

OPAŽANJE SUNCA METODOM PROJEKCIJE

Priredio: dr.sc. Željko Andreić

Cilj vježbe

naučiti opažati Sunce metodom projekcije, uočiti gibanje Sunčevih pjega i iz izrađenih crteža odrediti položaj Sunčeve osi i period Sunčeve rotacije.

Trajanje vježbe

10-14 dana, oko 1 sat dnevno

Potreban pribor

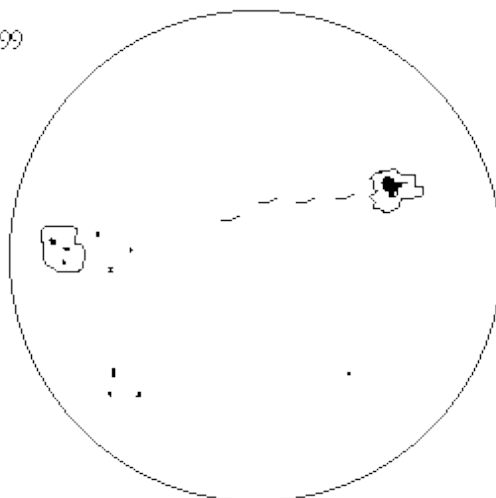
dvogled ili mali teleskop na azimutalnoj ili paralaktičkoj montaži sa zaslonom za projekciju Sunca vježbu je izradila i kao radnju za natjecanje iz astronomije za školsku godinu 1998/99. izložila Doroteja Andreić, 5r. Osnovne škole Nikole Hribara, Ruđera Boškovića bb, Velika Gorica, a opis vježbe koji slijedi prilagođeni je tekst te radnje.

Kako se promatra Sunce?

Prije samog opažanja potrebno je prirediti formulare za crtanje Sunca. Najbolje je u tu svrhu uzeti malo čvršći bijeli papir (npr. blok za skiciranje) veličine oko A5 (150x210 mm). U sredini papira nacrtamo kružnicu koja pretstavlja disk Sunca. Ova kružnica mora uvijek biti istog promjera, npr. 8 cm. Zatim se taj formular metne na zaslon za projekciju, koji je pričvršćen na teleskopu. Teleskopom se nađe Sunce a zaslon se podese tako da slika Sunca točno stane u nacrtanu kružnicu. Ako teleskop nema praćenje, mora se stalno ručno pomicati da bi Sunce ostalo u tom krugu, pri čemu je dobro imati pomoćnika (mentor ili drugi učenik). Olovkom se na papir ucrtta položaj i oblik pjega koje su tog trena vidljive na Sunčevu disku. Kad se pjege precrtaju, pusti se da slika Sunca sama putuje po papiru. Kad se Sunce malo pomaklo, put jedne pjege koju smo izabrali, označi se tankim isprekidanim crticama. One su slika puta Sunca po nebeskom svodu. Na našem crtežu nam određuju smjer istok – zapad. Pokraj slike Sunca zapišemo datum i vrijeme opažanja.

