

K r a j s k á   h v e z d á r e ň   P r e š o v

ASTRONOMICKÉ SÚRADNICOVÉ SYSTÉMY

A ORIENTÁCIA NA OBLOHE

Metodický materiál pre AK vo Východoslovenskom kraji, poskytuje jednoduchý návod orientácie na nočnej oblohe s poukázaním na súradné systémy. Je vhodným doplnením praktických hodín pre vedúcich AK ako aj prírodovedných či svetonázorových krúžkov.

## Ú V O D

Každodenný život prináša toľko samozrejmosti, že nás už dnes nezapadne zaoberať sa tým, ako tieto bežné poznatky človek nadobudol a získal. Naši predkovia nemali ani predstavy o tom, čo musí vedieť dnes školák navštevujúci napríklad prvú triedu ZŠ.

Každá kultúra v minulosti, každý národ však prispel viackom poznaniu, vychádzajúc z jednotlivých pokusov, pozorovaní. Utvárali sa vedy, ktoré čerpali cenné poznatky z histórie. Podobne aj astronómia dávala mimoriadne potrebné poznatky, ktoré síce dnes sú zaznávané, ale bez ktorých si náš kultúrny život nedokážeme predstaviť. Ide o určovanie času a orientáciu v priestore, teda na Zemi aj vo vesmíre. Už tieto dve základné vedomosti postačujú ako dôkaz veľkého prínosu astronómie pre človeka.

Plavba na širom morí bola a je nemysliteľná bez orientácie. Zvládnutie určenia svetových strán, kurzu lode a podobne vychádzali z jednotlivých pozorovaní starých astronómov, ktorí položili základy tejto vedy vo vyspelých kultúrach Grécka, Egypta či Mezopotámie. Zamyslíme sa ešte nad slovom orientácia. Slovo pochádza od latinského slova oriens - čo v preklade znamená východ. Orientácia teda znamená určenie svetových strán, najmä východu. Ak určíme východ potom sú už automaticky dané ostatné svetové strany, a to ako hlavné, tak aj vedľajšie. My však do orientácie budeme počítať aj nočnú oblohu, súhvezdia. Tým sa bude v hlavnej miere zaoberať táto práca.

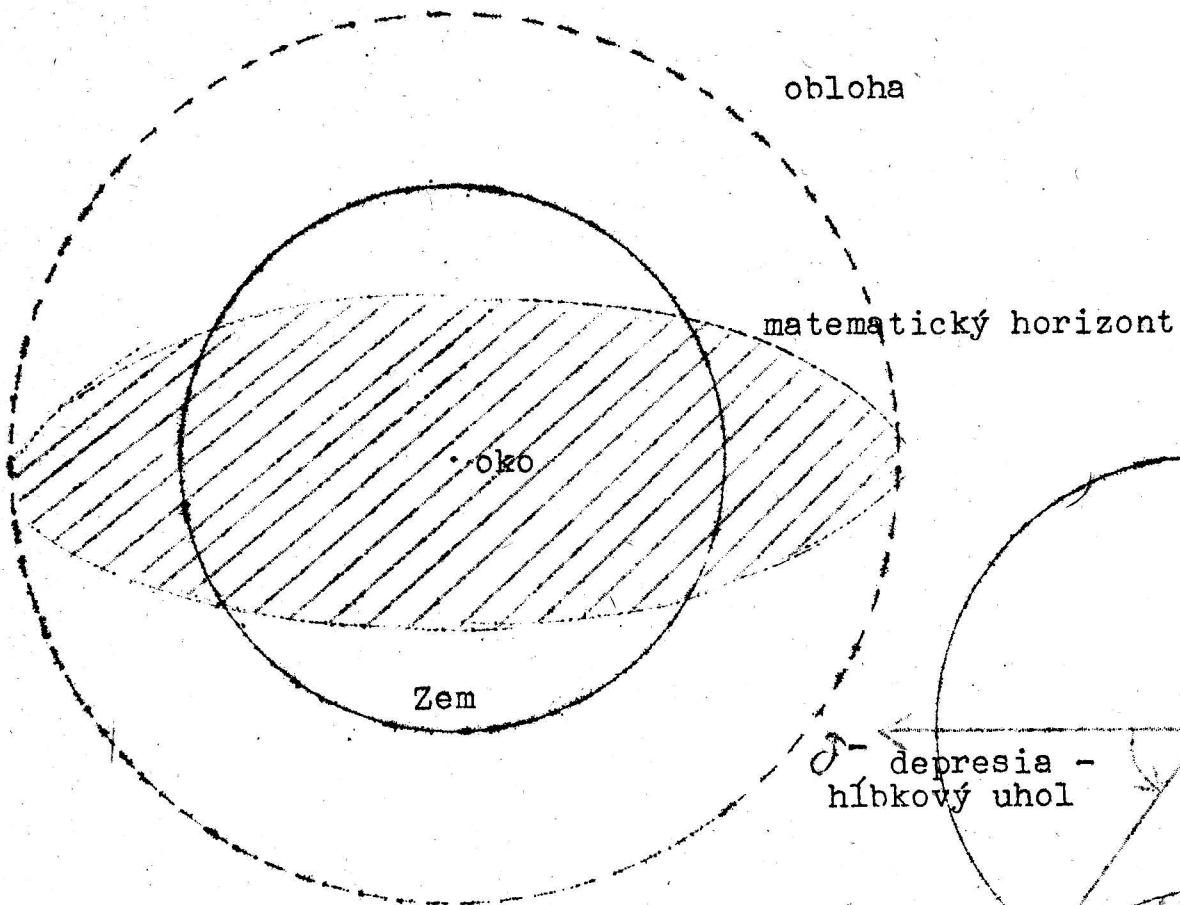
## ZÁKLADNÉ POJMY

### Horizont a zenit

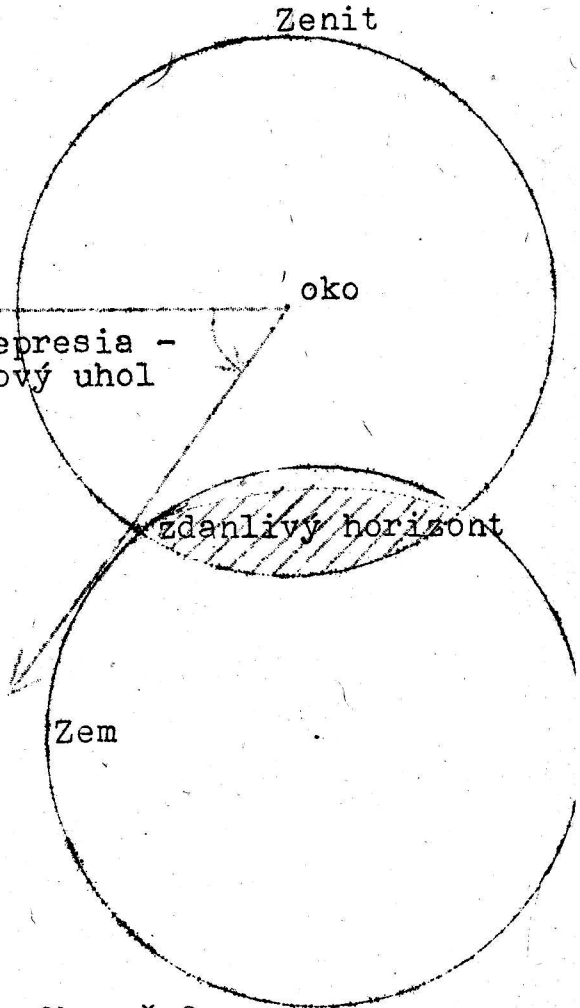
Medzi základné údaje počítame bezprostredne tie, ktoré si každodenne znovu opakujeme, ktoré už natoľko poznáme, že si ich skoro nevšímame. Sú to horizont a zenit.

Ak by sme na šírom mori pozorovali oblohu, zistíme, že sa nám stretáva s vodnou hladinou na hlavnej kružnici, ktorú voláme obzor alebo astronomický horizont.

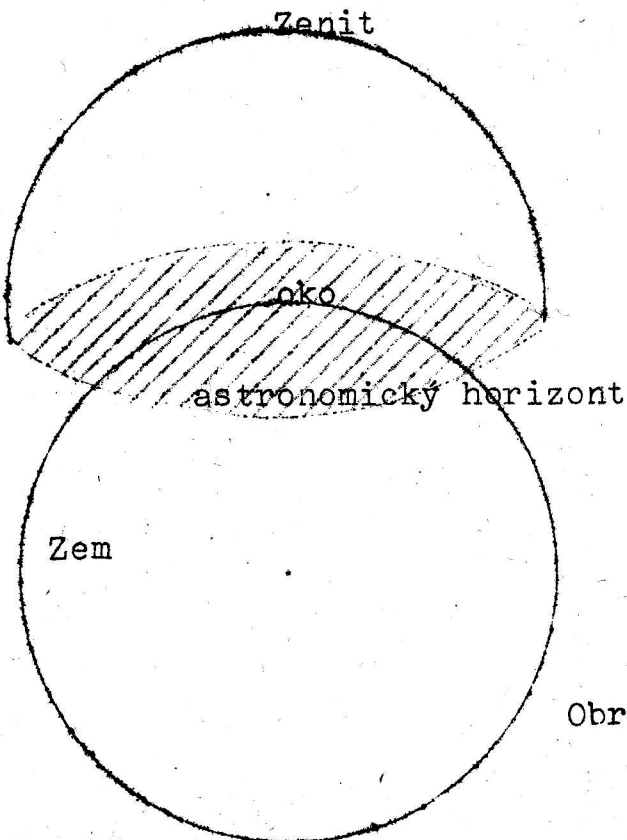
Horizont vzniká ako priesečník oblohy tvaru pologule a základnej roviny, ktorú tvorí povrch vody. Tento priesečník je kružnica. Povrch mora v skutočnosti sleduje zakrivenie zemského povrchu a preto má tvar povrchu gule. Horizont nie je všade tak ideálne kruhový, ako by sme ho videli na mori. Na pevnine, v hornatých krajoch je nepravidelný a tvoria ho obrisy vrchov, budov či iných predmetov. Tento horizont nazývame zeme písny. Skutočný horizont, ktorý vidíme z určitej výšky, napríklad pri vystúpení na nejaký vrch nazývame zdanlivý horizont. Od astronomického horizontu sa bude líšiť tým, že je nižšie položený než oko pozorovateľa, preto pri jeho pozorovaní vzniká hĺbkový uhol, takzvaný depresný uhol. Tu trochu odbočím poznámkou, že už starovekí námorníci vychádzajú z tohoto poznatku predpokladali, že Zem nemôže byť plochá doska, ale musí byť guľatá. Matematický a astronomický horizont je pravý, nakoľko ho tvorí hlavná kružnica o maximálnom polomere. Zdanlivý horizont tvorí na zemeguli vedľajšiu kružnicu. Bližšie vysvetlenie ukazujú obrázky: 1, 2, 3.



