

## NAUTIČNI TRIKOTNIK IN OSONČENJE

Prof. Miroslav ČRNIVEC — Ljubljana<sup>1</sup>

S svojim odgovorom na str. 272 v Geodetskem listu št. 10—12 iz leta 1965. je Andrija Ivančan razširil prvotno temo, ki se je nanašala le na grafično reševanje nautičnega trikotnika, še na problematiko določevanja osončenja. Zaradi tega sem se moral seznaniti s članki, ki jih je on sam o tej problematiki že napisal, ker je mišljenja, da ti članki potrjujejo pravilnost njegovih izvajanj.

V grafično reševanje posameznih primerov sfernega in s tem tudi nautičnega trikotnika, se ne bi več spuščal, ker sem mišljenja, da je ta naloga z zvrčanjem triroba pripadajočega sfernemu trikotniku v ravnino, rešena na najenostavnejši način.

O problematiki osončenja pa sem od člankov, citiranih v zgoraj navedenem Geodetskem listu prečital:

- 1) »Novi način utvrđivanja insolacije«, Građevinar br. 12/1960.
- 2) »Promjena stupca zaštite od Sunca kod manjih skretanja u orijentaciji pročelja«, Građevinar br. 9/1961.
- 3) »Zaštita od Sunca dvodijelnim brisolejem«, Građevinar br. 12/1961.
- 4) »Konstruiranje granične linije između osunčanja i sjene«, Čovjek i prostor br. 130/1964. in
- 5) »Konstruiranje sjene, koju u određenom času čini pročelje zgrade«, Građevinar br. 7/1965.

Žal moram ugotoviti, da je v navedenih članki problematika osončenja obravnavana preveč laično. Metoda, ki jo predlaga A. I. lahko ustreza le za zelo grobo določevanje horizontalnih koordinat Sonca.

Vsa izvajanja slone na napačni predpostavki, da se nahaja Sonce ob »12 uri« vedno v meridianu in da so višine, odnosno azimuti Sonca dopoldne enake višinam odnosno azimutom Sonca popoldne, če je časovni kot Sonca šest dopoldne od meridijana proti vzhodu enak časovnemu kotu popoldne, štetem od meridijana proti zahodu.

Ob navedbah dnevnega časa sicer ni v nobenem članku naznačeno kakšen čas je pri tem mišljen. Menim, da se vsi časovni podatki nanašajo na srednjeevropski čas (SEČ). To je zaključiti iz članka, navedenega pod št. 2, kjer ugotavlja A. I., da je konec delovnega časa čim bolj približati 14 uri. Delovni čas pa je pri nas merjen po SEČ.

<sup>1</sup> Institut za geodezija in fotogrametrijo AGG Fakultete — Aškerčeva 7



V vseh citiranih člankih vzete predpostavke veljajo le za takomenovano fingirano ekvatorijalno srednje Sonce. Po njem je uravnano tudi naše vsakdanje življenje, ker vemo da je navidezno gibanje pravega Sonca tekom dneva, kakor tudi tekom leta neenakomerno zato po pravem Soncu ne moremo naravnnavati naših ur.

Milo rečeno so takšna izvajanja laična. Za ugotavljanje osončenja zemeljske površine in objektov na njej ne smemo upoštevati položaja praktično privzetega fingiranega Sonca, ker to sploh ne sije, ampak le neenakomerno spreminjajoči se položaj pravega Sonca. Pri tem moramo upoštevati poleg časovnega momenta, tudi zemljepisni položaj (tj. zemljepisno dolžino in zemljepisno širino) kraja za katerega osončenja določamo.

Položaj pravega Sonca je 4 krat na leto, tj. 16. aprila, 15. junija, 1. septembra in 25. decembra enak položaju fingiranega Sonca. V tem času so razlike med SEČ, azimuti in višinami pravega in srednjega Sonca le majhne. Normalno pa zavzamejo te razlike, ki so važne za natančno določanje osončenja, značajne vrednosti.

Preveč časa in prostora bi zahtevalo preračunavanje vseh primerov, ki jih navaja A. I. v svojih člankih. Zadržati se hočem le pri določitvi sence 60 m dolge, 14 m široke in 16 m visoke stavbe, kot je obravnavana v članku navedenem pod tek. št. 5).

