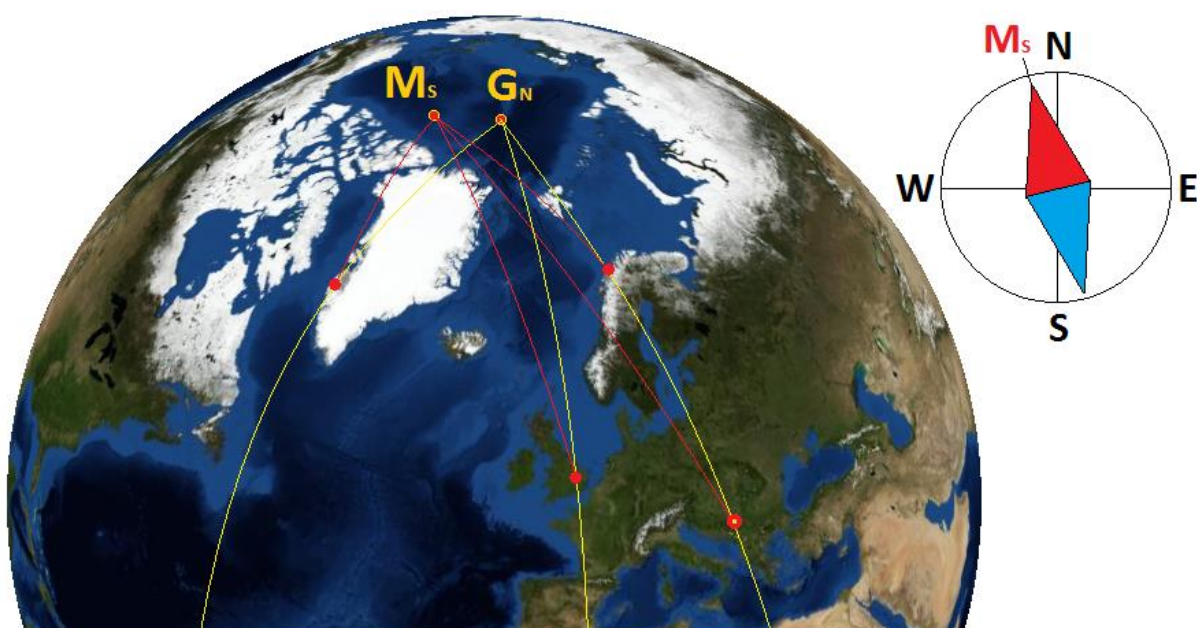


Бранко Звездар Симоновић

**ОДРЕЂИВАЊЕ СТРАНА СВЕТА,
ГЕОГРАФСКЕ ШИРИНЕ МЕСТА
И ДОБА НОЋИ ПОМОЋУ ЗВЕЗДА**

ОРИЈЕНТАЦИЈА У ПРОСТОРУ

Оријентација у простору је одувек била важна. Нама је данас веома лако да свој положај са невероватном прецизношћу одредимо помоћу, на пример, GPS-а – па и без знања о томе како ова занимљива и корисна направа ради. (Сазнај о томе!). Но, и у прошлости су људи били у могућности да се оријентишу у простору, пре свега користећи *компас*. Ипак, треба знати да је игла компаса од магнета и да на Земљиним *географским половима* нема ничега што би је привукло. То што оријентише иглу компаса јесу *магнетни полови* наше планете. Земља је велики "магнет", а географски и магнетни полови се не поклапају – они јесу релативно близу али нису на истом месту. (Јужни магнетни пол, који привлачи северну страну игле компаса (и зато се, насупротив томе, традиционално назива "северни магнетни пол"), налази се близу севера Канаде и временом се креће!). Дакле, компас не показује географске стране света (тј. то чини приближно), већ магнетне. На начин који ћемо ускоро видети можемо се и преци-



Слика 1. - Жути лукови су географски, а црвени магнетни, меридијани. Црвене тачке су различита места на Земљи на основу којих је могуће уочити у којој мери се игла компаса удаљава од географског меридијана датог места.

зније оријентисати у односу на стране света – помоћу "небеског компаса"! Такође, уз мало труда можемо са довољно тачности одредити и географску ширину места са којег посматрамо. Вештина оријентације у простору и одређивања положаја на планети назива се *навигација*. У прошлости су навигатори користили звездано небо и Сунце, као и посебне справе са којима су их посматрали и мерили висине, углове као и време. Сама реч 'оријентација' у себи крије назив за исток (од лат. *oriens*), па би је могли разумети као усмеравање ка истоку. И управо су у старо доба имали исток као полазиште за оријентацију карти и слично.