Obr. č.1



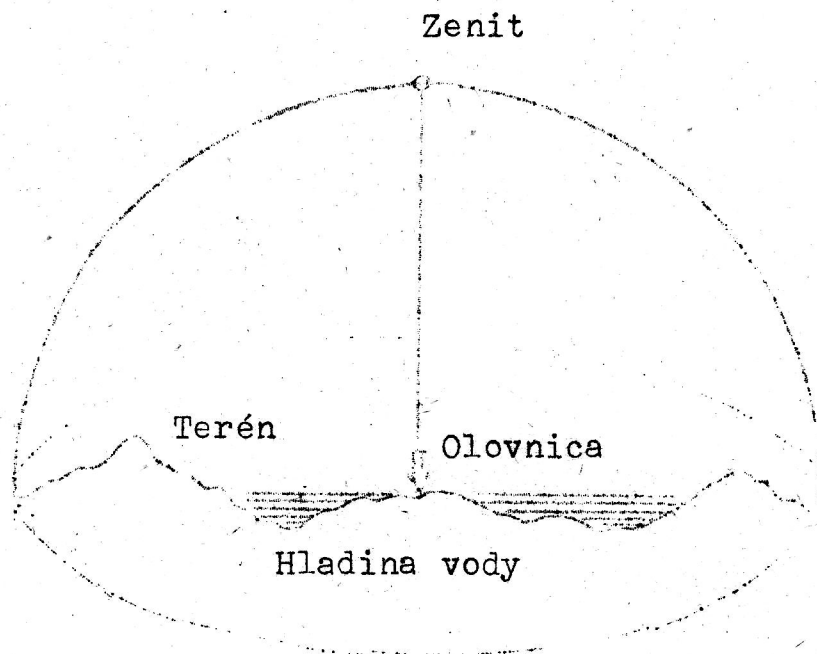
Obr. č.2



Obr. č.3

Dobre vieme, že smer sily, ktorá pôsobí na každé teleso povrchu Zeme, voláme smer sviatly. Je to prirodzený smer pohybu telies v gravitačnom poli našej Zeme. Na obrázku č. 4 nám tento smer znázorňuje olovnica. Predĺžením nite olovnice nad každou mierou dostaneme priesečník oblohy v jednom bode, ktorý budeme nazývať zenit alebo nadhlavník. Zenit teda bude najvyšším bodom na oblohe.

Obr. 4

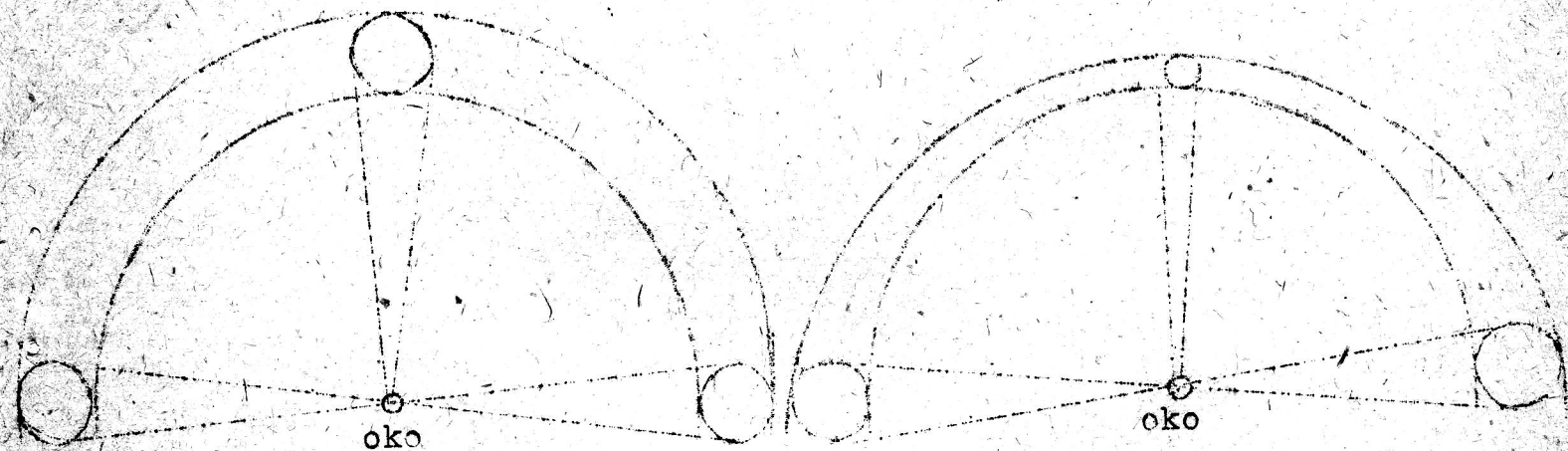


Ak sa za jarnej noci pozeráme na oblohu, vidíme množstvo hviezd. Zdá sa nám, akoby tieto hviezdy boli pripevnené na nebeskú klenbu. Klenba je celkom pravidelná a pripomína nám pologuľu. To isté zistíme aj cez deň, najmä, ak je obloha jasná. Zakrivenie je rovnomerné. Pri bližšom skúmaní našich dojmov konštatujeme určitý rozdiel medzi zisteným tvarom a tvarom, ktorý vyplýva z matematických predstáv. Obrázok č. 5 nám zobrazuje, ako má vyzerat pravá obloha, ktorá sa dá vyjadriť ako pologuľa. Podľa toho by sa nám Slnko malo zdať rovnako veľké pri obzore aj v zenite. V skutočnosti tomu tak nie je. Nám sa zdá disk Slnka pri obzore oveľa väčší ako v kulminácii. Spôsobené je to hlavne optickým rozšírením oblohy pri obzore.

Pretože v blízkosti horizontu vidíme predmety, zdá sa nám obzor oveľa ďalej ako oblasti, kde nemôžeme porovnávať disk Slnka s predmetmi. Na obrázku č. 6 vidíme geometricky, ako si zdôvodniť zväčšenie priemeru Slnka pri premietnutí na klenbu. /Samozrejme je to prehnané z dôvodu premietania podľa vzdialenosti predmetu./

Obr. 5

Obr. 6



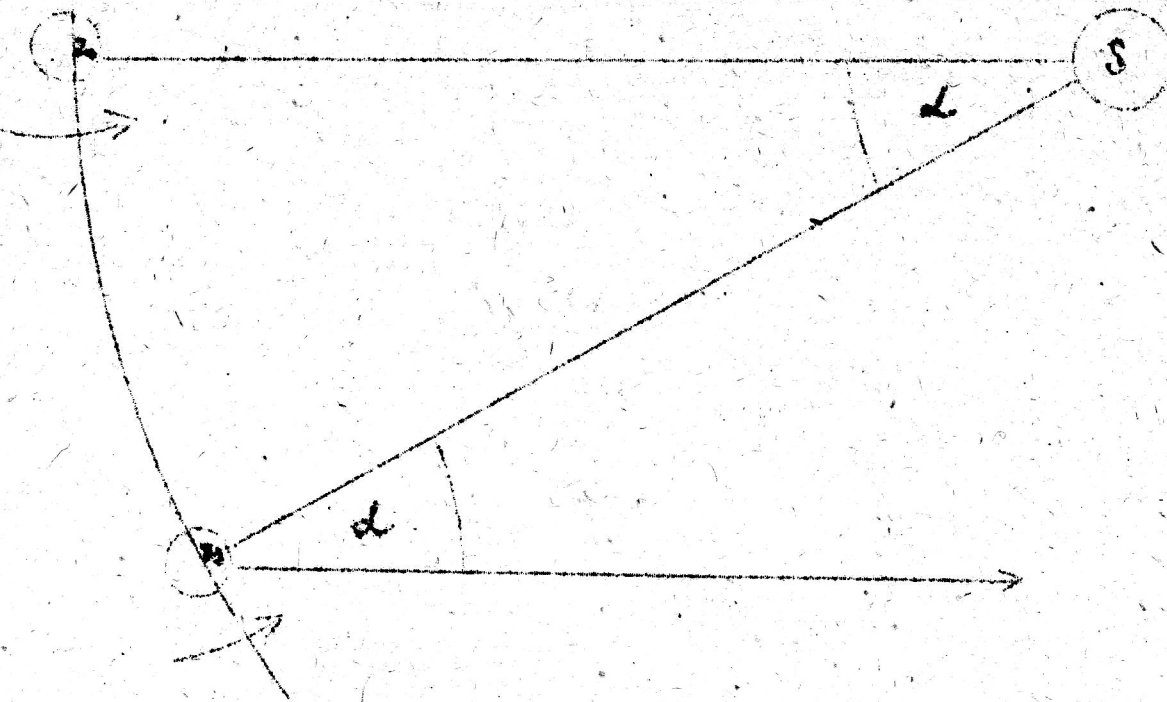
### Pohyb Zeme

Dnes nepochybujeme o tom, že sa Zem "otáča okolo Slnka". Táto častá, ale nepresná formulácia hovorí dve veci:

1. Zem sa pohybuje okolo Slnka.
2. Otáča sa okolo vlastnej osi.

Jeden obchod okolo Slnka trvá jeden rok, čo je 365 a štvrtina dňa. Ako dlho však trvá deň? Obvykle každý povie 24 hodín. To ale neodpovedá na danú otázku. Lepšie bude, ak povieme, že jeden deň je doba, ktorú Zem potrebuje k jednému otočeniu okolo svojej osi. Kresba na obrázku 7. objasní tento problém.