Po podatkih tega članka sem za SEČ =  $10^h12^m$  (poleg tega pa še za SEČ =  $12^h$  in SEČ =  $13^h48^m$ ) za dne 14. II 1960.\* in 29. X 1960, za srednjeevropski meridian in za zemljepisno širino  $\varphi = 45^{\circ}30'$  (leto in zemljepisno širino sem vzel iz slike št. 1 v citiranem članku), izračunal časovni kot ( $t$ ), višino ( $h$ ) in azimut ( $a$ ) pravega Sonca, določil njegovo deklinacijo ( $\delta$ ) ter dolžino sence ( $d$ ) tangirane stavbe.

Rezultati mojega izračuna so podani na minute natančno v tabelah I i II in se nanašajo na središče pravega Sonca.

I, tabela za 14. februar 1960.

SEČ	$\delta$	$t$	$h$	$a$	$d = 16 \text{ ctg } h$
$10^h12^m$	$-13^{\circ}18'$	$329^{\circ}25'$	$25^{\circ}02'$	$33^{\circ}07' 0$	34,3 m
$12^h00^m$	$-13^{\circ}16'$	$356^{\circ}25'$	$31^{\circ}09'$	$4^{\circ}00' 0$	
$13^h48^m$	$-13^{\circ}15'$	$23^{\circ}25'$	$27^{\circ}34'$	$25^{\circ}53' W$	30,6 m

II, tabela za 29. oktober 1960.

SEČ	$\delta$	$t$	$h$	$a$	$d = 16 \text{ ctg } h$
$10^h12^m$	$-13^{\circ}30'$	$337^{\circ}04'$	$27^{\circ}27'$	$25^{\circ}17' 0$	30,8 m
$12^h00^m$	$-13^{\circ}32'$	$4^{\circ}07'$	$30^{\circ}51'$	$4^{\circ}40' W$	
$13^h48^m$	$-103^{\circ}33'$	$31^{\circ}04'$	$24^{\circ}37'$	$33^{\circ}29' W$	34,9 m

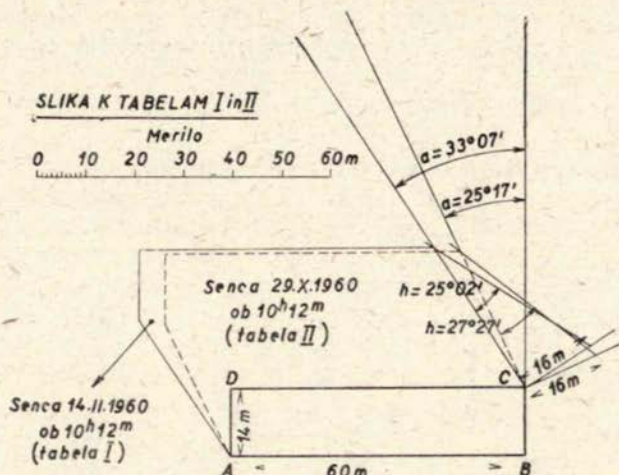
\* Na str. 264 Građevinar br. 7/1965. je pomotoma naveden 14. III.



V primerjanju podatkov iz gornjih tabel z

$$h = 25^{\circ} \text{ in } a = 30^{\circ} \text{ ali } W \text{ ter } d = 16 \text{ ctg } 25^{\circ} = 34,3 \text{ m,}$$

kot jih dobimo po izvajanju A. I. tako za 14. II kot za 29. X ob  $10^{\text{h}}12^{\text{m}}$  in  $13^{\text{h}}48^{\text{m}}$  lahko ugotovimo dokaj občutne razlike.



Soglasje podatkov obstoja samo pri določitvi višine Sonca za 14. II 1960. ob SEČ =  $10^{\text{h}}12^{\text{m}}$  in skladno s tem tudi v dolžini sence 16 m visoke stavbe. Azimut Sonca za isti moment znaša po računu  $33^{\circ}07'$  in ne  $30^{\circ}$ ; ta razlika  $\Delta a = 3^{\circ}07'$  povzroči situacijski premik vrha sence, ki znaša v konkretnem slučaju:

$$x = \frac{\Delta a}{\rho} \cdot d = 1,9 \text{ m}$$

in to proti zahodu.

Iz tabel je razvidno, da dnevna simetrija v azimutu in višini Sonca z ozirom na meridian ne obstoja. Razlika med dolžino dopoldanske sence ob  $10^{\text{h}}12^{\text{m}}$  in dolžino popoldanske sence ob  $13^{\text{h}}48^{\text{m}}$  znaša celih 3,7 m.