NB: Земља се у простору врти око замишљене осе, *небеске* или *светске осе*, која извире из *географских полова* на њеној површини (G_N и G_S). Небеска оса пробија *небеску сферу* (замисљена сфера неодређеног, бесконечног пречника, у чијој средини је Земља, тј. посматрач), а тачке тог продора су *небески полови* – изнад северног географског пола стоји *северни*

The diagram shows a large sphere labeled "НЕБЕСКА СФЕРА" (Celestial Sphere). A green shaded elliptical region represents the "РАВАН ПОСМАТРАЧЕВОГ ХОРИЗОНТА" (Flat Observer's Horizon). A blue sphere labeled "ПОСМАТРАЧ" (Observer) is located within this region. A vertical red line passes through the center of the sphere, with points P_N at the top and P_S at the bottom. A green line labeled Z points from the observer towards the top of the sphere. Two points, G_N and G_S , are marked on the vertical red line near the observer.

Смер
вртње
неба

ВЕЛИКИ МЕДВЕД

ВЕЛИКА КОЛА

ЗМАЈ

МАЛИ МЕДВЕД
(МАЛА КОЛА)

Северњача

КЕФЕЈ

КАСИОПЕЈА

Имена звезда Великих кола
поређаних по опадајућем сјају

- ε - Алиот
- η - Алкаид (Бенетнаш)
- α - Дубхе
- ζ - Мизар (са блиским
и тамнијим
Алкором)
- β - Мерак
- γ - Фекда
- δ - Мегрез

Мизар и Алкор уписани у круг
који одговара
пречнику пу-
ног Месеца

80 UMa

ζ¹

ζ²

~Φ

N

ХОРИЗОНТ

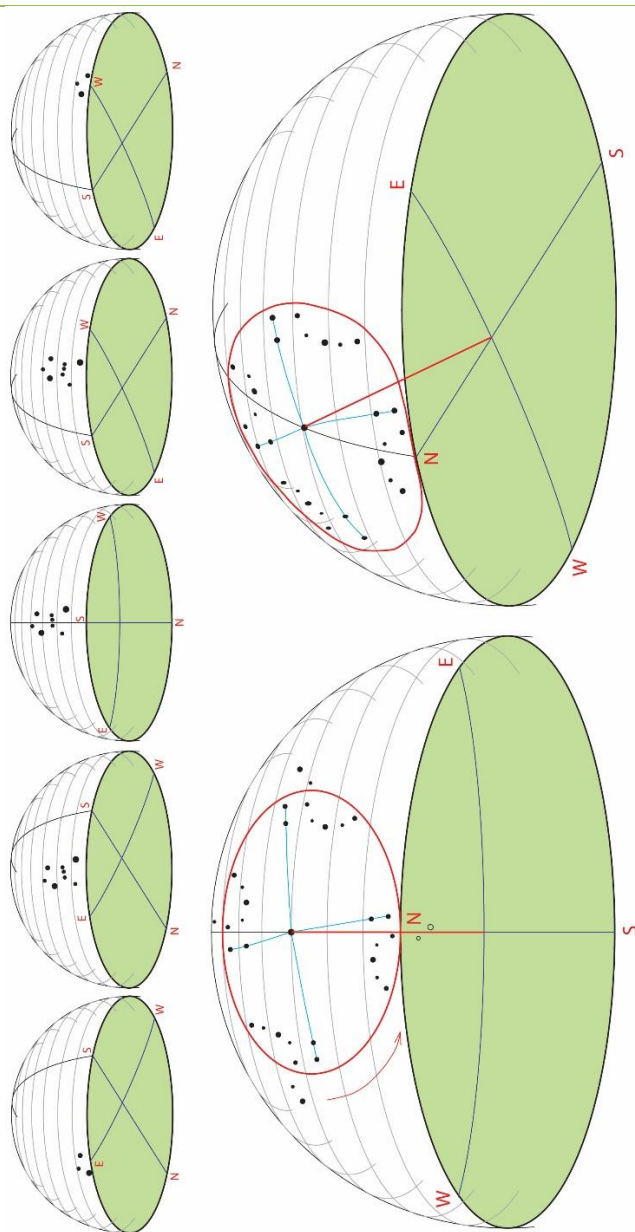
Слика 1. – Оријентација у простору помоћу "небеског компаса"