Obr. 7



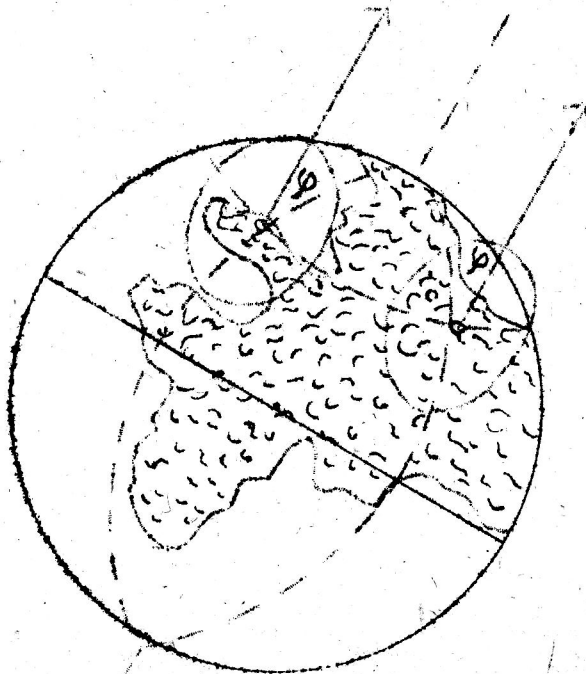
Pozorovateľ má na Zemi v určitej dobe nastavený ďalekohľad na Slnko. V tej chvíli je Zem v bode  $Z_1$ . Pre jednoduchosť povieme, nech Slnko práve vtedy kulminuje. Po jednej úplnej rotácii o  $360^\circ$  dôjde Zem do bodu  $Z_2$ , pretože sa v daný deň pohybuje po svojej dráhe okolo Slnka. Ak pozorovateľ nezmení postavenie ďalekohľadu z minulého dňa, Slnko ešte neuvidí. Slnko mu bude kulminovať, až keď sa Zem otočí o uhol  $\lambda$ . Doba, ktorá uplynie medzi dvomi nasledujúcimi kulmináciami Slnka sa nazýva bežne deň. Inými slovami môžeme povedať, že sa Zem za dobu kratšiu než 24 hodín otočí okolo osi. Takto definovanému dňu hovoríme "slnečný deň". Ako deň však môžeme definovať i dobu jednej rotácie, v tom prípade hovoríme o "hviezdnom dni". /Bližšie vysvetlenie dáva metodický materiál KH Prešov "Čas a kalendár"./

Z obežného pohybu Zeme vyplýva tiež viditeľnosť určitých súhvezdí v rôznych ročných obdobiach. Existujú charakteristické zimné súhvezdia napríklad Orión, Býk, ako aj typické letné súhvezdia Strelec, Škorpión.

Príčina striedania viditeľnosti súhvezdí spočíva v tom, že Slnko za rok zdanlivo obehne po veľkej kruhovej dráhe veľú svetovú guľu. Objavuje sa pritom postupne v súhvezdí Kozorožca, Vodnára, Rýb, Barana, Býka, Blížencov atď. Oblasť súhvezdí, ktorými Slnko prechádza nazývame zverokruh. Dráha Slnka, zverokruhom je kruhová a nazývame ju ekliptikou. Tie súhvezdia, kde je Slnko, samozrejme nemôžeme vidieť, nakoľko časť oblohy je potom spolu so Slnkom na dennej oblohe. Pozrime sa však na oblasti dostatočne vzdialené od ekliptiky. Tu sa Slnko nedostane nikdy. Tieto úseky hviezdnej klenby môže pozorovateľ vždy vidieť.

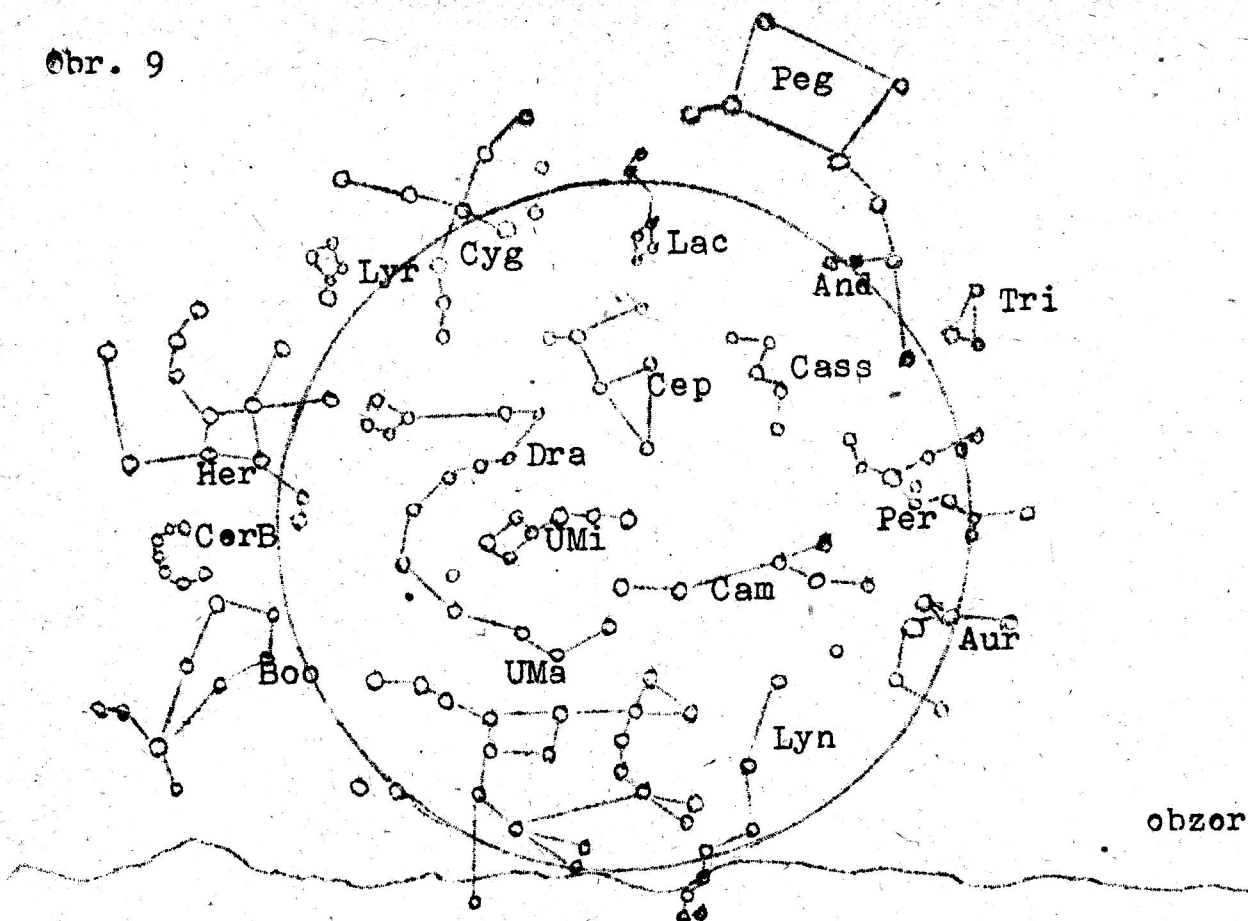
V našich zemepisných šírkach je to oblasť v okolí severného pólu. Pól, vyznačený hviezdou Polárkou, ktorá sa nachádza v jeho blízkosti si pri tom zachováva svoje miesto na zdanlivej nebeskej sfére a hviezdy sa okolo neho otáčajú. Aby sme tomu porozumeli, musíme si predstaviť Zem s predĺžením osi, ktorá pretína svetovú sféru v nekonečne vzdialenom bode. Pozorovateľ vidí toto miesto v určitom smere, ktorý zvisiera podľa miesta na Zemi s obzorom uhol  $\varphi$ . Aj keď sa Zem otočí okolo osi, smer pólu sa nezmení a v rovine obzoru opäť zvisiera so severným smerom uhol  $\varphi$ . Vidieť z obrázku č. 8.

Obr. 8





obr. 9



Oblasť svetovej sféry v okolí pólu je teda viditeľná za každej jasnej noci. Nazývame ju oblasťou cirkumpolárnych hviezd /obr. 9/. Ak formulujeme presnejšie, ide o hviezdy, ktoré obiehajú okolo pólu v tak malej uhlovej vzdialenosti, že sa nedostanú k severnému obzoru. Pre Prešov je táto vzdialenosť  $+49^\circ$ . Všetky hviezdy, ktorých polárna vzdialenosť je väčšia než uvedená hodnota, dostanú sa pod obzor, a to na dobu dlhšiu, čím sú viac vzdialené od pólu. Napríklad pri polárnej vzdialenosti  $55^\circ$  zostanú hviezdy pod obzorom asi 4 hodiny. Pri  $65^\circ$  je to už 7,5 hodín a pod. Ak pripadá táto doba práve na noc, nemôžeme dané súhvezdie v príslušnú ročnú dobu pozorovať, nakoľko večer zapadá a ráno spolu so Slnkom vychádza.

### Svetový pól a Polárka

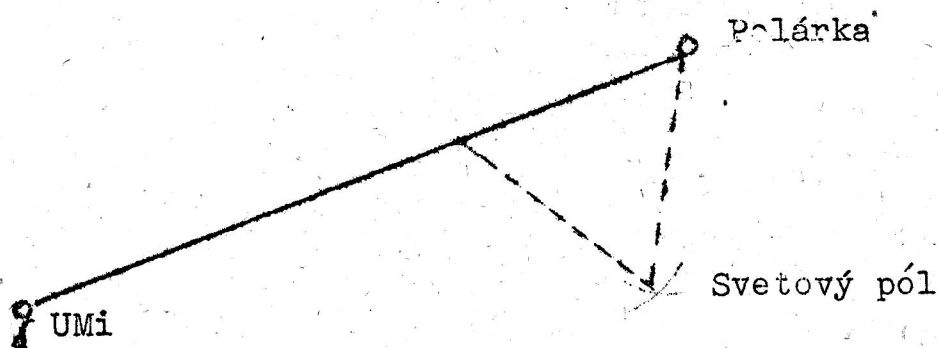
Už v predchádzajúcom texte som naznačil dôležitosť Polárky, Leží totiž v blízkosti svetového pólu, teda bodu, v ktorom sve-

tová os pretína nebeskú sféru. Svetový pól najľahšie nájdeme tak, keď spojíme Polárku, ktorá je poslednou /prvou/ hviezdou súhvezdia Malej medvedice /Malého voza/ s hviezdou  $\sigma$ , teda susednou hviezdou oja. Túto úsečku potom rozdelíme na 3 diely. Nad prvým dielom /pri Polárke/ vytýčime rovnostranný trojuholník - obr. 10. Vrchol trojuholníka tvorí svetový pól. Takýmto odhadom môžeme presne udať polohu svetového pólu. Pre nás však bude postačovať určenie pólu v Polárke. Chyba, ktorú sme takto urobili je len jeden stupeň na oblohe, čo zodpovedá asi dvom priemerom Slnka či Mešiacu v splne.

