GRAFIČNO REŠAVANJE NAUTIČNEGA TRIKOTNIKA

Ing. ČRNIVEC MIROSLAV — Ljubljana

V Geodetskem listu št. 10—12 iz leta 1962 je na strani 364 do 373 pod gornjim naslovom objavljen članek Andrije Ivančana iz Zagreba.

Očividno avtorju niso poznane osnovne konstruktivne rešitve nalog sferne trigonometrije, s pomočjo triroba (kroglinega izseka) pripadajočega sfernemu trikotniku. Tako rešitev obravnava E. Hammer v svoji knjigi »Trigonometrie« (glej 5. izdaja iz leta 1923 stran 417).

Na osnovi te zamisli je dana možnost, da s šestilom in ravnilom ter kotomerom brez konstrukcije elips rešimo vsak sferni trikotnik, torej tudi nautičnega.

V nautičnem trikotniku PZS t. j. pol-zenit-zvezda (glej sliko št. 1) imamo tri stranice, to so komplementarne vrednosti zemljepisne širine φ, deklinacije zvezde δ in višine h. Zadnjo stranico pa običajno označujemo v nautičnem trikotniku z zenitno razdaljo t. j.

$$z = 90 - h.$$

Poleg stranic imamo še tri kote in sicer časovni kot t ob polu P, suplementarno vrednost azimuta a ob zenitu Z in paralaktičen kot q ob zvezdi S.

Azimut štejemo v astronomiji vedno od juga, preko zahoda od 0 do 24^h oziroma od 0^0 do 360^0.

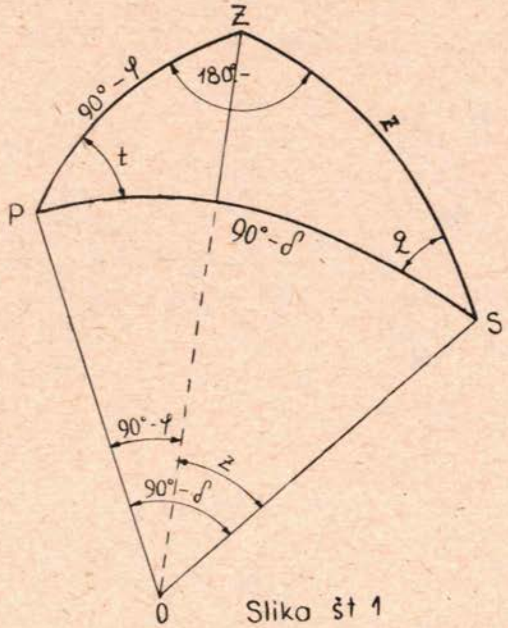
Če zvežemo trikotnikova oglišča z središčem 0, dobimo trirob kot kroglin izsek.

Vsi trije robovi so polmeri krogel, t. j.:

$$O P = O Z = O S = r.$$

Koti med posameznimi robovi ob vrhu O triroba so stranice, kot med posameznimi ravninami triroba pa koti našega sfernega trikotnika. Kadarkoli so poljubne tri sestavine sfernega trikotnika znane, lahko dobimo ostale tri sestavine konstruktivno s pomočjo triroba. Pri nautičnem trikotniku položimo v ta namen ravnino meridijana v risalno ravnino. (Glej sliko 2). Stranska ploskav POZ nam predstavlja izsek meridijana z lokom ali obsrediščnim kotom $90-\varphi$.

Izsek ZOS(d) z zenitno distanco z kot obsrediščnim kotom, narišemo v pravi velikosti, desno, izsek S(1)OP z obsrediščnim kotom (90—δ) pa levo od izseka POZ. Vsi trije izseki skupaj tvorijo en sam izsek S(1)OS(d) kroga s polmerom r, ki ga lahko poljubno izberemo.