Обратимо пажњу и на вишеструки звездани састав који се голом оку приказује као двојни – ζ Великог медведа. Већ и они просечног вида поред сјајнијег **Мизара** (ζ) могу назрети и тамнијег **Алкора** (80 UMa). Међитим, у телескопу је могуће приметити три звезде овог система: **Мизар 1** и **2** (ζ^1 , ζ^2) и **Алкор**. (Средишња звезда овог троугла је тзв. **Људвигова** звезда, **Sidus Ludoviciana**, која не припада овом систему – није важна за овај осврт, занемаримо је). Тек је посебним методама могуће открити да је и свака од ове три звезде понаособ удвојена што овај састав чини шестоструким! Наше Сунце је усамљена звезда, без свог пратиоца, али већина осталих звезда је бар двојна (што није увек видљиво ни великим телескопима!). Мизар и Алкор се још називају **Коњ и Коњаник** (што није превод са арапског језика, како се често тврди).

Током вечери већина звезда излази дуж источне стране хоризонта, пењу се по небу док не постигну највећу висину (**кулминирају**) и затим залазе на западној страни (**слика 2**). Међутим, ако погледамо звезде околу Северњаче видећемо да су оне увек на небу. Штавише, као да се цело небо врти околу ове звезде! Ако шестар убодемо у Северњачу и спустимо крак до хоризонта, кругом који начинимо описујемо **циркумполарни** део неба. Звезде унутар овог круга остају увек видљиве за посматрача на датој геог. ширини!

NB: Угловна висина небеског пола над хоризонтом представља географску ширину места (ϕ). С обзиром на то да се **Северњача**, у савременом добу, налази веома близу ове тачке њеном висином је приближно одређена географска ширину места, а за нашу домовину то је $\sim 45^\circ$ (дакле, налази се на половини пута између хоризонта и зенита).

Видљиве звезде и сазвежђа изван циркумполарног круга не виде се током целе године. То су **сезонска сазвежђа**.

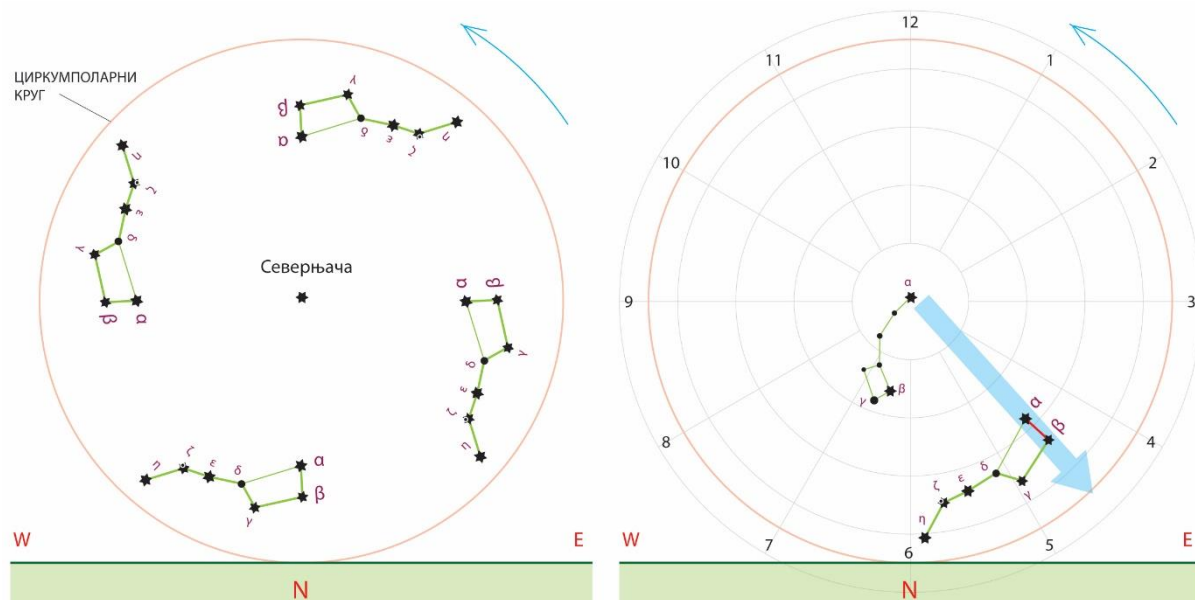


Слика 2.