Ak sa teda chceme orientovať na nočnej oblohe, najjednoduchšie urobíme, keď si vyhladáme hviezdu Polárku, a tým sme určili sever. Ak totiž spojnicu oko - Polárka premietneme na horizont, dostaneme sever. Táto dôležitá vlastnosť bola už známa starovekým astronómom a moreplavcom.

Pri dlhšom pozorovaní zistíme, že sa hviezdy pohybujú, menia svoju polohu, teda otáčajú sa. Za jeden slnečný deň sa hviezdna obloha tak ako Zem otčí o  $360^\circ$ . Pretože ľahko zistíme, že sa hviezdy pohybujú od východu cez juh k západu, musí sa Zem otáčať opačným smerom od západu na východ. Pre pozorovateľa na východ od nás, kulminujú hviezdy a Slnko skôr ako u nás. Tým nehovoríme, že pozorovateľ uvidí iné hviezdy či súhvezdia, len ich uvidí skôr či pozdejšie ako my.

Obr. 10



## ASTRONOMICKÉ SÚRADNÉ SYSTÉMY

### Azimutálne súradnice

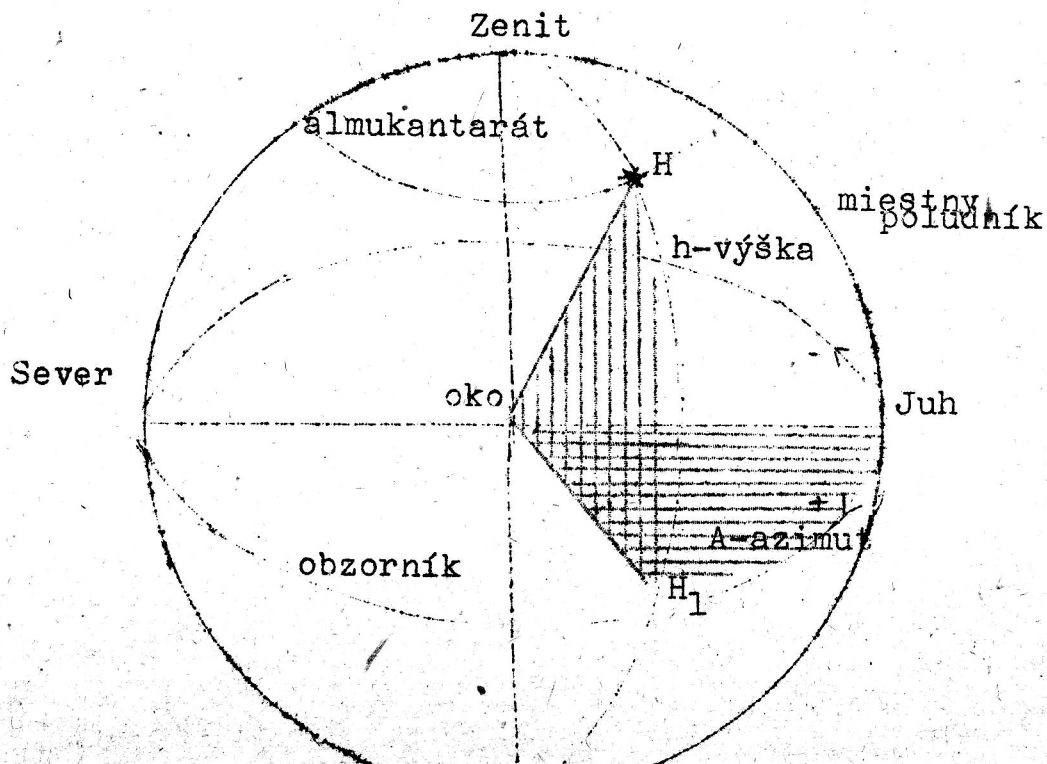
Pokúsime sa spoločne určiť polohu niektorého bodu na oblohe. K tomu použijeme sférické súradnice. Predovšetkým zvolíme základnú rovinu, ktorou v našom prípade bude rovina obzoru, pretože nemusíme ju vypočítavať ani vykresľovať.

Jeden zo základných bodov tejto roviny je naše stanovište, presne naše oko. Druhý základný bod ležiaci mimo zvolenej roviny je zenit, o ktorom sme si už vpravili.

Vieme, že na severnej oblohe existuje bod, okolo ktorého sa zdanlivo otáčajú hviezdy, a to svetový pól pri hviezde Polárke. Ak tento premietneme na obzor, dostaneme sever. Na obzore potom ľahko nájdeme ostatné svetové strany. My si zvolíme juh za hlavný smer. Priesečník južného smeru s obzorom je južný bod. Ak ho spojíme so zenitom, dostaneme miestny poludník alebo meridián. Ak budeme sledovať výšku hviezdy nad obzorom, zistíme, že táto sa stále mení. Po východe sa zväčšuje až dosiahne najväčšiu hodnotu a potom opäť zapadá. Vieme, že hviezda kulminuje práve vtedy, ak prechádza meridiánom.

Keď sme vymedzili základné body na oblohe, môžeme pomocou nich určiť azimutálne súradnice danej hviezdy.

Obr. 11



Zenitom cez zvolenú hviezdu vedieme hlavnú kružnicu, ktorá nám pretne obzorník v bode  $H_1$ . Teraz určíme uhol, ktorý zvierá meridián čiže smer južný s naším stanoviskom a bodom  $H_1$  na obzorníku. Tento uhol voláme Azimut a označujeme A. Udáva sa v stupňoch. Smerom od juhu cez západ na sever, teda  $180^\circ$ . Opačným smerom píšeme so znamienkom - /mínus/. Druhou súradnicou hviezdy H je výška nad obzorom. Je to vlastne uhol medzi priemetom na obzorník -  $H_1$ , naším stanoviskom a hviezdou H. Uhol nazývame výška a značíme ho h. Výšku počítame od obzoru -  $0^\circ$  po zenit  $90^\circ$ . Hviezdy s rovnakými výškami sú na kružniciach, ktoré nazývame almukantaráty. Azimut a výška nám jednoznačne udávajú polohu každého objektu na oblohe. Súradnice sú nepohyblivé. Často udávame miesto výšky hviezdy aj takzvanú zenitovú vzdialenosť, čo je v podstate doplnenie výšky hviezdy k zenitu. Označujeme Z. Platí tu vzťah  $Z = 90^\circ - h$ .

Azimutálne súradnice sú výhodné preto, že ich základné body a prvky sú ľahko definované, sú vždy poruke, ľahko ich vyhľadávame. Naproti tomu veľkou nevýhodou azimutálnych súradníc je sústavná zmena. Obloha sa otáča, preto ak udávame súradnice hviezdy, údaje platia len veľmi krátko. Mení sa nám ako výška, tak aj azimut hviezdy. Užitočné však budú pri udávaní východu, západu či kulminácii hviezd, Slnka a pod.

### Rovníkové - ekvatoreálne súradnice

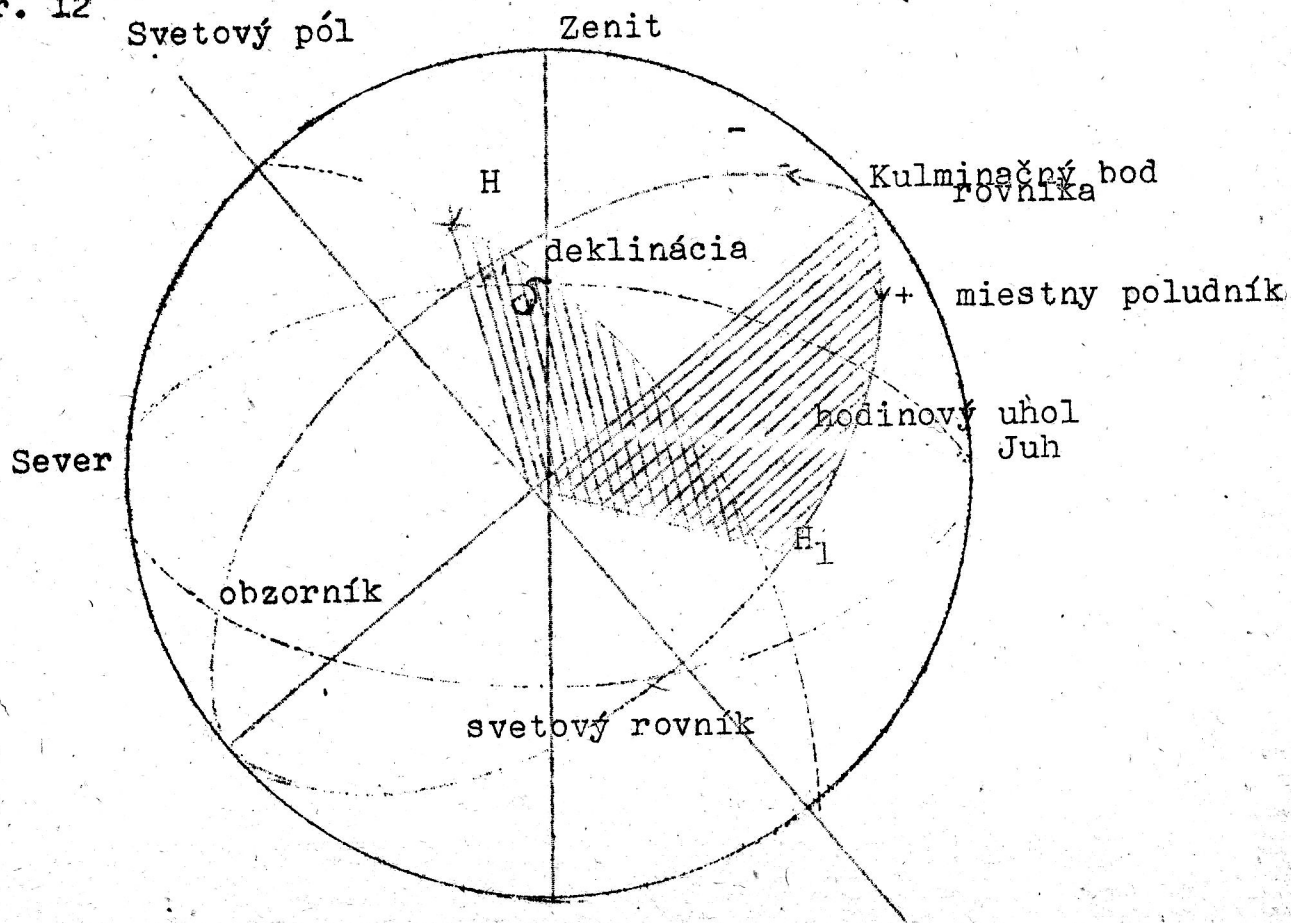
Pre udanie polohy hviezd na oblohe sú výhodnejšie rovníkové alebo ekvatoreálne súradnice. Sú už o niečo zložitejšie než azimutálne, sledujú pohyb nebeských telies. Rozlišujeme dva druhy rovníkových súradníc.