datum: 1.1.1999

vrijeme: 8:00



Slika 1: primjer crteža Sunca

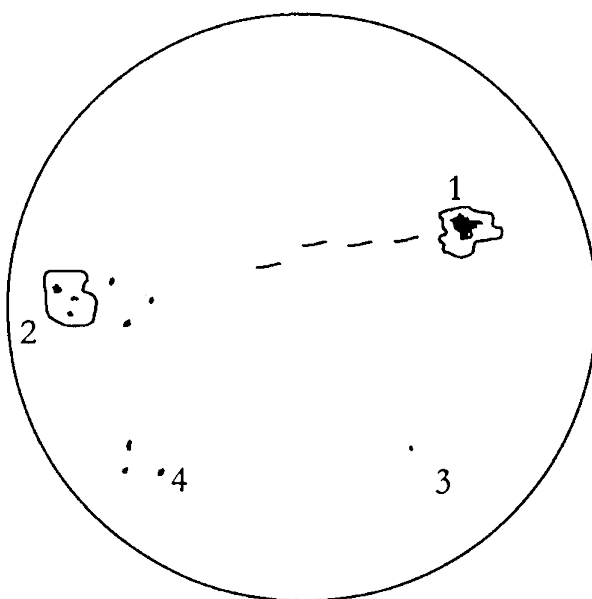
Određivanje Wolfvog broja

Wolfvog broj je dobio ime po švicarskom astronomu Rudolfu Wolfu (1816-1893). On je 1848 počeo redovito brojiti Sunčeve pjega, a 1850 napisao je formulu za Wolfvog broj. Teleskop refraktor s kojim je redovito crtao Sunce imao je otvor od 80 mm i još i danas služi kao osnovni instrument za određivanje Wolfvog broja. Wolfvog broj računa se po formuli

$$w = k \cdot (10 \cdot g + n)$$

Tu je w - Wolfvog broj, k - opažačka konstanta, g - broj grupa pjega i n - ukupni broj pjega. Pri tom se svaka usamljena pjega broji kao i jedna grupa. Opažačka konstanta k koristi se kod uspoređivanja opažanja jednog opažača sa opažanjima drugih opažača. U slučaju kad sva opažanja radi isti opažatelj uzima se $k=1$, pa se formula pojednostavi na

$$w = 10 \cdot g + n$$



Slika 2. primjer određivanja Wolfvog broja sa crteža Sunca. Na slici su 4 grupe pjega u kojima ukupno ima 11 pjega. Pri tome se usamljena pjega broji i kao jedna grupa. Wolfvog broj za ovu sliku je dakle $W=10 \cdot 4+11=51$.

Rezultati opažanja

Sunce treba opažati svakodnevno, barem 7 do 10 dana za redom da bi se dobilo dovoljno crteža za daljnu obadu. Sa svake slike odredi se Wolfvog broj koji se može prikazati tabelarno ili grafički. Slijedi primjer iz izrađene vježbe:

Primjer 1: tabelarni prikaz Wolfvog broja

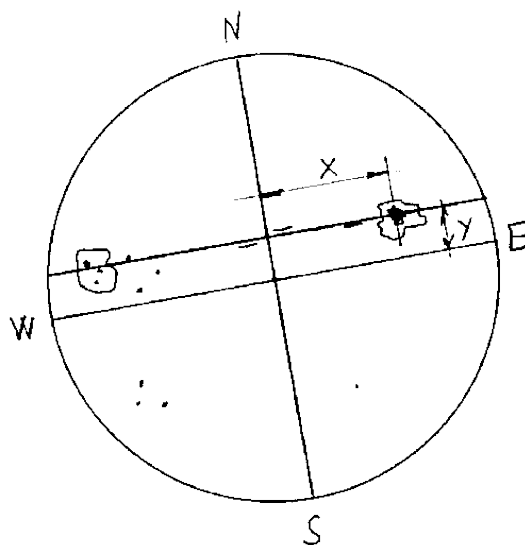
Ja sam promatrala Sunce tokom 8. mjeseca 1998. godine. Ukupno sam napravila 13 crteža. Iz njih sam prvo odredila broj pjega i broj grupa pjega za svaki dan opažanja. Iz tih podataka sam izračunala Wolfvog broj. Ovi podaci prikazani su u tablici 1.

Datum	vrijeme	g	n	W
3.08.98	17h 27m	3	6	36
8.08.98	8h 16m	3	13	43
9.08.98	8h 53 h	6	18	78
11.08.98	10h 16m	4	10	50
12.08.98	5h 17m	5	16	66
13.08.98	9h 30m	4	13	53
14.08.98	10h 45m	4	8	48
15.08.98	12h 33m	4	8	48
18.08.98	11h 0m	5	6	56
21.08.98	12h 30m	5	9	59
23.08.98	5h 21m	4	13	53
26.08.98	14h 38m	2	8	28
14.09.98	6h 13m	7	12	82

Tablica 1. rezultati opažanja dobiveni sa crteža Sunca. g je broj grupa pjega, n je broj pjega u grupi a W je Wolfov broj. Srednja vrijednost Wolfovog broja za vrijeme opažanja je 54.