Tabeli za 14. II 1960. in 29. X 1960. kažeta, da tudi letne simetričnosti med koordinatami pravega Sonca ni. Velike razlike (mestoma do 5 metrov) so jasno vidne iz slike k tabelama I in II, v katerih so konstruirane sence za oba navedena dneva ob  $10^{\text{h}}12^{\text{m}}$ .

V obeh tabelah je izračunan še časovni kot, višina in azimut pravega Sonca ob SEČ =  $12^{\text{h}}$ . Tabela za 14. II 1960. nam pove, da znaša takrat azimut Sonca  $4^{\circ}$  od juga proti vzhodu. Pravo Sonce bo prišlo v srednjeevropski meridian šele ob  $12^{\text{h}}14^{\text{m}}$  (v meridian Ljubljane ob  $12^{\text{h}}16^{\text{m}}$  in v meridian Zagreba ob  $12^{\text{h}}10^{\text{m}}$ ).



Tabela za 29. X 1960. pa nam pove, da znaša ob  $SE\check{C} = 12^h$  azimut pravega Sonca  $4^{\circ}40'$  od juga proti zahodu, to se pravi, da je bilo Sonce v srednjeevropskem meridijanu že ob  $11^h44^m$  (v meridijanu Ljubljane ob  $11^h46^m$  in v meridijanu Zagreba ob  $11^h40'$ ).

Ugotovljene razlike, ki znašajo v azimutu do  $\pm 4^{\circ}$ , v višini pa do  $\pm 2^{\circ}$ , kažejo na nesmislenost ocene, ki jo podaja A. I. sam o svoji metodi. On trdi na pr., da se po njej lahko **natančno in precizno** ugotovi dolžino osončenja (Geod. list št. 10—12/62. v opombi), da se za **vsak moment** dneva lahko ugotovi na kateri točki nebesne oble se nahaja Sonce, oziroma kakšna sta njegova višina in azimut (Građevinar št. 12/1960., str. 399); da je vrednost metode v tem, da se lahko za vsako željeno orientacijsko **natančno** ugotovi smer, globina in dolžina sence za vsak dan in vsako uro (Građevinar št. 7/1965., str. 265) in da se po tej metodi dobijo **natančni** rezultati (Čovjek i prostor št. 130/1964.).

Po taki metodi, ko opuščamo natančnost v azimutu za nekaj stopinj, nima nobenega smisla upoštevati odstopanje orientiranja Gradske viječnice v Zagrebu od smeri vzhod zahod za  $26'$  (Građevinar št. 12/1960., str. 403). Prav tako je iluzorno na 5 mm natančno določati, za koliko je potrebno zaradi zasenčenja spustiti žaluzije na oknih (Građevinar št. 9/1961., str. 279), če določamo višino Sonca na nekaj stopinj ozir. dolžino sence na nekoj metrov grobo. Za natančno reševanje takih nalog je le potrebno določeno poznavanje matematike, kljub temu, da je A. I. namenil svojo metodo tistemu krogu ljudi, ki nimajo višje matematične izobrazbe (Geodetski list št. 10—12/1965.).

Za zaključek naj navedem, da dosežemo večjo natančnost kot jo dobimo po metodi A. I. na mnogo enostavnejši način z uporabo zvezdne karte z vrisano ekliptiko in z obzorno mrežo.

Namesto ortogonalne projekcije, se pri obzornih zvezdnih kartah običajno koristimo zvezdnih kart v stereografski projekciji. V tej projekciji se vsi krogi tako ekvatorijalnega kot horizontnega sistema projicirajo zopet kot krogi oziroma kot premice.

Konstrukcija take karte za geografski položaj Beograda je objavljena na str. 127 Zbornika geodeskog instituta Građevinskog fakulteta u Beogradu, št. 1/1958. v članku Dragomira Božiča: »Nekoliko primera kartografskih projekcija na rešavanje zadataka geodetske pozicijske astronomije«. Po danih navodilih je možno za vsak poljuben moment neposredno iz karte odčitati horizontne koordinate Sonca. Z zadostno kritičnostjo je obravnavana natančnost dobljenih rezultatov ob upoštevanju časovnega izenačenja in pretvarjanja krajevnega časa v  $SE\check{C}$ .

Z konstrukcijo take karte in po postopku obrazloženem v članku je možno reševati vso problematiko v zvezi z osončenjem, upoštevaje pri tem kot izvor svetlobe, pravo in ne fingirano Sonce.