#### I. rovníkové súradnice

Aj rovníkové súradnice zaraďujeme medzi sférické a tak k ich definícii potrebujeme opäť základnú rovinu. Touto základnou rovinou je rovina svetového rovníka. Definujeme ju pomocou bodu

a priamky. Nech daná rovina prechádza našim stanovišťom a nech je kolmá na svetovú os. Vieme, že svetová os prechádza Polárkou, okolo ktorej sa otáča celá obloha. Svetovú os teda ľahko nájdeme. Ostáva ešte svetový rovník. Svetový rovník je vlastne hlavná kružnica, ktorá bude všade vzdialená od svetového pólu o  $90^\circ$ . Horizont pretína na východe a západe a miestny poludník pretína vo výške  $R - \varphi$ , pričom  $\varphi$  je zemepisná šírka daného stanovišťa ( $R = 90^\circ$ ). Ostáva teda určiť výšku svetového pólu. Napríklad: zemepisná šírka Prešova je  $49^\circ$ . Výška pólu je teda rovná  $49^\circ$  nad obzorom čiže opačne výška rovníka bude  $90^\circ - 49^\circ = 41^\circ$ . Teda svetový rovník vystúpi do výšky  $41^\circ$  od južného obzoru. Z týchto dvoch základných bodov sme vybrali len dva. Naše stanovište a svetový pól. Zostáva nám ešte jeden. Ten si prenosieme z azimutálnych súradníc - a to južný smer určený priesečníkom s obzorom - južným bodom. Teraz však tento zdvihneme na meridiáne do výšky  $R - \varphi$  a nazveme ho kulminačný bod rovníka. Meridián nám teraz prechádza všetkými dôležitými bodmi oblohy - svetovým pólom, zenitom, kulminačným bodom rovníka, južným bodom. Rovinu, v ktorej leží meridián nazývame druhou základnou rovinou, ktorá navyše prechádza aj našim stanovišťom.

Obr. 12



Pomocou rovníkových súradníc môžeme určiť polohu ktoréhokoľvek nebeského telesa. Nech je daná hviezda H /obr. 12/. V prvom rade nájdeme deklinačnú kružnicu, na ktorej leží daná hviezda a to tak, že spojíme svetový pól s hviezdou a protipólom. Tak sa nám hviezda premietne na svetový rovník v bode H. Tento bod pravdaže môže ležať aj pod obzorom, nakoľko zo svetového rovníka vidíme len polovicu. Teraz určíme uhol, ktorý zvierajú rovina meridiánu s našim stanovišťom a bodom  $H_1$ . Tento uhol nazývame hodinový uhol a označujeme t. Udáva sa v časovej miere:  $360^\circ$  rozdelíme na 24 hodín, pričom 1 hodina =  $15^\circ$ ,  $1^\circ = 4$  minúty. Hodinový uhol počítame vždy od meridiánu smerom na západ, čiže zhodne s azimutom.

Druhou súradnicou hviezdy H je jej výška nad rovníkom a nazývame ju deklináciou - označenie  $\delta$ . Je to uhol medzi hviezdou H, stanovišťom a priemetom hviezdy  $H_1$  na svetový rovník. Deklináciu počítame od rovníka k severnému pólu kladne  $0^\circ - 90^\circ$  a smerom k protipólu záporne. Pretože hviezdy sa otáčajú rovnobežne s rovníkom, ich deklinácia sa nemení.

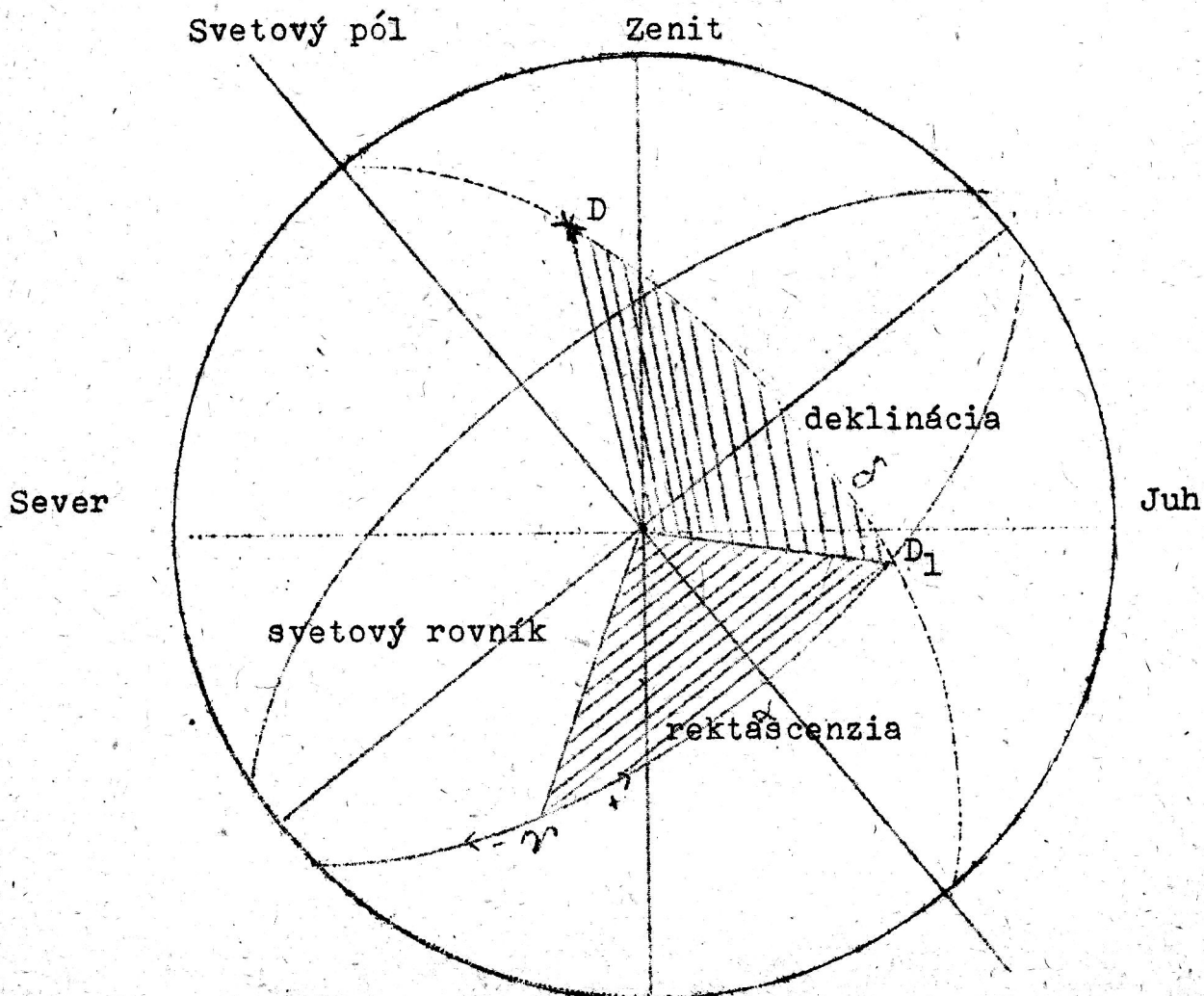
Hodinový uhol t a deklinácia nám jednoznačne určujú polohu každej hviezdy na oblohe. I. rovníkové súradnice sú nepohyblivé, nakoľko sú viazané k našej Zemi. Ich základným smerom je kulmináčny bod rovníka a ten je pevný. Rovník si predstavme v tomto prípade ako "neviditeľnú" obruč, ktorá bude "prikovaná" na východe a západe, na juhu sa vznáša do výšky  $R - \rho$ . Obloha sa otáča okolo rovníka. Tým nadobudnú hviezdy postupne všetky hodnoty hodinového uhla, ale ich deklinácia sa po celý čas nebude meniť. Prednosťou súradníc oproti azimutálnym je skutočnosť, že jedna súradnica - deklinácia - vôbec nemení hodnoty. Nevýhodou je premenlivosť hodinového uhla.

## II. rovníkové - ekvatoreálne súradnice

Kým na predošlých stranách určujeme prvé rovníkové súradnice jednou "premennou", druhé rovníkové súradnice už zostávajú po dlhú dobu nemenné /platí u hviezd/.

Prvá základná rovina je totožná /rovina svetového rovníka/. Jej určenie sme ukázali v prvom druhu ekvatoreálnych súradníc. Tak isto aj svetový pól a naše stanovište. Ostáva ešte určenie tretieho bodu; ktorý v druhom type ekvatoreálnych súradníc nazývame jarným bodom s označením  $\gamma$ . Spojnicou svetového pólu s jarným a jesenným bodom rovnodennosti dostaneme hlavnú kružnicu, ktorú nazývame kolúr rovnodennosti. Rovina, v ktorej leží kolúr rovnodennosti a ktorá prechádza naším stanovišťom /kolmá na svetový rovník/, sa nazýva druhá základná rovina druhého typu ekvatoreálnych súradníc. Hlavné kružnice, prechádzajúce cez severný a južný svetový pól a sú kolmé na svetový rovník, nazývame deklinačné kružnice. Na rozdiel od prvého druhu súradníc, kde deklinačné kružnice sú akoby "pripevnené" k nehybnému rovníku v terajšom prípade sú pohyblivé spolu so svetovým rovníkom, preto sa otáčajú spolu s oblohou. Pomocou druhých rovníkových súradníc udávame polohy nebeských telies.

Obr. 13



Na obrázku č. 13 zvolíme hviezdu - napríklad D. V prvom rade hľadáme deklinačnú kružnicu, na ktorej leží daná hviezda. Urobíme to tak, že spojíme svetový pól s hviezdou s protipólom pomocou hlavnej kružnice. Tak sa nám hviezda D premieta na pohyblivý rovník v bode  $D_1$ . Určíme uhol, ktorý zvierá bod jarnej rovnodennosti  $V$ , naše stanovisko a priemet hviezdy  $D_1$ . Tento uhol nazývame rektascenzia a označujeme  $\alpha$  /niekedy aj AR/.

Udáva sa v časovej miere od 0 h do 24 h.

