

# Prividni položaji nebeskih tela

## 1 Osnovni elementi nebeske sfere, horizontski koordinatni sistem

*Nebeska sfera* predstavlja sferu jediničnog poluprečnika na koju se projektuju likovi svih nebeskih tela.

Za centar nebeske sfere mogu se uzeti:

1. centar Zemlje
2. centar Sunca
3. centar masa sunčevog sistema
4. posmatrač

U zavisnosti od izbora centra nebeske sfere imamo respektivno: geocentričnu, heliocentričnu, baricentričnu ili topocentričnu nebesku sferu.

*Vertikalna* je najprirodniji osnovni pravac na Zemljinoj površini (pravac rezultante sile Zemljine gravitacije i centrifugalne sile nastale njenim obrtanjem - materijalizuje se pravcem mirnog viska). Vertikalna preseca nebesku sferu u dvema dijametralno suprotnim tačkama: *zenitu* i *nadiru*. Može se reći da je zenit najviša tačka iznad glave posmatrača.

*Pravi horizont* predstavlja veliki krug nebeske sfere nastao presekom ravni koja dodiruje Zemlju u mestu posmatranja sa nebeskom sferom i upravna je na vertikalu (različit od prividnog horizonta !!!). Pravi horizont deli nebesku sferu na vidljivu i nevidljivu stranu. *Vertikalni krug* (Vertikal) je svaki veliki krug koji sadrži vertikalu. Prvi vertikal prolazi kroz istočnu i zapadnu tačku horizonta. *Almukantari* su mali krugovi paralelni sa pravim horizontom.

*Nebeska obrtna osovina* (Svetska osa) predstavlja zamišljeni produžetak Zemljine obrtne osovine. *Nebeski ekvator* predstavlja veliki krug po kojem ravan upravna na nebesku obrtnu osovina (ravan nebeskog ekvatora) seče nebesku sferu. *Deklinacijski krug* je veliki krug koji sadrži svetsku osu. *Dnevni paralel* je mali krug paralelan nebeskom ekvatoru. *Nebeski meridijan* predstavlja veliki krug koji sadrži nebesku obrtnu osovina i zenit. Presek meridijana i pravog horizonta jesu tačke N (severna) i S (južna). Duž NS predstavlja *podnevačku liniju*. Presek nebeskog ekvatora i pravog horizonta jesu: zapadna (W) i

istočna (E) tačka horizonta. Nebeski ekvator deli nebesku sferu na južni i severni deo. Prvi vertikal je veliki krug koji nastaje presekom nebeske sfere sa ravni koja je upravna na ravan meridijana odnosno predstavlja veliki krug normalan na meridijan.

*Ekliptika* predstavlja veliki krug nebeske sfere po kojem se vrši prividno godišnje kretanje Sunca. Nagib ekliptike prema ekvatoru iznosi približno  $23^{\circ}.5$ . Ekliptička osa predstavlja osu upravnu na ravan ekliptike (Ekliptička osovina). Ona prodire nebesku sferu u tačkama, ekliptičkim polovima. Ekliptika i ekvator seku se u dvema tačkama:  $\gamma$  tački, tački prolećne ravnodnevice i  $\Omega$  tački, tački jesenje ravnodnevice. Prilikom svog prividnog godišnjeg kretanja Sunce prolazi kroz  $\gamma$  tačku oko 21. marta.

Svako nebesko telo, tokom svoga dnevnog kretanja po nebeskoj sferi, opisuje mali krug nebeske sfere: *dnevni paralel*. Karakteristični položaji u kojima se može naći nebesko telo pri dnevnom kretanju su:

1. izlaz nebeskog tela
2. prolaz nebeskog tela kroz meridijan
3. prolaz nebeskog tela kroz prvi vertikal
4. najveća digresija nebeskog tela
5. zalaz nebeskog tela

Za izlaz i zalaz karakteristično je da je tada visina nebeskog tela  $0^{\circ}$  ( $z = 90^{\circ}$ ). Pri prolasku nebeskog tela kroz meridijan izdvajamo tri različita položaja:

1. gornju kulminaciju severno od zenita
2. gornju kulminaciju južno od zenita
3. donju kulminaciju

*Gornja kulminacija* predstavlja trenutak prolaza nebeskog tela kroz nebeski meridijan mesta i može biti severno ili južno od zenita.