Sliko št 1

Če tak izsek izrežemo iz kartona in ga preganemo po robovih triroba OP in OZ tako, da se levi in desni rob OS(1) in OS(d) stikata, dobimo sferni trirob, katerega stranske ploskve so medsebojno nagnjene pod koti sfernega trikotnika PZS.

Določitev teh kotov v pravi velikosti je enostavna, če si v risalni ravnini določimo projekcijo S' zvezde S. Projekcijo S' dobimo v presečišču pravokotnic skozi levi položaj zvezde S(1) na rob OP in skozi desni položaj zvezde S(d) na rob OZ.

Pravokotnica S(1)S' seče rob OP v P'. Z zvrnitvijo pravokotnega trikotnika SP'S' ki se projicira kot črta, ker se pravi položaj zvezde S točno pokriva s projekcijo S', okoli P'S'v risalno ravnino, dobimo časovni kot t v pravi velikosti. Zvrnjena lega S(1)' leži na pravokotnici skozi S' na S'P' in s pravo razdaljo P'S(1), ki je enaka P'S(1)'.

Povsem analogno dobimo,s pomočjo pravokotnice S(d)S' ki seče rob OZ v Z' in z zvrnitvijo pravokotnega trikotnika SZ'S' v risalno ravnino ter prave dolžine

$$Z'S(d) = Z'S(d)'$$

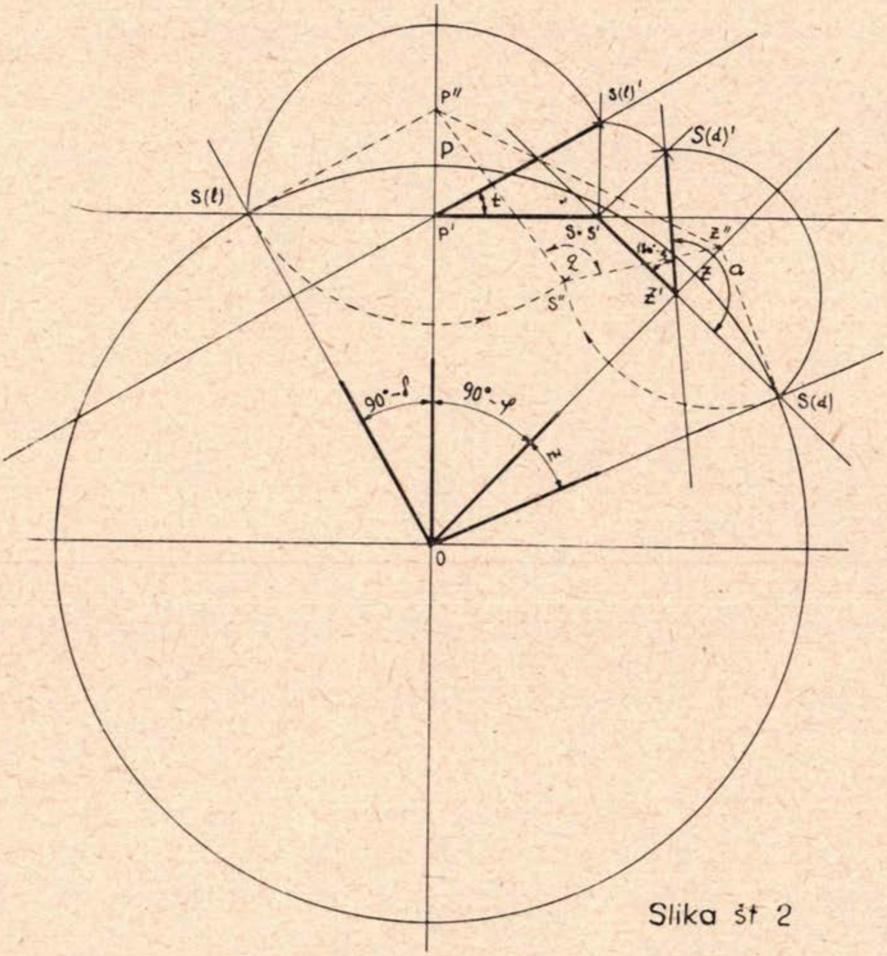
astronomski azimut zvezde

$$a = S(d)'Z'S(d)$$

Za kontrolo pravilne konstrukcijske določitve časovnega kota t in azimuta a nam služi razdalja zvezde od risalne ravnine, ki mora biti po obeh določitvah enaka, t. j.