Rektascenzia sa počíta vždy od jarného bodu smerom na východ cez juh, teda opačne, ako to bolo v prvom druhu rovníkových súradníc s hodinovým uhlom! Na túto skutočnosť musíme dávať veľký pozor!

Druhou súradnicou hviezdy D je výška nad svetovým rovníkom - deklinácia s označením  $\delta$ . Je to uhol medzi hviezdou D, naším stanoviskom a priemetom hviezdy  $D_1$  na svetový rovník. Deklinácia prvých a druhých rovníkových súradníc je zhodná.

Rektascenzia a deklinácia nám jednoznačne určujú polohu každej hviezdy na oblohe. Sú viazané na oblohu, preto s ňou vykonávajú denný pohyb. V dôsledku toho sa nemení ani jedna súradnica. Sú výhodné ku konštrukcii máp, atlasov, glóbusov a pod.

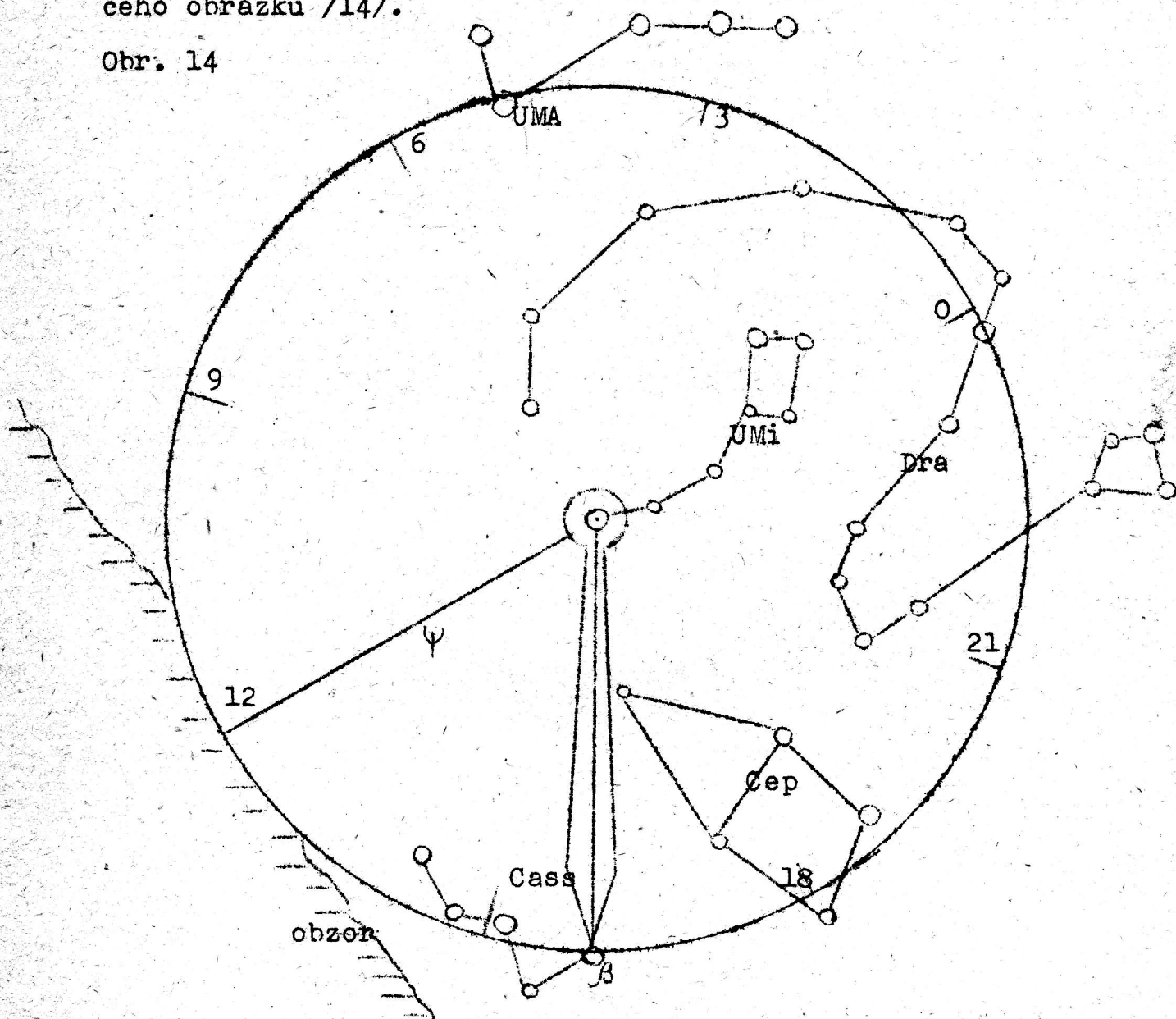
### Hviezdny čas - hviezdne hodiny

V predošlých stranách sme si povedali, že obloha vykonáva svoj denný otáčavý pohyb s mimoriadnou presnosťou. Pohyb oblohy môžeme teda použiť na meranie času. Oblohu považujeme za hodiny, ktoré nenatahujeme, idú presne. Predsa však majú chybu. Je to ťažké a zložité odčítanie. Preto my sa oboznámime len s tým najjednoduchším odčítaním pomocou hviezd. Zdôrazníme však, že hviezdna obloha nám ukazuje iba hviezdny čas. Ten sa líši od nášho "normálneho času" /slnečného/. Základom hviezdneho času je hviezdny deň, ktorý je o 4 minúty kratší než slnečný /presne o 3 minúty 59,92 sekúnd/.



V občianskom živote sa teda tento čas nevyužíva. Veď napríklad hviezdny deň sa začína v októbri o desiatej, v decembri o ôsmej a pod. Veľmi jednoducho zistíme hviezdny čas podľa nasledujúceho obrázku /14/.

Obr. 14



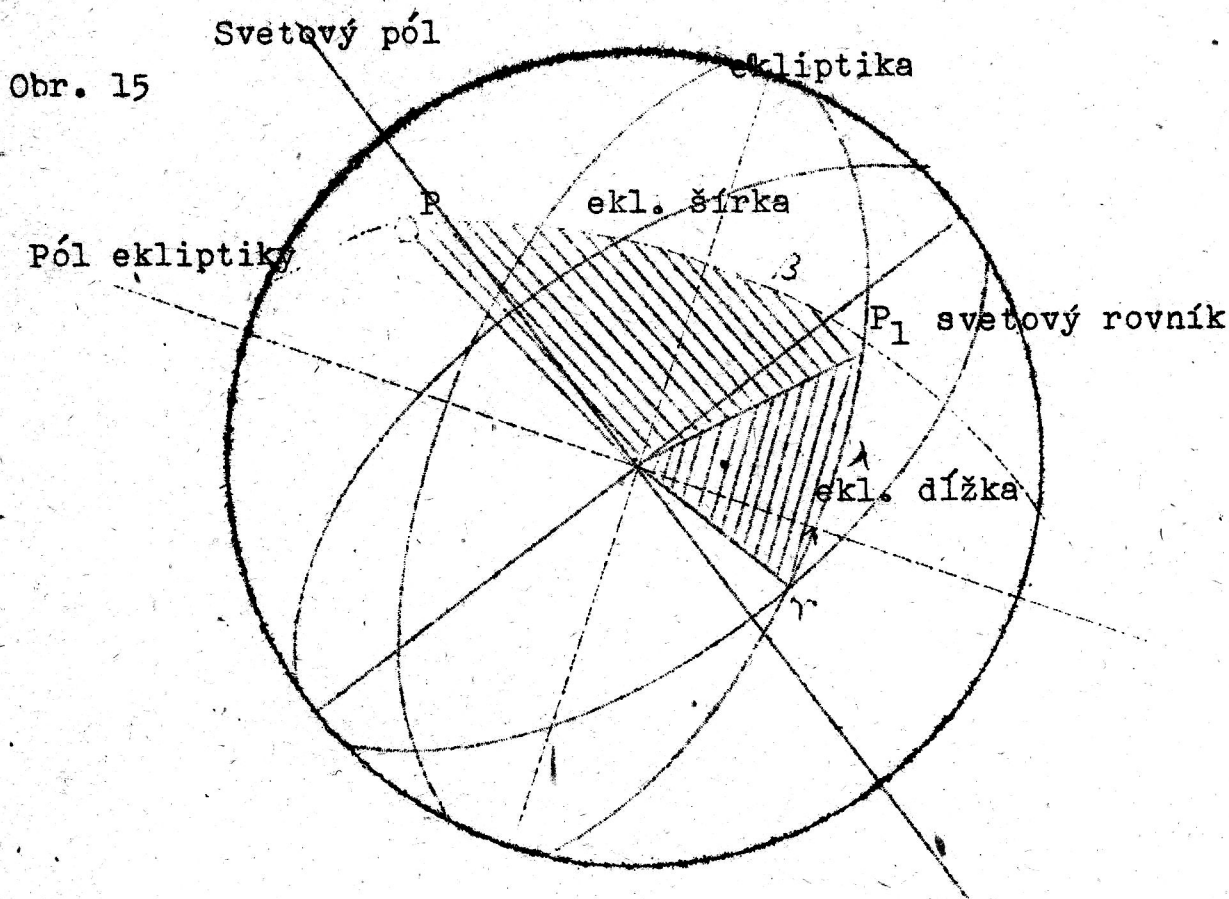
Na severnej pologuli vyhladáme hviezdu  $\beta$  zo súhvezdia Cassiopeia. Spojnica tejto hviezdy s Polárkou tvorí ciferník "nebeských hodín".

## Ekliptikálne súradnice

Pri opisovaní pohybu Slnka, Mesiaca, planét je veľmi výhodné použiť ekliptikálne súradnice. Všetky tieto telesá vrátane komét, meteoroidov, planétiiek patria do slnečnej sústavy. Pre nás je však dôležitá rovina dráhy Zeme okolo Slnka, rovina ekliptiky.

Zvoľme si opäť základné body sústavy. Základ tvorí naše stanovište. Základnou rovinou je rovina ekliptiky, teda rovina, v ktorej sa pohybuje Zem okolo Slnka. Ako každá rovina aj ekliptika je daná tromi bodmi. Prvý bod je naše stanovište. Druhý bod je pól ekliptiky. Spojnica stanovišta a pólu sa nazýva os ekliptiky. Rovina ekliptiky bude kolmá na túto os. Na rozdiel od svetového pólu, je pól ekliptiky sklonený voči svetovému rovníku o uhol  $23,5^{\circ}$ , ktorý sa časom veľmi málo mení. Ekliptika je kružnica všade rovnako vzdialená od pólu ekliptiky, pričom rovníkové súradnice pólu ekliptiky sú:  $\alpha = 18$  h a  $\delta +66,33'$ . Ekliptika pretína svetový rovník v dvoch bodoch. V bode jarnej a jesennej rovníkovej rovnodennosti. V bodoch letného a zimného slnovratu je najviac vzdialená od svetového rovníka  $\pm 23,5^{\circ}$ . Z uvedeného vyberieme tretí základný bod a to bod, s ktorým sme sa už stretli, bod jarnej rovníkovej rovnodennosti  $\gamma$ .

