

Senca ravne palice na ekvatorialni ravnini v krajih na ekvatorju, pri nas in na severnem polu

Dopolnitev in razširitev

O enačbi sence ravne palice na ekvatorialni ravnini¹ sem na tej spletni strani že pisal². Tokrat njeno vsebino nekoliko razširim in potek sence na ekvatorialni ravnini obravnavam v treh krajih na Zemlji, to je v krajih na Zemljinem ekvatorju, pri nas in na severnem Zemljinem polu. Na koncu se vprašam, če je bilo to res potrebno.

Ravno palico z dolžino a zapičimo pod pravim kotom (90°) v ekvatorialno ravnino tako, da je usmerjena proti severnemu nebesnemu polu. Predstavljati si moramo prostorski pravokotni koordinatni sistem, ki ima koordinatno izhodišče v vrhu palice. Pozitivna smer osi x je usmerjena vzdolž ekvatorialne ravnine proti severu, pozitivna smer osi y proti zahodu, pozitivna smer osi z pa proti severnemu nebesnemu polu. Z grško črko δ označimo deklinacijo Sonca določenega dne v letu. Tako izpeljemo enačbo sence ravne palice na ekvatorialni ravnini, to je enačbo krivulje, po kateri se podnevi premika konec sence od Sonca osvetljene ravne palice na ekvatorialni ravnini.

Krivulja, ki jo določenega dne (δ) v letu popiše konec sence v severni nebesni pol usmerjene palice na ekvatorialni ravnini ima enačbo:

$$x^2 + y^2 = a^2 / \operatorname{tg}^2 \delta.$$

To je enačba krožnice z radijem (ki je hkrati tudi dolžina sence palice določenega dne) $R = a / \operatorname{tg} \delta$ in ob enakonočjih ($\delta = 0$) ni opredeljen, saj gre R v neskončnost, in to za vse geografske širine na Zemlji. Na ekvatorialni ravnini je namreč tega dne pot konca sence palice neopredeljena (je ni). Jeseni in pozimi senca palice sploh ne pade na ekvatorialno ravnino, saj se Sonce giblje pod to ravnino. Spomladi in poleti se konec sence palice giblje po krožnicah, od katerih doseže R minimum ob poletnem Sončevem obratu, ko je $R = a / \operatorname{tg} 23,5^\circ \approx 2,3 a$. Tega dne je torej radij krožnice (dolžina sence palice) najmanjši, ostale dni pa je večji in se veča vse do neopredeljenosti ob enakonočjih.

Obravnavajmo zdaj enačbo sence najprej v kraju na Zemljinem ekvatorju, nato pri nas in na koncu še na Zemljinem polu.

¹ Ekvatorialna ravnina je ravnina, ki je za kot ($90^\circ - \varphi$) naklonjena k vodoravni ravnini, kjer φ pomeni geografsko širino kraja. V spisu se omejimo na severno Zemljino poluto.

² Izpeljava enačbe sence na ekvatorialni ravnini je v spisu *Moja izpeljava enačbe sence*, Spletna stran Knjižnice A. T. Linhart, Domožnanstvo.

1. Enačba sence na ekvatorialni ravnini v kraju na Zemljinem ekvatorju ($\varphi = 0$) ima enačbo $x^2 + y^2 = a^2/\text{tg}^2 \delta$. V tem primeru je ekvatorialna ravnina navpična, palica pa je vodoravna in gleda proti severnemu nebesnemu polu. Krivulje so krožnicer z radijem $R = a/\text{tg} \delta$. Senca je vidna le od spomladanskega do jesenskega enakonočja (spomlad in poletje), ob enakonočju ($\delta = 0$) pa je neopredeljena. Jeseni in pozimi senca ni vidna, saj se Sonce giblje pod ekvatorialno ravnino in senca palice ne pade na njo.

2. Enačba sence na ekvatorialni ravnini v naših krajih (recimo $\varphi = 45^\circ$) ima tudi obliko $x^2 + y^2 = a^2/\text{tg}^2 \delta$. Ekvatorialna ravnina je naklonjena za 45° k vodoravni ravnini. Palica je tudi za 45° naklo-njena proti vodoravni ravnini, vendar v nasprotno smer, saj gleda v severni nebesni pol. Vse ostalo razmišljanje velja enako kot v prvem primeru.

3. Enačba sence na ekvatorialni ravnini na severnem Zemlji-nem polu je prav tako $x^2 + y^2 = a^2/\text{tg}^2 \delta$. Ekvatorialna ravnina je vodoravna ravnina, palica pa je navpična, saj je usmerjena proti severnemu polu. Senca je vidna le pol leta, od spomladanskega do jesenskega enakonočja (pomlad in poletje), ob enakonočjih pa neopredeljena. Vse ostalo spet velja enako kot v prvih dveh primerih.

V vseh treh primerih, to je v vseh krajih na severni Zemljini poluti, velja enako: senco palice lahko opazujemo na ekvatorialni ravnini v istem času, to je le od spomladanskega do jesenskega enakonočja, razen ob enakonočjih, ko je dolžina sence neopredeljena. To spoznanje razvidimo kar iz same enačbe krožnice, v kateri ne nastopa geografska širina kraja φ . Opazovanje sence na ekvatorialni ravnini je torej neodvisno od geografske širine φ . V vseh krajih v istem dnevu leta dobimo enako krožnico.

Tako sploh ne bi bilo treba raziskovati poteka te sence za vse tri primere posebej. Enačbo sence moramo jasno razumeti in pravilno pojasniti. Za razlago torej potrebujemo eno vrstico.

Navedli smo teoretično izpeljano enačbo sence oziroma krivuljo, ki je krožnica. To lahko narišemo, saj poznamo njen radij. Lahko pa senco od Sonca osvetljene in v severni nebesni pol usmerjene palice na ekvatorialni ravnini tudi opazujemo in tako teoretično krivuljo primerjamo z opazovano.

Sam sem to naredil. Ugotovil sem, da se teorija ujema s prakso. Poskusite senco palice na ekvatorialni ravnini opazovati tudi vi. Zadostuje en sam spomladanski ali poletni dan.

Kranj, 5. april 2018

Majo Prosen

Literatura:

M. Prosen, *Ukvarjanje s senco*, Presekova knjižnica 39, DMFAS, Ljubljana 2003 in vsa tam citirana literatura.