$$S'S(1)' = S'S(d)'.$$

Paralaktičen kot q v nautičnem trikotniku običajno ne računamo. Lahko pa določimo njegovo pravo velikost s pravokotno ravnino v točki



Slika št 2

S na rob OS. Ta ravnina je uprizorjena v risalni ravnini kot pravokotnica v točki S(1) na rob OS(1) oziroma v točki S(d) na rob OS(d). S tem dobimo v ostalih dveh robovih točki P" in Z". Razdalje S(1)P", P"Z" in S(d)Z" so prave dolžine stranic trikotnika P"Z"S", po katerem seče v točki S postavljena pravokotna ravnina na rob OS naš trirob. Konstrukcija tega trikotnika je na sliki 2 označena črtkano. Pri točki S" nastopajoči kot je paralaktičen kot q v pravi velikosti.

Po obrazloženem določimo zenitno distanco (z) in astronomski azimut(a) zvezde z deklinacijo $\delta = 60^0$ v časovnem kotu 30^0 (slika št. 2 je izvršena po teh podatkih), kar obravnavamo v sferni astronomiji kot transformacijo relativnih ekvatorijalnih koordinat t in δ v horizontne koordinate z in a, po sledečem mehaničnem postopku:

1. S kotomerom si narišemo kot (90—φ) ter levo od tega kot (90—δ) s skupnim vrhom v O.
2. Preko obeh kotov zarišemo s šestilom krogov lok s središčem v O. Krogov lok nam seče levi krak kota (90—δ) v točki S(1), skupni krak obeh kotov (90—δ) in (90—φ) v točki P in desni krak kota (90—φ) v točki Z.
3. S pravokotnico na krak OP skozi S(1) dobimo presečišče P'. Na isti pravokotnici (oziroma v pravokotni ravnini na risalno ravnino) se nahaja tudi pravi položaj točke S in njena proekcija S'.
   Zato odmerimo s kotomerom ob pravokotnici, z vrhom v P' kot $t = 30^0$.
   Na levi krak tega kota nanesemo razdaljo S(1)P' in dobimo točko S(1)'.
   S proiciranjem te točke nazaj na podaljšek pravokotnice S(1)P' dobimo točko S oz. S', ki se pokrivata.
4. Pravokotnica skozi to točko na krak OZ nam seče krak sam v točki Z', desni podaljšek krogovega loka pa v točki S(d). Kot ZOS(d) je zenitna distanca zvezde S.
5. Da dobimo še azimut zvezde S, postavimo v točki S' pravokotnico na premico S(d)S', zabodemo šestilo v točki Z' ter s krogom z polmerom Z'S(d) presečemo pravokotnico v točki S(d)'. Kot S(d)Z'S(d) je astronomski azimut, kot S'Z'S(d)' pa v sfernem trikotniku nastopajoča suplementarna vrednost astronomskega azimuta zvezde S.
6. Po kontroli da je S'S(1)' = S'S(d)', izmerimo kote s kotomerom in dobimo za zenino distanco

   $$z = 22^0 30'$$

   in za astronomski azimut

   $$a = 139^0 15'$$

   oziroma za geodetski azimut

   $$A = 319^0 15'.$$

   S tem enostavnim postopkom lahko rešimo vsak poljuben navtični trikotnik, predvsem pa praktično najčešćo nalogo transformacije ekvatorialnih koordinat δ in t poljubnega nebesnega telesa v horizontne koordinate a in z.