Pri prolasku nebeskog tela kroz prvi vertikal azimut<sup>1</sup> iznosi  $90^{\circ}$  odnosno  $270^{\circ}$ . Trenutak najveće digresije nebeskog tela jeste trenutak kada vertikalni krug kroz nebesko telo tangira njegov dnevni paralel.

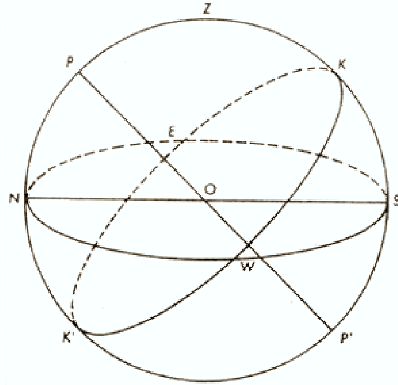
Ugao između pravog horizonta i pravca ka severnom nebeskom polu predstavlja geografsku širinu mesta.

Sferni koordinatni sistemi određeni su osnovnom ravni, osnovnim pravcem i pravcem upravnom na osnovnu ravan. Za osnovnu ravan može se uzeti:

1. ravan pravog horizonta
2. ravan nebeskog ekvatora
3. ravan ekliptike

---

<sup>1</sup>Vidi 1.1.



Slika 1: Elementi nebeske sfere (Prema [3].)

4. galaktička ravan
5. ravan Zemljinog ekvatora

U zavisnosti od osnovne ravni mogu se definisati sledeći koordinatni sistemi:

1. mesni horizontski koordinatni sistem
2. mesni ekvatorski koordinatni sistem
3. nebeski ekvatorski koordinatni sistem
4. ekliptički koordinatni sistem
5. galaktički koordinatni sistem
6. geografski koordinatni sistem

## 1.1 Mesni horizontski koordinatni sistem

U mesnom horizontskom koordinatnom sistemu za osnovnu ravan uzima se ravan horizonta, za osnovni pravac, pravac podnevačke linije a normalan pravac, pravac vertikale. Definišu se dve koordinate: azimut i visina. *Azimut* ( $A$ ) je ugao koji se meri u ravni pravog horizonta od južne tačke do preseka pravog horizonta sa vertikalnim krugom kroz nebesko telo. Meri se u retrogradnom smeru (Smer kazaljke na satu<sup>2</sup>). Azimut može uzimati sledće vrednosti:  $0^\circ \leq A \leq 360^\circ$ . *Visina* ( $h$ ) je ugao koji se meri u vertikalnoj ravni od ravni pravog horizonta ka vizuri nebeskog tela. Može uzimati vrednosti:  $0^\circ \leq h \leq 90^\circ$  na vidljivom delu i:  $-90^\circ \leq h \leq 0^\circ$  na ne vidljivom delu. Najveća visina odgovara prolasku kroz meridijan.

*Zenitna* daljina ( $z$ ) predstavlja ugao koji se meri od pravca ka zenitu do vizure nebeskog tela. Može uzimati vrednosti od:  $0^\circ \leq z \leq 180^\circ$ . Zenitna daljina predstavlja dopunu visine do  $90^\circ$ :  $z + h = 90^\circ$ .

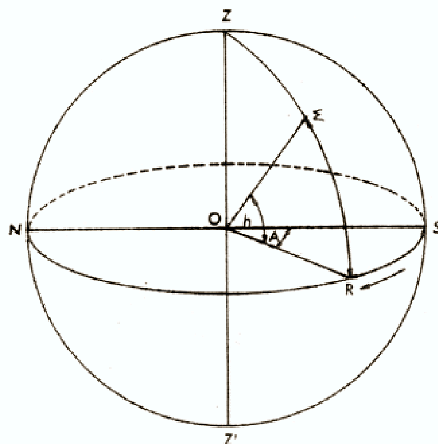
Horizontski koordinatni sistem naziva se i mesni jer svaki posmatrač ima svoj meridijan i podnevačku liniju.