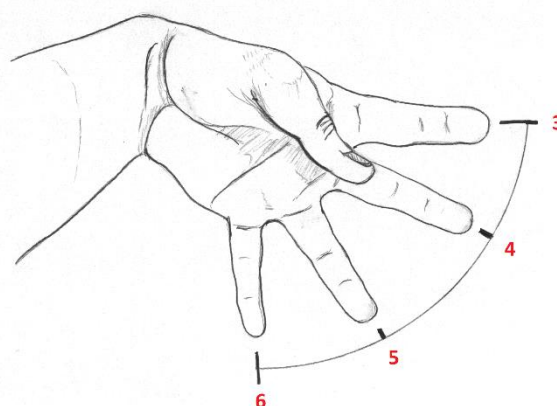
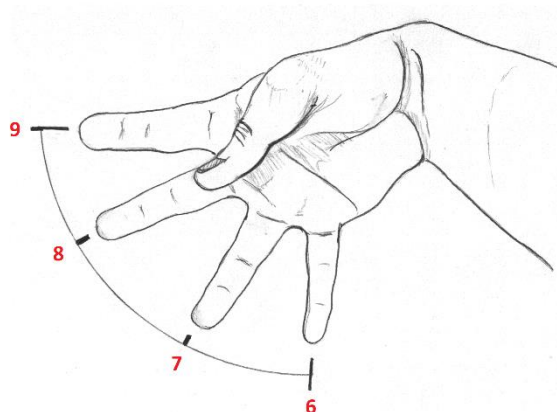
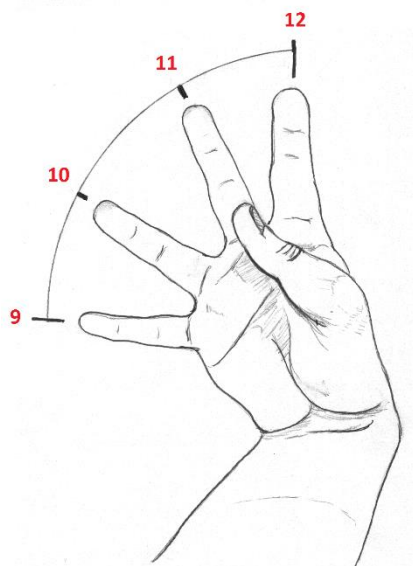
НЕБЕСКИ ЧАСОВНИК

Познавање *звездонеба/*мр(а)конеба, тј. астрогнозије, може бити корисно када је потребно оријентисати се у простру. За ту сврху су нам служе Велика кола, пре свега зато што су сјајан астеризам али и зато што су циркумполарна – увек су видљива са наших простора, не залазе испод хоризонта. Но, то није и једина практична корист од звезданог неба, као и од Великих кола. Сем што се помоћу њих можемо оријентисати у простору, или пронаћи ина сазвежђа и слично, такође их можемо искористити као својеврсни небески часовник, као *небеску добницу*. Овде ће бити описана два начина на која је то могуће урадити, уз напомену да то нису решења која одликује висока прецизност, што не значи да не могу бити од користи.

Окренимо се лицем према северној страни (помоћу Великих кола налазимо северну тачку на хоризонту). Северњача нека буде средиште из кога ћемо повући замишљену казаљку до предњих звезда у **Великим колима** – кроз **Мерак (α)** и **Дубхе (β)**. Слично као и на старинском часоказу у мислима поделимо небо около Северњаче на часове (**нем. *циффер-блат***). Затим ћемо прочитати "време" на том "небеском часовнику". За ову прилику, а на основу слике, видимо да је то ~ 4.5 часа (тј. $4^h 30^m$). Процена "времена" није једноставна,



а тачност исхода у великој мери зависи од прецизности те процене. Уместо простог гледања у небо, и сасвим одокативне процене положаја небеске казаљке, можемо се послужити шаком на начин приказан на доњој слици. Овде је важно водити рачуна о томе да угао између кажипрста и малог прста буде прав, као и да кажипрст буде вертикално\водоравно постављен у односу на хоризонт. Шаку постављамо тако да Северњача буде у корену палца. Уместо шаке може се на сличан начин употребити и помагало приказано на крају овог поглавља, а са којим би процена времена била још тачнија. На датим мустрадама су приказани лице и наличје скале чије копије треба симетрично залепити на картон опкројен према контури. Извучени део је рукодржач, а кружићи су места где је потребно начинити рупице кроз које се провлачи крута жица савијана тако да се слободно њише – жица је висак са којим се постиже да скала буде вертикална када је усмеримо ка небу. Може послужити и конач с тегом од матице. Приликом израде овог помагала прво треба искројити и залепити једну страну скале, затим пробушити рупице и тек према њима залепити другу страну. Скала има получасовну поделу, па се "време" између подеока процењује.



