

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 25 (1997/1998)

Številka 1

Strani 16-19, IV

Marijan Prosen:

**SENCOMER**

Ključne besede: astronomija, senca, višina sonca.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/25/1323-Prosen.pdf>

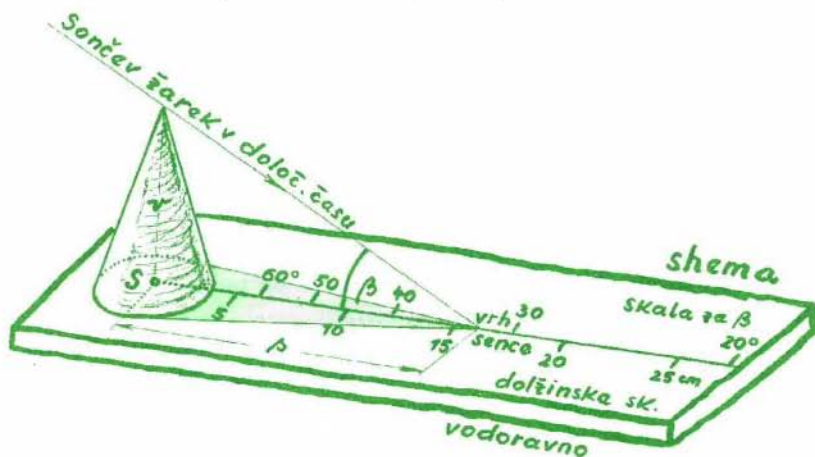
© 1997 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

## SENCOMER

Predstavljam vam preprosto napravo, s katero lahko v poljubnem trenutku hitro izmerimo dolžino sence oziroma višinski kot Sonca, seveda v sončnem vremenu. Dal sem ji ime *sencomer* (slika 1).



Slika 1. Sencomer;  $v$  – višina stožca,  $s$  – dolžina njegove sence na vodoravnih tleh,  $\beta$  – višinski kot Sonca. Dolžinsko skalo izdelamo tako, da od središča  $S$  osnovne ploskve stožca vzdolž ploščice nanesimo dolžinske enote (npr. cm), skalo za višinski kot pa lahko izdelamo na več načinov: eden je iz enačbe  $\text{tg } \beta = \frac{v}{s}$ . Pri konstantni (znani) višini (npr.  $v = 10$  cm) in odbranih višinskih kotih vsakič izračunamo dolžino sence  $s = \frac{v}{\text{tg } \beta}$  in jo označimo s črtilco na skali za višinski kot (gl. še Presek 13, str. 153). Dolžino sence ali višinski kot Sonca lahko v tem primeru hitro in skoraj istočasno odberemo.

Glavna dela sencomera sta pokončen slok stožec in vodoravno postavljena deščica ali karton z dolžinsko in kotno razdelitvijo na isti strani deščice ali pa na različnih straneh, kamor stožec meče senco. (V bistvu že zadostuje samo stožec, če imamo merilec za dolžino vedno pri roki.) Na enem koncu deščice označimo krog za osnovno ploskev stožca. V ta krog namestimo stožec tako, da njegova senca vedno pade na vodoravno ploščico (slika 2 na IV. strani ovitka).

Ob vzhodu ali zahodu Sonca ne moremo opazovati sence navpičnega stožca na ploščici, ker je neskončno dolga. Dobro uro po vzhodu pa je Sonce že toliko visoko, da senco lahko opazujemo, čeprav je še nekoliko razmazana. Kako uro pred zahodom Sonca in pozneje so sence spet tako dolge in razmazane, da jih ne moremo dobro opazovati. Najbolje jih torej

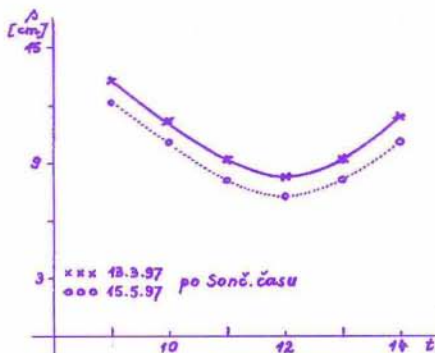
opazujemo od sredine dopoldneva do sredine popoldneva. V tem času lahko precej natančno merimo dolžino sence, ki se do poldneva krajša (zakaj?), opoldne je najkrajša, popoldne pa se daljša. Sestavimo na primer takole preglednico:

Kraj:		Datum:
čas opazovanja (ura)	dolžina sence (v cm)	opombe
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		

Na osnovi preglednice nato narišemo graf odvisnosti dolžine sence od dnevnega časa. Graf je vsak dan drugačen, saj ima Sonce vsak dan nekoliko drugačno navidezno pot nad obzorjem (slika 3).