Određivanje položaja osi Sunca

Nakon što smo odredili Wolfov broj, Odaberemo nekoliko pjega koje su vidljive na najvećem broju crteža. Odabrane crteže dodatno ćemo obraditi. Prvo kroz središte diska Sunca uz pomoć trokuta povučemo paralelu sa dnevnim putem Sunca po nebeskom svodu koji smo već kod crtanja označili na crtežu. Točke u kojima ta paralela sječe rub Sunca označavaju istočnu i zapadnu točku Sunčevog diska. Na taj način je naš crtež orijentiran. Zatim kroz središte slike povučemo okomicu na smjer istok –zapad. Ovisno o tipu teleskopa, tu će nam možda zatrebati savjet mentora jer neki teleskopi okreću sliku naopako (npr. refraktori), a neki samo zamjenjuju lijevu i desnu stranu slike (npr. refraktor sa zenit-prizmom). Ta okomica označava smjer sjever-jug. Na kraju na svakoj slici izmjerimo položaj odabranih pjega prema tim linijama. Postupak je zorno prikazan na slici 3.



Slika 3. postupak mjerenja položaja pjega na slici Sunca.

Položaj pjega na slici Sunca određen je sa dva broja, x i y , koji se zovu koordinate. Koordinate izrazimo u mm, x -os je smjer istok-zapad a y -os sa smjerno sjever-jug. Osi se sjeku u središtu slike Sunca. To sjecište naziva se ishodište koordinatnog sustava. Da izbjegnemo upotrebu negativnih brojeva, možemo koristiti oznake istočno (E) i zapadno (W) od y -osi za x -koordinatu, odnosno sjeverno (N) ili južno (S) od x -osi za y -koordinatu.

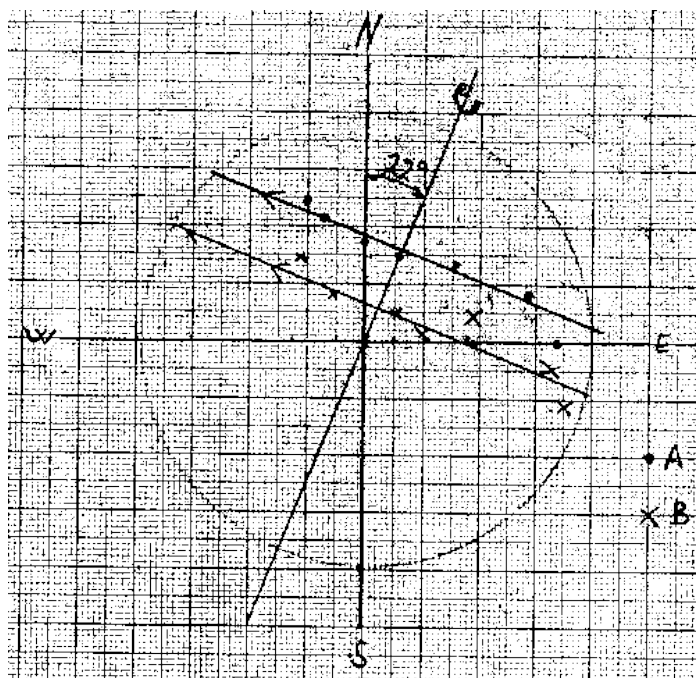
Primjer 2: tabelarni prikaz izmjerenih koordinata pjega. Koordinate su izražene u mm, pri čemu je ishodište koordinatnog sustava bilo u središtu crteža Sunca, a osi paralelne sa osnovnim smjerovima na nebeskom svodu.

datum	pjega A		pjega B	
	x	y	x	y
08.08.98	34 E	0	35 E	11 S
09.08.98	28 E	9 N	33 E	4 S
11.08.98	15 E	14 N	18 E	4 N
12.08.98	6 E	15 N	10 E	1 N
13.08.98	0	18 N	5 E	6 N
14.08.98	8 W	22 N	5 W	8 N
15.08.98	10 W	24 N	13 W	14 N
18.08.98	-	-	31 W	18 N

Tablica 2. položaji odabranih dvaju pjega određeni sa crteža Sunca.