Ту није крај! Сада је потребно да очитано "време" прерачунамо и претворимо у право време. У скици, алгоритам за овај поступак би изгледао овако:

1. Очитајмо "небеско време" (T_H)
2. На то додајемо број текућег месеца (m) и дана (d) као у загради
3. Рачунамо:

$$T = 54 - 2 \cdot (T_H + m + d/30) + l, \text{ или}$$

$$T = 2 \cdot (27 - T_H - m - d/30) + l$$

Ако је $T > 24$, тада је $T^* = T - 24$, и ако је на снази летње читање времена онда је $l = 1$, иначе је 0. (О броју **54** овде неће бити речи осим да се односи на географску дужину од **20.5°**, док би тачнија вредност била **54.1**). У општем случају, за изабрану географску дужину места, горња једначина би изгледала овако:

$$T = 2 \cdot (A - T_H - m - d/30) + l$$

где је $A = 27.7 - \lambda/30$. Наша домовина је уска, па је разлика између најисточније и најзападније тачке 16.6 минута. Погледајмо како изгледа одређивање времена на једном примеру:

- Нека A буде 27.
- Очитали смо време као на почетку: 4.5 часа
- Нека је сада **13. август**, па је месец $m=8$ и дан $d=13$.

Количник $d/30$ може се израчунати напамет тако што се за сваки трећи дан дода 0.1.

- Рачунамо редом:

$$(27 - 4.5 - 8 - 13/30) \cdot 2 = \mathbf{28.13}.$$

- Уколико је T мање од 24 онда смо добили тражено време. Уколико је T веће од 24, као у овом случају, онда је потребно од њега одузети 24:

$$T = 28.13 - 24 = \mathbf{4.13 \text{ часа.}}$$

На крају, морамо водити рачуна и о *указном времену*, тј. додати један час на добијено време док је на снази тзв. *летње читање времена*! У овом примеру имамо такав случај па је време 5.13 часа [**CEST**]. Ово даље можемо претворити у часове са минутама на следе-

ћи начин: **5** часова и $0.43 \cdot 60 = 7.8$ минута. Наравно, имајући у виду непрецизност ове методе (што се пре свега огледа у одокативној процени за "небеско време") очекивана грешка је околу једног часа. Имати у виду да се овде грешка читавања двоструко одражава на исход: израчунај колико је часова за случај да је $T_H = 4$ и да је 5 часова. Да ли смо заиста у стању проценити "време" на "небеском часовнику" прецизније од тог временског размака?

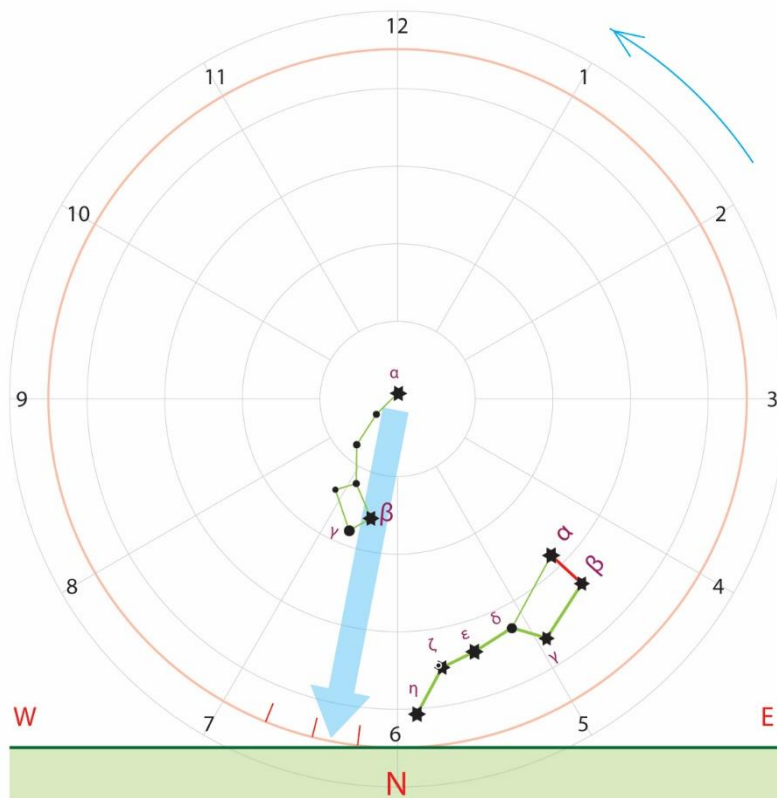
На овај начин смо помоћу неба проценили које је доба ноћи. Уз мало труда и вежбе могуће је ову процену учинити довољно добром да буде сасвим употребљива. Такође, на исти начин можемо проценити који је датум за дату годину ако знамо које је време. Ово би требало да се лако изведе из предходне једначине, а за сваки случај то изгледао овако:

$$\text{ДАТ} = \frac{54 - T + \lambda}{2} - T_H$$

Овде очекујемо да добијемо децимални запис за датум, па је потребно издвојити број месеца (број испред децималне тачке, м) и затим преостали децимални запис помножити са 30 (да би добили број дана, д). Погледајмо то на примеру: $\text{ДАТ} = 2.6$, то би значило да је месец $m = 2$, тј. фебруар, а број дана је $d = 0.6 \cdot 30 = 18$. Наравно, и у овом случају се не можемо ослонити на високу тачност па број дана треба схватити условно, тј. изразити га у релативно широком распону (то ће зависити од вештине посматрача да процени "време" на "небеском часовнику"). Рекли бисмо да је одговор: друга половина фебруара (или мало прецизније од тога). Такође, и овде морамо водити рачуна о редукцији. Погледајмо то на случају ранијег примера: $T = 4.13$ часа, $T_H = 4.5$ часа, следи: $\text{ДАТ} = 20.43$. С обзиром на то да је датум премашио вршну вредност од 12 (јер је децембар последњи месец), потребно је од добијене вредности одузети овај број: $\text{ДАТ} = 20.43 - 12 = 8.43$. Из овога се даље, као и раније, изводи **8-ми** месец и $0.43 \cdot 30 \approx 13$ -ти дан.