Pretože sa Slnko zdanlivo pohybuje po ekliptike a ekliptika zasa 2-krát v roku pretína svetový rovník /nastáva rovníkovej rovnodennosť/, bod jarnej rovníkovej rovnodennosti nie je len geometrickým bodom, ale má aj svoj fyzikálny význam. Leží na tom mieste oblohy, kde Slnko pri jarnej rovníkovej rovnodennosti nadobúda deklináciu rovnú nule. Vymedzili sme si prvú hlavnú rovinu. Druhá hlavná rovina prechádza pólom ekliptiky, bodmi rovníkovej rovnodennosti a protipólom. Je kolmá na prvú základnú rovinu ekliptiky. Pomocou ekliptikálnych súradníc riešime obyčajne udanie polohy nebeských telies, ktoré sme zaradili do slnečnej sústavy.



Nech je daná planéta P /Obr. 15/. V prvom rade nájdeme hlavnú kružnicu, na ktorej bude ležať daná planéta. Spojíme pól ekliptiky s planétou a protipólom. Tak sa nám planéta P premietne do bodu  $P_1$  na ekliptiku. Uhol, ktorý zvierajú bod j rnej rovníkosti je naše stanovisko a priemet planéty  $P_1$  na ekliptike nazývame ekliptikálna dĺžka a označujeme  $\lambda$ . Meria sa v stupňoch od  $0^\circ - 360^\circ$ . Dĺžku počítame vždy od jarneho bodu tak, ako pri rektascenzii, smerom cez juh na východ.

Druhou súradnicou je vzdialenosť planéty od ekliptiky čiže uhol medzi planétou P, jej priemetom na ekliptiku  $P_1$  a našim stanoviskom. Nazýva sa ekliptikálna šírka a označuje  $\beta$ . Meria sa v stupňoch od  $0^\circ - 90^\circ$  na severnej pologuli a záporné hodnoty dosahuje na južnej pologuli. Planéty, ktoré sa pohybujú, menia svoju ekliptikálnu dĺžku, ekliptikálna šírka sa mení len nepatrne.

## ORIENTÁCIA

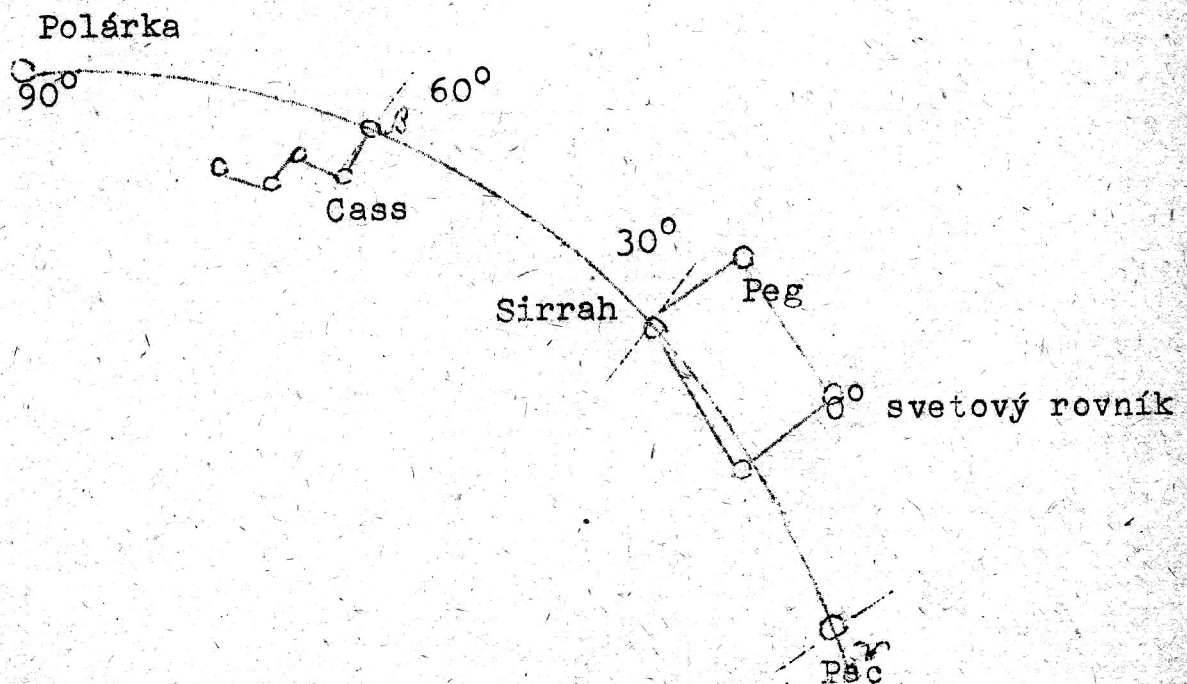
### Vyhľadanie jarného bodu na oblohe

Úloha nájdenia tohoto bodu na oblohe nie je jednoduchá z dvoch dôvodov:

- v blízkosti jarného bodu sa nenachádza žiadna jasnejšia hviezda;
- bod nie je cirkumpolárny, to znamená, môžeme ho najlepšie hľadať len v jesennom období, keď je vyššie od obzoru /na jar vôbec nepozorovateľný - denná obloha/.

Bod jarnej rovnodennosti nájdeme tak, že v duchu spojíme Polárku s hviezdou  $\beta$  Cassiopeia, ktorú voláme Caph a ďalej s hviezdou Sirrah zo súhvezdia Pegas smerom k obzoru. Vzdialenosť  $\beta$  Cassiopeia a Sirrah nanesieme v predĺžení myslenej čiary a dostaneme jarný bod. Vidieť to z obrázku 16. /Hviezdy ležia na kolúre rovnodennosti./

Obr. 16



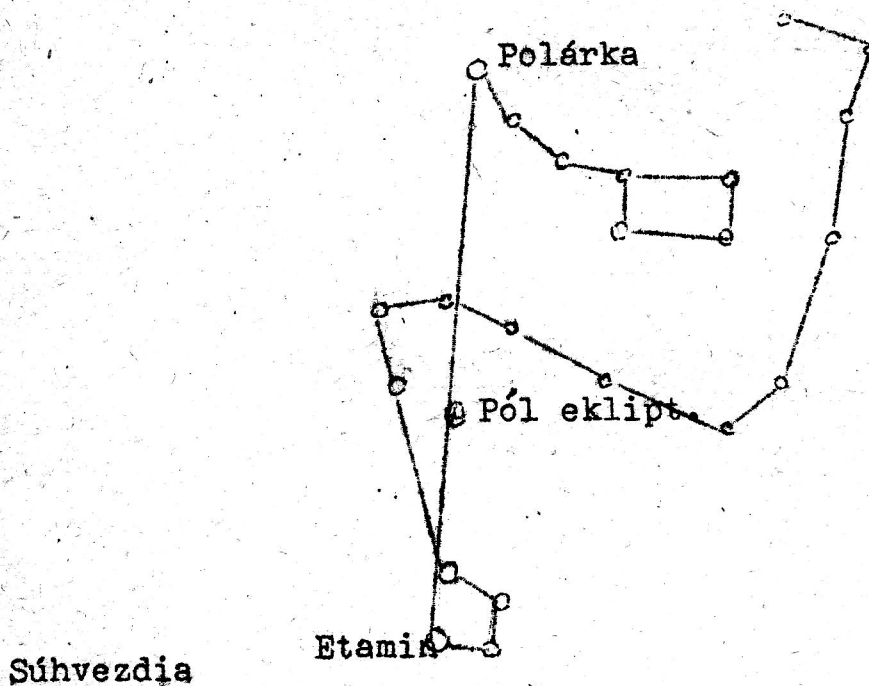
Z obrázku 16 vidieť, že vzdialenosť Polárka -  $\beta$  Cassiopeia je rovnaká ako  $\beta$  Cassiopeia - Sirrah -  $\gamma$  bod. Jesenný bod sa nachádza v súhvezdí Panny v blízkosti hviezdy  $\beta$  Virgo.

## Vyhľadanie pólu ekliptiky

Podobne ako jarný bod môžeme vyhľadať aj severný pól ekliptiky, o ktorom sme si vraveli pri ekliptikálnych súradniciach. Pretože pól sa nachádza v súhvezdí Draka, patrí k cirkumpolárnym bodom, môžeme ho vyhľadať v každom ročnom období za jasnej noci.

Spojnicu hviezd Polárky zo súhvezdia Malej-medvedice a hviezdy Etamin z hlavy Draka rozdelíme na päť rovnakých dielov. Severný pól ekliptiky bude vo vzdialenosti  $\frac{3}{5}$  od Polárky alebo  $\frac{2}{5}$  od hviezdy Etamin. Vidieť to z obrázku 17.

Obr. 17



Názvy hviezd, súhvezdí vznikli pred dvomi až štyrmi tisícami rokov, Starí Gréci, Číňania, národy žijúce pri Níle, Eufrate spojovali hviezdy do skupín a dávali im mená svojich bohov, hrdinov a zvierat. Ich predstavy zotrvali do dnešného dňa. Hviezdna obloha bola výbornou pomôckou k orientácii, výborným kalendárom a pod. Najstaršie záznamy o oblohe obsahujú 48 vymedzených súhvezdí. Vysvetlenie častí oblohy./Ani my nevidíme súhvezdia južnej oblohy v blízkosti jej pólu./

Pôvodných 48 súhvezdí bolo rozložených po oblohe až na vrchlík o polomere  $35^\circ$ . Oblasť oblohy bez pôvodných súhvezdí nebola viditeľná pre staroveké pozorovania v šírkach  $35^\circ$ . Z toho usudzujeme, že autori prvých máp oblohy pochádzajú z Mezopotámie, Blízkeho východu či Malej Ázie.

Súhvezdia sú náhodné zoskupenia hviezd, ktoré v minulosti vyzerali ináč než ich poznáme dnes. Obloha sa mení vznikom nových hviezd, zánikom starých, ich pohybom, pohybom slnečnej sústavy v Galaxii, atď. Zoskupenie hviezd teda platí len pre nás, v blízkosti Slnka, len v tej časti Galaxie, kde sa práve nachádzame.