Kad smo tako izmjerili koordinate pjega za sve dane opažanja nacrtamo ih na jednu zajedničku sliku. Ta slika nam pokazuje kako pjege putuju po disku Sunca i zorno pokazuje da se Sunce vrti oko svoje osi. Spajanjem ucrtanih položaja pjega dobivamo smjer u kojem se ta rotacija odvija. Zbog pogrešaka u crtanju položaji pjega ne padaju točno na isti pravac, pa trokutom povučemo crtu koja prolazi najbliže ucrtanim položajima. Okomica na tu crtu koja prolazi kroz središte Sunca je Sunčeva os, a smjer gibanja pjega po disku Sunca pokazuje u kojem smjeru se vrtnja odvija. Sve ovo prikazano je na slici 4.

Na kraju na slici 4 kutomjerom izmjerimo kut između Sunčeve osi i smjera sjever-jug. Dobili smo tzv. pozicioni kut Sunčeve osi. To je kut pod kojim u trenutku opažanja stoji Sunčeva os mjereno prema smjeru sjever-jug. Taj se kut kroz godinu mijenja, pa zbog dužine opažanja nećemo dobiti točno njegovu tabličnu vrijednost, no to nije toliko važno.



Slika 4. Ucertavanjem koordinata odabranih pjega za sve dane opažanja na istu sliku, dobivamo prikaz puta tih pjega po disku Sunca. Iz njega odredimo smer rotacije Sunca i položaj osi oko koje se Sunce okreće.

Određivanje brzine rotacije Sunca

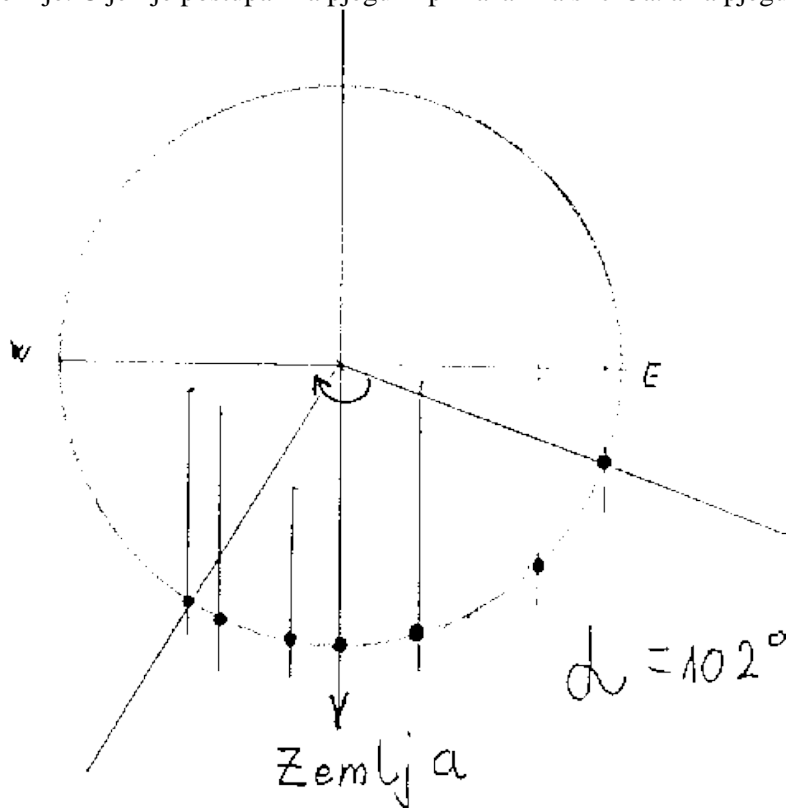
Zamislamo si na kraju još da Sunce možemo vidjeti iz smjera njegove osi. Tada bismo vidjeli da pjege putuju po kružnici čije središte se nalazi na osi Sunca. Polumjer te kružnice je udaljenost od osi do ruba Sunčevog diska, mjereno po putu pjege preko diska Sunca. Taj put smo već nacrtali na slici 4. Tu kružnicu možemo dakle lako nacrtati. Položaj pjege na toj kružnici u trenutku opažanja dobijemo ako na slici 4 izmjerimo koliko je ta pjege udaljena od osi Sunca.