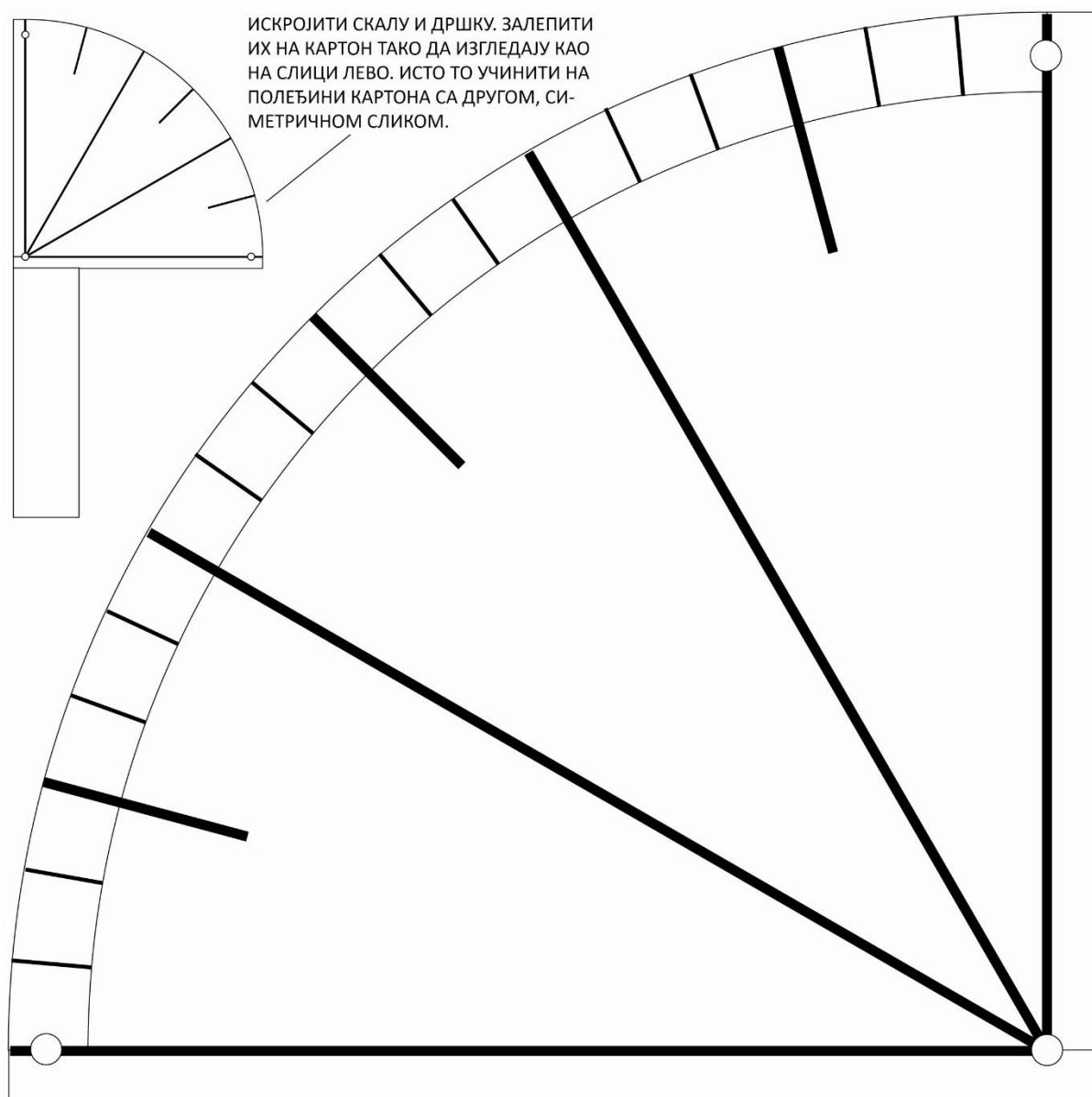
NB: Казаљка "небеског часовника" окреће се у директном смеру, супротно од казаљке на обичном часовнику, што значи да она приказује опадање времена од 12 до 0 часова и то током ~ 24 часа, колико је приближно потребно небу да се потпуно "окрене" (тачније то је $4^m 56^s$ краће од 24 часа – у питању је тзв. *звездани дан*)! Дакле, та небеска "казаљка" сем што се "окреће" у супротном смеру, такође је двоструко спорија од оне на правом часовнику.

Поред Великих кола могу се на исти начин употребити и Мала (тј. Мали медвед), и то предње звезде у њиховом трапезу. С обзиром на то да су блиске можемо се одлучити за ону сјајнију, а то је β UMi која се зове **Кокаб** или **Кохаб**. Као и у предходном случају време читавамо помоћу шаке или помагала које је дато у прилогу. У овом случају време на "небеском часовнику" приближно процењујемо између 6:15 и 6:30, па нека то буде $\sim 6^h 25^m$ или 6.4 часа. У овом случају је: $A = 29.57 - \lambda/30$.

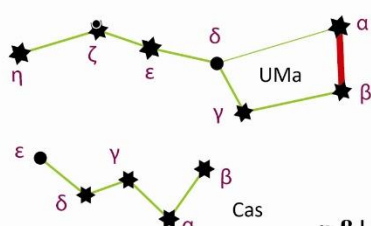


НЕБЕСКИ ЧАСОМЕР

Да би се постигла што већа тачност очитавања са овог часомера било би пожељно да буде довољно велики, тј. уочљив. Зато се може опечатити на папиру величине **A3**. Потребна су два отиска, за предњу и задњу страну. На тај начин се постиже да са четвртином круга покријемо све квадранте замишљеног часовника. На делу који је предвиђен да буде држач приказани су случајеви за Велика кола и Касиопеју. Томе се могу придружити и Мала кола која су споменута раније. У празна поља се уносе израчунате вредности за дату географску дужину места.



$$T = 2 \cdot (\text{Б} - \lambda/30 - T_H - m - d/30) + l$$



	UMa	Б	Б - λ/30	Cas	Б	Б - λ/30
γ	28.12			ε	23.12	
δ	28.30			δ	22.88	
ε	28.62			γ	22.64	
ζ	28.87			α	22.50	
η	29.06			β	22.24	

$$\alpha\text{-}\beta \text{ UMa: } 27.7 - \lambda/30 = \quad \quad \quad \beta \text{ UMi: } 29.57 - \lambda/30 = \quad \quad \quad$$