Zanimivo je opazovati premikanje sence, ki jo meče mirujoč stožec ali kak drug navpično postavljen predmet (npr. ravna palica) na vodoravna tla. Dvoje lahko ugotovimo pri tem premikanju: orientiramo se in ocenimo kotno hitrost vrtenja Zemlje, kajti premikanje sence je posledica vrtenja Zemlje.

Orientiramo se takole: Vrh sence stožca se v času nekaj minut premakne proti vzhodu (slika 4). To smer  $V_1V_2$  začrtamo in orientacija je končana, saj za znajdenje na zemljišču zadostuje že ena smer. O določitvi vrednosti kotne hitrosti vrtenja Zemlje pa je že pisal Presek v 6. številki 21. letnika.



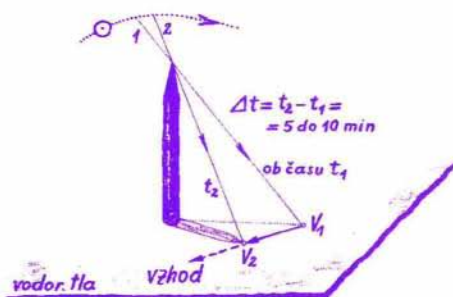
Slika 3. Graf odvisnosti dolžine sence od dnevnega časa za dva datuma.

Senco stožca lahko opazujemo vsake pol meseca. Zaznamo razlike med grafi (slika 3). To, da se dolžina opoldanske sence stožca med letom spreminja, je odvisno od navideznega letnega gibanja Sonca med zvezdami, kar je posledica kroženja Zemlje okrog Sonca (spomnite se na letne čase). Dnevno in letno spreminjanje sence sta torej posledici vrtenja in kroženja Zemlje, na kar človek morda sploh ne pomisli.

Povejmo še nekaj o višinskem kotu Sonca. To je kot med vodoravno ravnino in smerjo proti Soncu, natančneje proti njegovemu središču. Označimo ga z  $\beta$ . Ob vzhodu Sonca je  $\beta = 0$ . Potem se vse dopoldne večja. Opoldne, ko je Sonce na jugu, je največji (v Ljubljani ob kresu  $68^\circ$ , ob božiču pa  $20^\circ$ ), nato popoldne pada in ob zahodu je spet  $\beta = 0$ .

Višinski kot Sonca lahko ugotovimo na več načinov. Za vsako opazovanje sence narišemo pravokotni trikotnik, katerega kateti sta senca in višina stožca, višinski kot, to je kot med senco in trenutnim Sončevim žarkom (hipotenuzo), pa izmerimo s kotomerom. Uporabimo lahko tudi enačbo, navedeno v podpisu k sliki 1. Vendar je to zamudno. Dosti bolje je, da za višinski kot na deščico že vrišemo skalo v kotnih stopinjah (slika 1). Tako lahko v poljubnem času z lahkoto odberemo vrednost višinskega kota skoraj zagotovo na stopinjo natančno.

Spet lahko med dnevom merimo višinski kot Sonca in sestavimo preglednico:



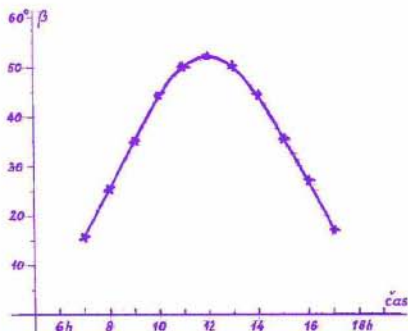
Slika 4. Orientacija po senci, ki jo meče navpični predmet na vodoravna tla.

Kraj:		Datum:
čas opazovanja (ura)	višinski kot Sonca (v stopinjah)	opombe
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		

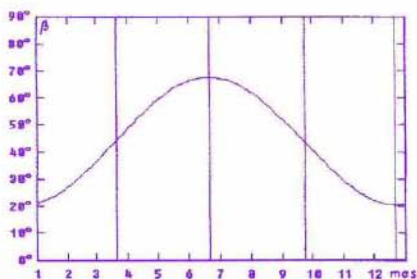
Nato narišemo ustrezen graf (slika 5). Ponovno lahko v različnih dnevih merimo višinski kot Sonca in grafe primerjamo med seboj. Če nas zanima samo spreminjanje opoldanskega višinskega kota Sonca med letom, merimo v različnih dneh samo okoli poldne. Graf spreminjanja višinskega kota Sonca opoldan v letu 1997 za Ljubljano kaže slika 6.

