

Vzemimo, da vse leto opazujemo senco od Sonca osvetljene navpične palice (gnomona) vsakega jasnega poldneva in da nas zanima, kakšno krivuljo na vodoravni ravnini popiše med letom vrh tako opazovane sence palice v kraju z določeno geografsko širino. Po enem letu opazovanj bomo izluščili krivuljo, ki je podobna ozki osmici. Ta krivulja se imenuje analema in je ena od naravnih krivulj.

Moji dve analemi

Marijan Prosen – Majo

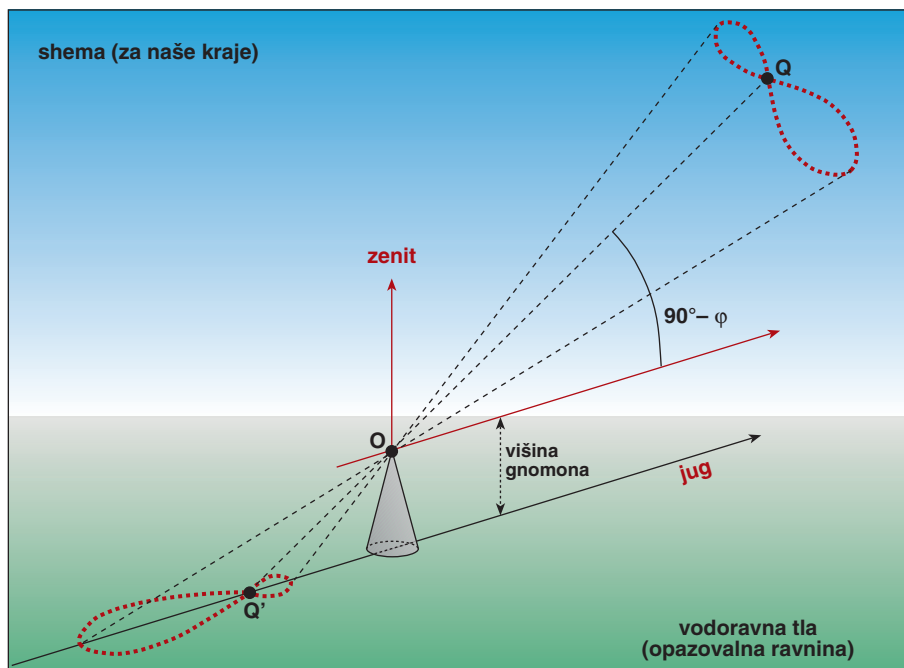
Analema ali letna osmica je krivulja, ki ima obliko ozke osmice z različno velikima ovaloma. Dobimo jo, če fotografiramo (rišemo) lege Sonca na nebu glede na presečišče Q nebesnega poldnevnika (krožnica na nebesni krogli skozi sever, zenit in jug) in nebesnega ekvatorja (krožnica na nebesni krogli skozi vzhod, točko Q in zahod) ob določenem (srednjem) času, na primer točno opoldne vsak dan.

Navpična razpotegnjenost analeme je posledica spreminjanja deklinacije Sonca (ena od nebesnih koordinat), ker je zemeljska vrtilna os nagnjena proti ravnini zemeljskega gibanja okrog Sonca, vodoravna razpotegnjenost pa je posledica tega, da se Zemlja giblje okrog Sonca po elipsi in ne po krožnici, zaradi česar pride do razlike med trajanjem pravega sončevega dne (čas med dvema zaporednima meridijanskima prehodoma pra-

Slika 1. Analema na nebu, ki so jo posneli iz Avstralije. Ta analema se razlikuje od analeme, dobljene v naših krajih. Razmislite, zakaj? (glej dalje). Prikazana slika je nastala tako, da so fotografirali Sonce vsak deseti dan ob 8. uri 30 minut. V nekaterih krajih pa analeme sploh ni mogoče opazovati. Kje že?



vega Sonca) in srednjega sončevega dne (slika 1). Analemo je mogoče dobiti tudi drugače (slika 2), vendar tipična za kak kraj na Zemlji je prikazana na sliki 1.



Slika 2. Shematični prikaz analeme – krivulje v obliki osmice na nebu. Če jo preslikamo preko vrha O navpične palice, dobimo analemo na vodoravnih tleh, kjer jo lahko raziskujemo. Točka Q , v kateri se sekata nebesni meridian in nebesni ekvator, leži natančno nad jugom (južiščem). Njen višinski kot je $(90^\circ - \varphi)$.