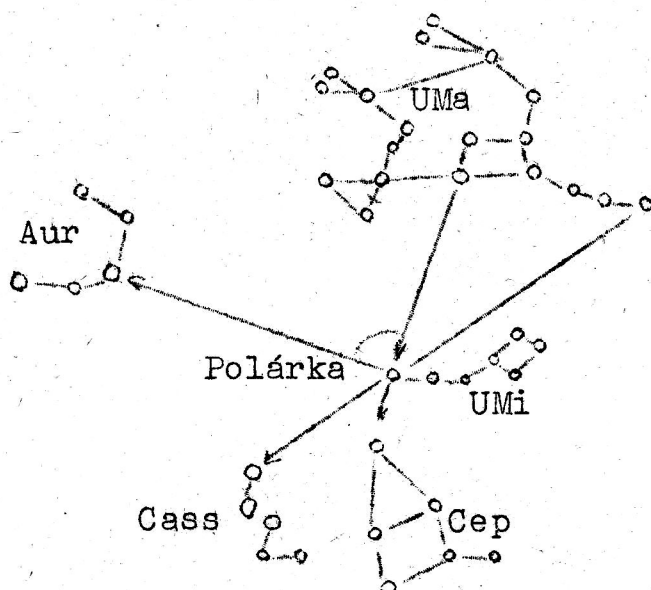
Celá obloha je dnes rozdelená do 88 súhvezdí. Každé z nich má svoje pomenovanie podľa starých národov, vyskytujú sa však aj miestne názvy, ktoré sa udomácnili vývojom kultúr. Od roku 1925 existujú medzinárodné dohody v názvosloví súhvezdí - latinské - a hranice jednotlivých súhvezdí. Pri stanovení hraníc sa rešpektovali tvary starých súhvezdí, aj keď na spojovacie čiary hlavných hviezd sú dodnes rozdielne názory.

Jasné alebo ináč významné hviezdy majú svoje vlastné mená napr. Polárka, Alkor, Mizar, Sirius atď. Schopnosť orientovať sa na hviezdnej oblohe bola v minulých storočiach iste bežnejšia než dnes. Určitú úlohu tu zohrával aj poverčivý záujem o hviezdy. Možno však povedať, že pozorovanie bolo ľahšie ako dnes. Priemysel, osvetlenie, doprava, vysoké zástavby a mnohokrát aj mračná smogu sťažujú pozorovanie nočnej oblohy. Kto však aspoň raz pozrel na hviezdnu klenbu v celej jej kráse v horách, mimo miest, určite ľutoval toho, že nepoznal viac ako súhvezdie Veľký voz.

Pri hľadaní súhvezdí využijeme najlepšie myslených čiar spájajúcich nápadne hviezdy súhvezdí. Tieto spojnice nám umožnia rýchlejšiu orientáciu. Najznámejšou takouto spojnicou je 5-násobné predĺženie hviezd  $\alpha$  a  $\beta$  vo Veľkom voze. Toto predĺženie nám ukáže Polárku. Hviezdy  $\alpha$  a  $\beta$  tvoria vo Veľkom voze zadnú stenu alebo zadnú os voza. Ak predĺžime spojnicu hviezd  $\gamma$  vo Veľkom voze - prvá hviezda oja - za Polárku,

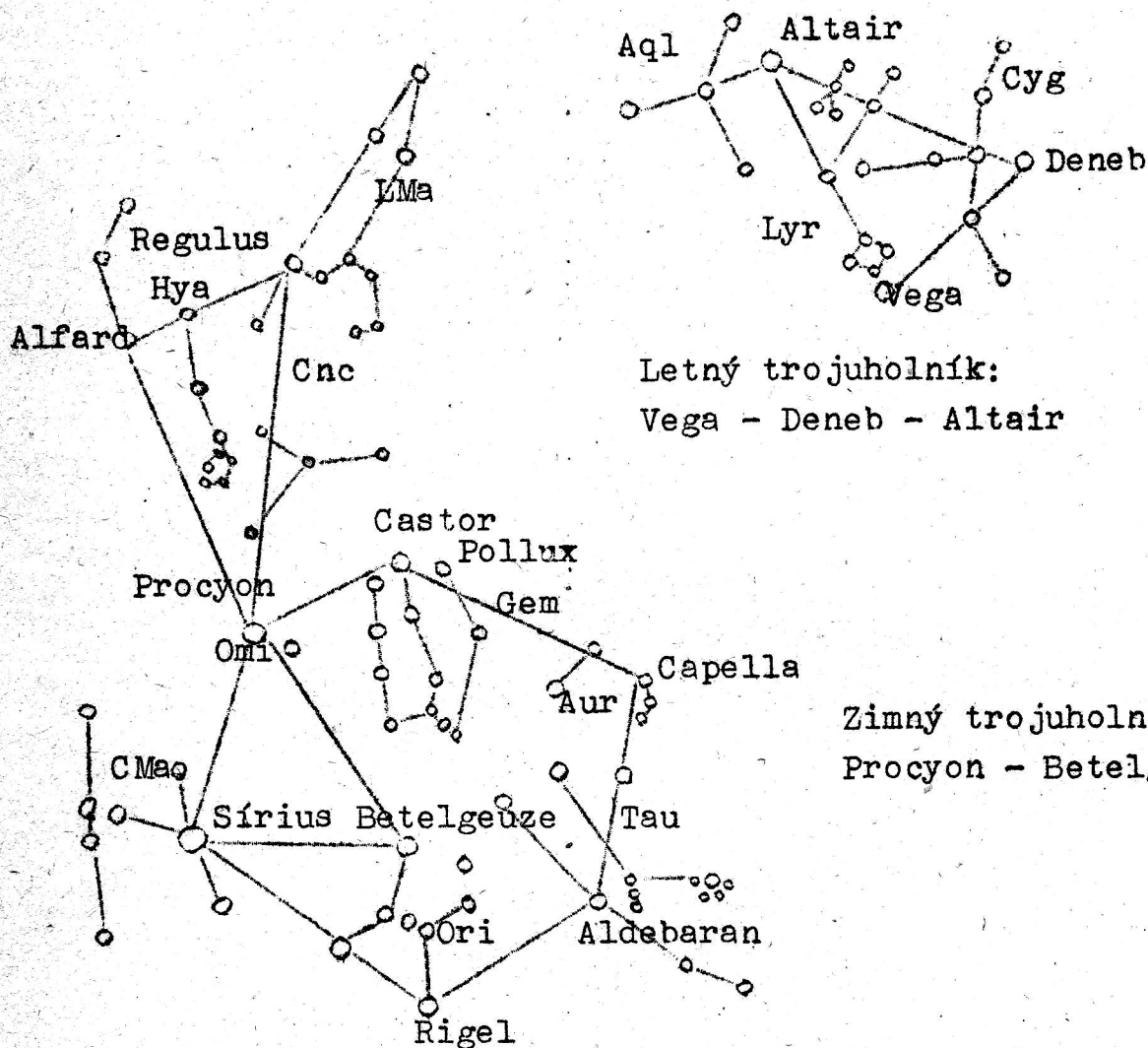
nájde sa približne v rovnakej vzdialenosti súhvezdia Cassiopeia. V prípade prvého predĺženia za Polárku, dostaneme sa k súhvezdiu Cefeus. Ak však od Polárky zabočíme v pravom uhle doprava, nájdeme hviezdu Capella zo súhvezdia Vozky /Auriga/. Uvedené prípady môžeme vidieť z obrázku č. 18. K uvedenému ešte jedna poznámka. Súhvezdie Cassiopeia vytvára na oblohe výrazné písmeno "M" alebo "W". Patrí popri Veľkom a Malom voze k najznámejším súhvezdiam severnej oblohy. Medzi Malým a Veľkým vozom je súhvezdie Draka. Súhvezdie Cepheus je menej výrazné. Má tvar pripomínajúci detskú kresbu domčeka so strieškou. Všetky súhvezdia patria pre nás k cirkumpolárnym.

Obr. 18



Prenesme sa teraz na časť zimnej oblohy, ktorá nás upúta mimoriadnymi jasnými hviezdami. Je to časť oblohy v blízkosti súhvezdia Orión. Nápadné hviezdy šiestich súhvezdí zimnej oblohy vytvárajú skoro pravidelný šesťuholník. Tvoria ho hviezdy Capella - zo súhvezdia Aurigy, Aldebaran z Býka, Rigel z Orióna, Sirius z Veľkého psa, Prokyon z Blížencov a Regulus z Leva. Hviezda Prokyon a Regulus z Leva tvoria základňu pre takmer pravouhlý trojuholník doslova visiaci k juhu. V jeho južnom vrchole nájdeme hviezdu Alphard zo súhvezdia Hydry.

Na pripojenej mapke viľime oba prípady.



K výrazným súhvezdiami letnej oblohy patria Labuť, Lýra a Orol. Hlavné hviezdy týchto súhvezdí Deneb, Vega a Altair tvoria skoro rovníoramenný trojuholník so základňou Deneb - Vega. Hovoríme o veľkom letnom trojuholníku. Pretože kulminuje v letných mesiacoch okolo polnoci, je jeho názov oprávnený. Môžeme ho však vidieť na večernej oblohe aj na jeseň, ba dokonca aj v zime.



## Z Á V E R

V krátkom prehľade sme sa oboznámili so základnými astronomickými súradnými systémami, ako aj pojmami vhodnými pre jednoduchú orientáciu na oblohe.

Nie je možné v rozsahovom poňatí spracovať danú tému stručnejšie. Skôr musíme prihliadať na potreby astronomických krúžkov, ich zameranie, možnosti pozorovania oblohy. Materiál prináša len časť nutných poznatkov orientácie, bez ktorých nie je možné vysvetľovať zložitejšie časti nebeskej mechaniky či astronómie vôbec.

Vedúci astronomických krúžkov nájdu v práci jednoduché návrhy pre rýchle orientovanie na oblohe, základy súradných systémov používaných pri zhotovovaní astronomických pomôcok.

---

Vydala: Krajská hvezdáreň v Prešove

II. vydanie Okresná ľudová hvezdáreň v Michalovciach

Zodpovedný: riaditeľ OĽH Michalovce - J. Božík prom. ped.

Odborný posudok: J. Žižňovský prom. fyz.

Autor: Dr. Juraj Humeňanský KH Prešov

Náklad: 500 ks

Nepredajné!

II. vydanie vyšlo v roku 1983