S stožcem pa lahko naredimo še naslednje zelo zanimivo opazovanje: Postavimo ga na bel papir na vodoravnih tleh. Papir in stožec ves čas opazovanja nič ne premikamo. Vsake pol ure (na primer od 9. ure dalje do približno 16. ure) zarišemo vrh sence. Popoldne, ko zaključimo z opazovanjem, vrhove senc povežemo. Dobimo krivuljo, po kateri se je vrh sence stožca sprehajal po papirju tistega dne. Dokazati se da, da je ta krivulja hiperbola, in tudi pokazati, zakaj je vsak dan drugačna.

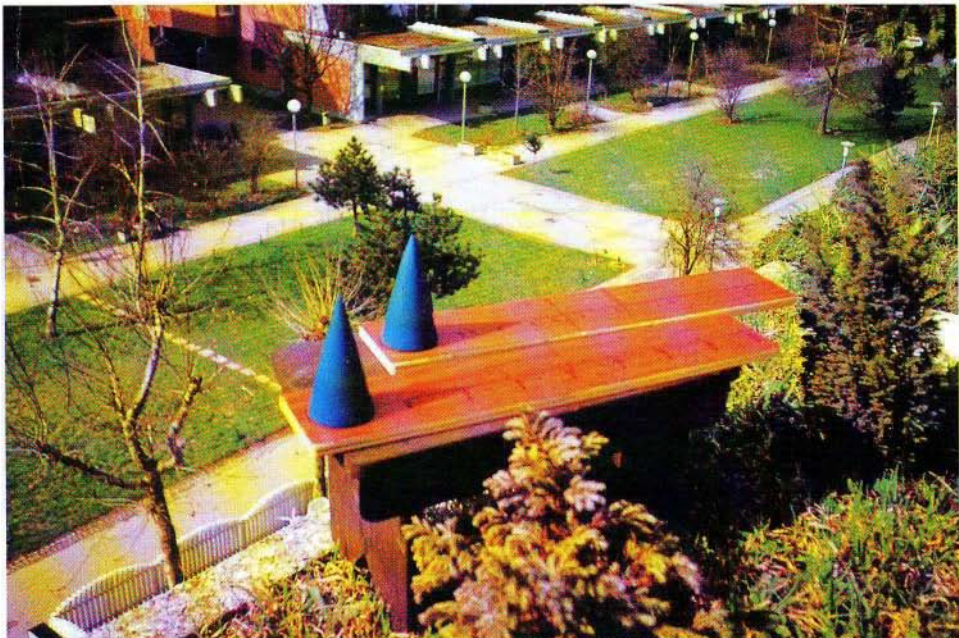
Takšne krivulje lahko opazujemo tudi na prostem, vendar je z opazovanjem kar nekaj dela. Namesto majhnega stožca vzamemo kol, preklo, drog. Sam sem opravil res veliko takšnih opazovanj (slika 7 na IV. strani ovitka). Prav zadovoljen sem bil, ko sem na koncu dobil odlično ujemanje teorije in prakse. Teoretična razglabljanja prekoračujejo raven tega prispevka, praktično delo pa je povsem preprosto. Poskusite se še vi kak sončen dan v letu spoprijeti s takšnim opazovanjem sence in dobiti zanimivo krivuljo, po kateri se po vodoravnih tleh premika vrh sence vašega stožca ali kakega drugega pokončnega predmeta.



Slika 5. Spreminjanje višinskega kota Sonca v Ljubljani dne 10. 4. 1997.



Slika 6. Spreminjanje opoldanskega višinskega kota med letom v Ljubljani.



Slika 2. Praktična uporaba sencomera – merjenje dolžine sence in višinskega kota Sonca.



Slika 7. Prikaz rezultatov mojega več kot enoletnega opazovanja sence navpične palice. Vrh sence, ki jo meče palica na vodoravna tla, se premika po hiperboli, ki je vsak dan drugačna. Od spomladanskega do jesenskega enakonočja so hiperbole vbočene (upognjene k palici), od jesenskega do spomladanskega enakonočja so izbočene, vmes – ob enakonočjih pa se izrodijo v premico.