---

<sup>2</sup>Smer Zemljine rotacije je direktan.

Primećujemo da bi horizontske koordinate nebeskog tela u zapadnoj i istočnoj tački horizonta bile respektivno:  $A = 90^\circ, h = 0^\circ$ ;  $A = 270^\circ, h = 0^\circ$ . Na sličan način se mogu odrediti horizontske koordinate nebeskih polova, severnog i južnog respektivno:  $A = 180^\circ, h = \varphi$ ;  $A = 0^\circ, h = -\varphi$ .

Slika br. 2 predstavlja horizontski koordinatni sistem. Bilo koje nebesko telo  $\Sigma$  je određeno visinom i azimutom.



Slika 2: Horizontski koordinatni sistem (Prema [3].)

## 2 Elementi nebeske sfere izvedeni iz njenog prividnog dnevnog obrtanja, ekvatorski koordinatni sistem

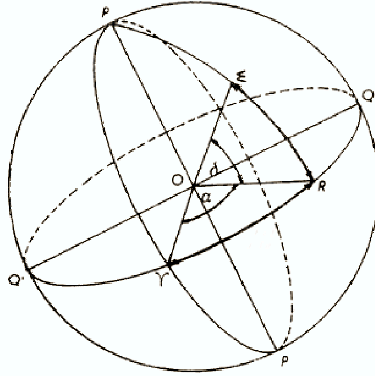
### 2.1 Mesni ekvatorski koordinatni sistem

Za osnovnu ravan, u mesnom ekvatorskom koordinatnom sistemu, uzima se ravan nebeskog ekvatora. Definišu ga dve koordinate: časovni ugao ( $t$ ) i deklinacija ( $\delta$ ). Prva koordinata, *časovni ugao*, računa se u ravni ekvatora meridijana (od pravca ka Q na slici br. 3) do preseka ravni deklinacijskog kruga sa ravni nebeskog ekvatora. Računa se u retrogradnom smeru. Može uzimati vrednosti:  $0^\circ \leq t \leq 360^\circ$ . Kako se časovni ugao meri u ekvatorijalnoj ravni, može se izraziti u vremenskim jedinicama. Tada važi:  $0^h \leq t \leq 24^h$  zbog:  $360^\circ = 24^h, 1^h \approx 15^\circ$ . Deklinacija je ugao koji se meri u ravni deklinacijskog kruga od nebeskog ekvatora ka vizuri ka nebeskom telu. Deklinacija može uzimati vrednosti:  $0^\circ \leq \delta \leq 90^\circ$  severno od nebeskog ekvatora i:  $-90^\circ \leq \delta \leq 0^\circ$  južno od nebeskog ekvatora.

Polarna daljina ( $p$ ) je ugao koji se meri u ravni deklinacionog kruga od severnog nebeskog pola ka vizuri nebeskog tela. Može uzimati sledeće vrednosti:  $0^\circ \leq p \leq 180^\circ$ . Polarna daljina predstavlja dopunu deklinacije do  $90^\circ$ .

Kako svaki posmatrač ima svoj meridijan i ovaj koordinatni sistem je mesni.

Primećujemo da bi ekvatorske koordinate nebeskog tela u zapadnoj i istočnoj tački horizonta bile respektivno:  $t = 6^h, \delta = 0^\circ$ ;  $t = 18^h, \delta = 0^\circ$ . Na sličan način mogu se odred-



Slika 3: Ekvatorski koordinatni sistem (Prema [3].)

iti ekvatorske koordinate zenita i nadira:  $t = 0^h, \delta = \varphi; t = 12^h, \delta = -\varphi$ , kao i ekvatorske koordinate severne i južne tačke horizonta:  $t = 12^h, \delta = 90^\circ - \varphi; t = 0^h, \delta = \varphi - 90^\circ$ . Takođe, treba obratiti pažnju, kada je vrednost časovnog ugla:  $0^h \leq t \leq 12^h$  tada azimut može uzimati sledeće vrednosti:  $0^\circ \leq A \leq 180^\circ$ .

