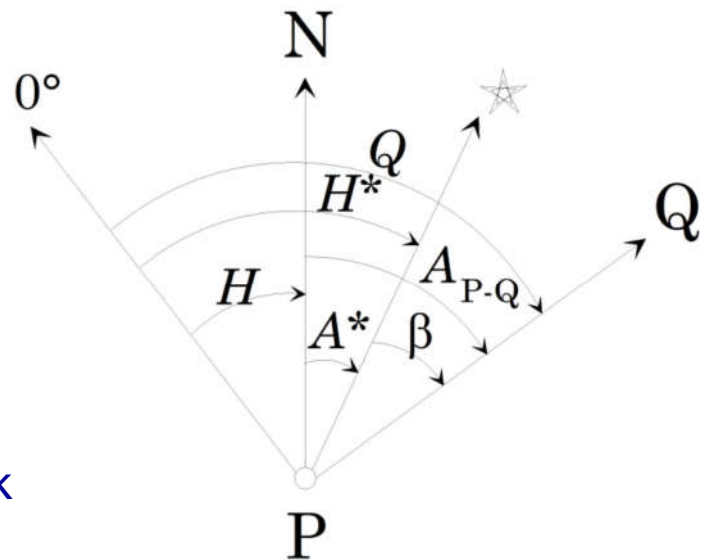
$$\Phi = 90^\circ - z - p'' \cos t + \frac{1}{2\rho''} p''^2 \tan \Phi' \sin^2 t$$

♦ Časovni kot Severnice dobimo iz registriranega trenutka SEČ opazovanj. Gre za pretvorbo iz srednjega čas v zvezdni čas. Za to nalogo potrebujemo vrednost geografske dolžine opazovališča:

♦ $SEČ \rightarrow M \rightarrow \Delta M \rightarrow I \rightarrow S = S_0 + I$,
 $s = S + \Lambda$, $t = s - \alpha$

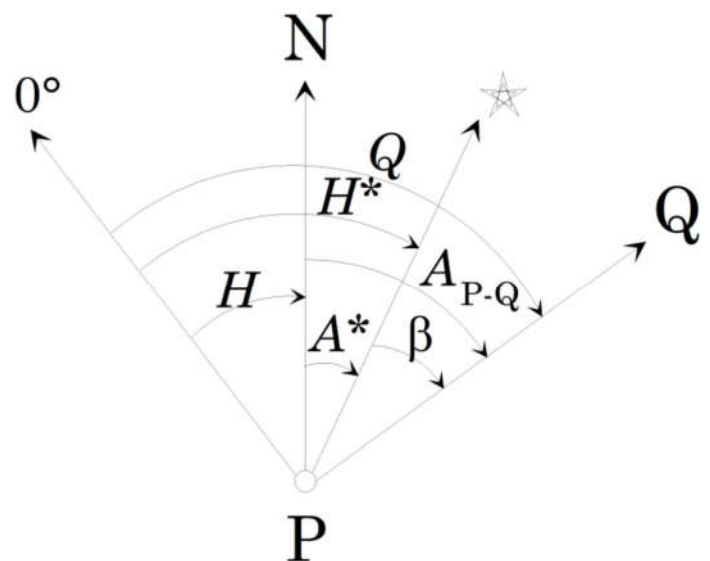
Določitev astronomskega azimuta

- ♦ Gre za določitev astronomskega azimuta cilja A_{P-Q} .
- ♦ Astronomski azimut cilja Q določimo tako, da izmerimo horizontalni kot β med ciljem in objektom z znanim azimutom. To je nebesno telo (zvezda) z znanimi koordinatami α in δ .
- ♦ Geografski koordinati točk P in Q morata biti znani. Za dani trenutek opazovanja lahko izračunamo azimut opazovanega nebesnega telesa (A^*).



Določitev astronomskega azimuta

- ♦ Oznake na sliki so naslednje:
- ♦ A^* astronomski azimut opazovanega nebesnega telesa;
- ♦ β horizontalni kot med neb. telesom in zemeljskim ciljem;
- ♦ $A_{P-Q} = A^* + \beta$ astronomski azimut cilja;
- ♦ H^* odčitek hor. kroga pri opazovanju zvezde;
- ♦ $H = H^* - A^*$ odčitek hor. kroga, ki ustreza severni smeri;
- ♦ Q odčitek hor. kroga, vizirano na zemeljski cilj.
- ♦ $A_{P-Q} = A^* + \beta = A^* + (Q - H^*)$
- ♦ $A_{P-Q} = Q - H = Q - (H^* - A^*)$



Določitev astronomskega azimuta z merjenjem zenitnih razdalj

- ♦ Ta način uporabljamo če nimamo dovolj točnega časa, ali če sploh nimamo ure.
- ♦ Merimo zenitno razdaljo zvezde in čitamo horizontalni krog. Opazovati moramo v presečišču nitk nitnega križa. Opazujemo zemeljski cilj in čitamo horizontalni krog. Zvezdo in cilj opazujemo v dveh krožnih legah.
- ♦ Znani sta koordinati α in δ zvezde in približna geografska širina (Φ') opazovališča. Azimut dobimo iz zveze med horizontskimi in ekvatorskimi koordinatami, s pomočjo kosinusovega stavka za stranice:

$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos z \cos(90^\circ - \Phi) + \sin z \sin(90^\circ - \Phi) \cos A$$

$$\sin \delta = \cos z \sin \Phi + \sin z \cos \Phi \cos A$$

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \cos z \sin \Phi}{\sin z \cos \Phi}$$

- ♦ Za določitev kvadranta azimuta (predznak funkcije) nam pomaga naslednja tabela:

zvezda je	$\cos A > 0$	$\cos A < 0$
na E strani	I	II
na W strani	IV	III

- ♦ Najugodnejše pogoje za določitev azimuta dobimo s pomočjo diferencialnih izrazov:

$$dA = \sin A \cot z d\Phi + \cos \Phi (\tan \Phi - \cos A \cot z) dt$$

....

$$dA = \frac{\sin A}{\tan z} d\Phi + \frac{\cos \delta \cos q}{\sin z} dt$$

- ♦ V bližini meridiana je najmanjši vpliv $d\Phi$. Ko je $\cos q = 0^\circ$ je najmanjši vpliv določitve časovnega kota dt . To je kadar je paralaktični kot enak $q = 90^\circ$ oz. $q = 270^\circ \rightarrow$ položaj **največje digresije**. Kadar je $\cos \delta \approx 0$ je vpliv dt tudi majhen. To pomeni, da je zvezda v bližini pola $\rightarrow$ **Severnica**.