Za analemo sem seveda vedel že dolgo časa. Ker nisem želel ponoviti poskusov (opazovanj) drugih, sem razmišljal, kako bi drugače dobil analemo eksperimentalno, torej iz opazovanj. Razmišljal sem, da bi jo najbrže dobil s kakšno preslikavo preko določene točke na ploskev (ravnino). Odločil sem se, da naj bo ta točka vrh navpične palice (stožca), to je gnomona, ploskev pa vodoravna ravnina. Gre torej za klasično opazovanje sence, ki jo meče na vodoravna tla od Sonca osvetljen navpični predmet (glej članek *Senca gnomona*, Spika 2 (1994), str. 541). Z raziskovanjem sem začel sredi decembra 1997 in zaključil februarja 1999. Opazovanja so potrdila razmišljanja. Lahko rečem, da sem dobil odličen rezultat glede na to, s kako primitivnimi sredstvi (kol, količki, kladivo in neravna tla) sem opazoval. Poskušal sem najti tudi enačbo analeme. To mi za zdaj še ni povsem uspelo, našel pa sem zanimiv približek (enačbo krivulje četrte stopnje), ki kar dobro potrjuje opazovanja (skladanje teorije in prakse), a še ni za objavo. Problem obdelujem dalje in je vse bolj zanimiv.

POTEK MERITEV

Analema z neba se torej preslika na opazovalno – vodoravno ravnino preko vrha navpične palice, to je točke O . Vsak dan opoldne



Slika 3. Levo: Ena od dveh mojih "vodoravnih" analem, dobljena po opazovanju sence navpičnega kola na koščku zemlje, ki jo imam zelo rad. Opazovati sem začel sredi decembra 1997. Fotografirano dne 15. oktobra 1998, ko sem imel za sabo že tri četrtine opazovane analeme. Desno: Ista analema še v snegu – že ob zaključku opazovanj.

po krajevnem (pasovnem) času senca navpične palice ne pade natančno proti severu (na poldnevnicu), ampak nekoliko vstran. Palica je ves čas na istem mestu. Označimo konec opoldanske sence. Tega seveda ne delamo vsak dan, ampak na primer vsak deseti dan. Po letu dni opazovanj vse točke kon-

cev opoldanske sence povežemo. Tako dobimo preko točke *O* na vodoravno ravnino preslikano nebesno analemo. Seveda bi lahko dobili tudi analemo, ki jo preslikamo na (poljubno) navpično ravnino in celo neravno površje (pobočje grička, razgiban travnik).

Opazovanja sence, da dobimo analemo, so skrajno preprosta, vendar pa dolgotrajna. A treba je vztrajati in vztrajati – najmanj eno leto. Leto 1998 je bilo kot nalašč za takšno raziskovanje. Poleti je bilo veliko jasnih dni. Tako sem dobil kar dve lepi analemi (slika 3).

Graf analeme za različne zemljepisne širine, na primer za naše kraje ($\varphi = 45^\circ$) ali za kraje na ekvatorju ($\varphi = 0^\circ$) dobimo v raznih računalniških astro programih (slika 4). Seveda pa je analemo najlepše odkriti iz opazovanj v naravi. Kljub temu, da je to bolj zamudno opravilo, pa velika želja in raziskovalna strast premagata številne ovire.



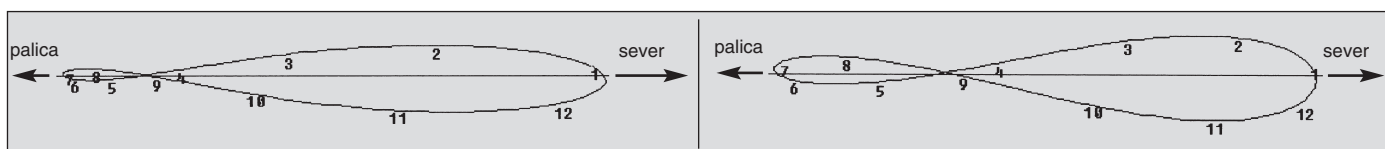
Opazovanje analeme ima tudi praktični pomen. Z analemo namreč lahko eksperimentalno ugotovimo, kolikšno napako (v kotnih stopinjah) naredimo, če se opoldan po krajevnem (srednjeevropskem) času orientiramo po Soncu ob misli, da tedaj leži Sonce natančno na jugu (kot se uči v šoli), tako da senca predmetov kaže natančno proti severu. To na splošno ne drži. V različnih dneh pride pri taki orientaciji do različno velike napake, z analemo pa ugotovimo največjo možno (mejno) napako (v naših krajih $\pm 6^\circ$, kar je veliko). Seveda si lahko pomagamo tudi s sliko 4, a lego podnožiča palice moramo ugotoviti sami. V navadnem življenju to ni toliko pomembno, pri natančni orientaciji pa je.



Slika 6. Takole lahko v obliki kota prikažemo napako pri orientaciji po opoldanskem soncu. Kraka kota sta letvici, ki izhajata iz podnožiča palice in sta tangenti na bližnji (manjši) oval analeme.



Slika 7. Prostor, kjer sem opazoval obe analemi, je nadvse preprost, a prijeten. Pomembno je, da nihče ne nagaja, da imamo mir, da nihče ne premika oziroma "popravlja" zakoličenih količkov.



Slika 4. Analema za naše kraje (levo) in analema za kraje na ekvatorju. S številkami so označeni začetki mesecev (iz astro programa).