## 2.2 Nebeski ekvatorski koordinatni sistem

Posmatrajući koordinate mesnog ekvatorskog koordinatnog sistema, možemo primetiti da se časovni ugao nebeskog tela menja sa rotacijom Zemlje (Nebesko telo se kreće po dnevnom paralelu.). Deklinacija pak ostaje konstantna.

U nebeskom koordinatnom sistemu definišu se dve koordinate. Prva, već definisana, je deklinacija. Druga koordinata nebeskog ekvatorskog koordinatnog sistema je *rektascenzija*. Rektascenzija se meri u ravni nebeskog ekvatora od pravca ka  $\gamma$  tački do preseka deklinacionog kruga kroz nebesko telo sa ravni nebeskog ekvatora, u direktnom smeru. Rektascenzija može uzimati sledeće vrednosti:  $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$ . Kako se meri u ravni nebeskog ekvatora važi:  $0^h \leq \alpha \leq 24^h$ .

Rektascenzija za razliku od časovnog ugla ostaje konstantna tokom vremena. Na taj način se mogu definisati koordinate nebeskog tela koje se ne menjaju tokom vremena<sup>3</sup>.

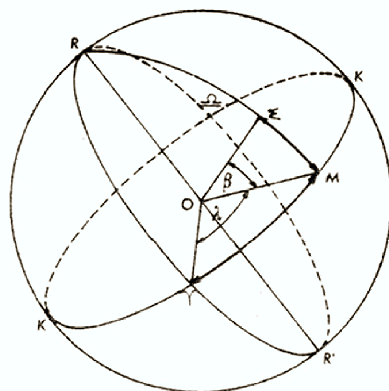
*Mesno zvezdano vreme* dato je kao:  $s = \alpha + t$  (časovni ugao  $\gamma$  tačke.). U trenucima gornje i donje kulminacije imamo:  $t = 0^h, s = \alpha; t = 12^h, s = \alpha + 12^h$ , respektivno.

<sup>3</sup>Promene nebeskih ekvatorskih koordinata usled *precesije* i *nutacije* neće biti razmatrane. Čitalac se upućuje na priloženu literaturu.

### 3 Elementi nebeske sfere izvedeni iz prividnog godišnjeg kretanja Sunca, ekliptički koordinatni sistem

U ekliptičkom koordinatnom sistemu za osnovnu ravan uzima se ravan ekliptike, osnovni pravac je pravac ka  $\gamma$  tački. Definišu se dve koordinate: ekliptička longituda ( $\lambda$ ) i ekliptička latituda ( $\beta$ ). *Ekliptička longituda* je ugao koji se meri u ravni ekliptike od pravca ka  $\gamma$  tački pa do preseka ravni latituda kroz nebesko telo sa ravni ekliptike. Meri se u direktnom smeru. Može uzimati vrednosti:  $0^\circ \leq \lambda \leq 360^\circ$ . *Ekliptička latituda* je ugao u ravni latituda koji se meri od ravni ekliptike ka vizuri nebeskog tela. Može uzimati sledeće vrednosti:  $0^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$  iznad ekliptike i:  $-90^\circ \leq \beta \leq 0^\circ$  ispod ekliptike.

Kolatituda je ugao koji se meri u ravni kruga latituda od severnog ekliptičkog pola do pravca ka nebeskom telu. Kako putanje tela Sunčevog sistema leže oko ravni ekliptike, koordinate planeta i malih tela zgodno je izražavati u ekliptičkim koordinatama.



Slika 4: Ekliptički koordinatni sistem (Prema [3].)

### Literatura

- [1] B. Ševarlić, Z. Brkić: 1971, *Opšta astronomija*, Savremena administracija, Beograd
- [2] R. Grin: 1998, *Astronomija, klasika u novom ruhu*, Vesta Co., Beograd (prevod: S. Šegan, N. Pejović, Z. Čatović)
- [3] M. Muminović: 1985, *Astronomija*, Astronomska opservatorija Sarajevo, Sarajevo

(Pripremio: Dušan Onić)