Primjer 3: Izmjereni položaji odabranih pjega za određivanje perioda rotacije Sunca, prema postupku opisanom kod slike 4.

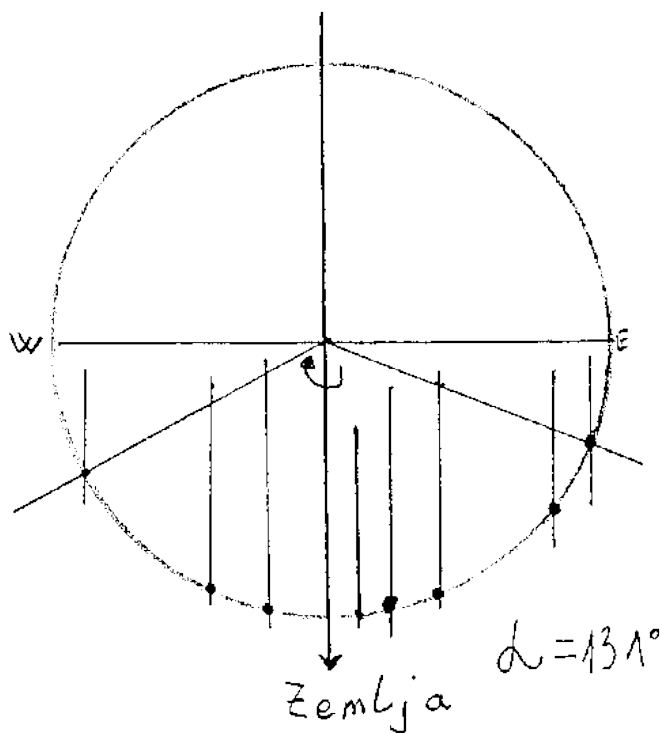
<i>datum</i>	<i>pjege A</i>	<i>pjege B</i>
08.08.98	32 E	37 E
09.08.98	24 E	32 E
11.08.98	10 E	16 E
12.08.98	0	9 E
13.08.98	6 W	3 E
14.08.98	15 W	8 W
15.08.98	19 W	16 W
18.08.98	--	35 W
R	36 mm	39 mm

Tablica 3. Položaj odabranih dvaju pjega (pjege A i pjege B) prema osi rotacije Sunca, određen sa slike 4.

Ucrtamo li tako izmjerene položaje pjege za pojedine dane na kružnicu po kojoj ona putuje po osi Sunca, možemo kutomjerom izmjeriti za koji kut se Sunce okrenulo u vremenu u kojem smo ga opažali. Iz tog kuta na kraju izračunamo koliko je Suncu potrebno da se jednom okrene oko svoje osi, gledano sa Zemlje. Cijeli je postupak za pjegu A prikazan na slici 5a. a za pjegu B na slici 5b.



Slika 5a: određivanje kuta zaokreta za pjegu A iz tablice 3.



Slika 5b: određivanje kuta zaokreta za pjegu B iz tablice 3.

Primjer 5: period rotacije Sunca određen iz crteža Sunca opisanim postupkom

	pjega A	pjega B
prevaljeni kut	102°	131°
vrijeme	7,2 dana	10,1 dan
period rotacije	25,4 dana	27,8 dana

Tablica 4. period rotacije Sunca izračunat uz pomoć slika 5 a i 5 b. Srednja vrijednost perioda rotacije je 26,6 dana.

Napomena mentorima

ovaj pojednostavljeni postupak određivanja perioda rotacije Sunca pretpostavlja da se Sunčeva os nalazi u ravnini nebeskog svoda, što nije sasvim točno, no kako se Sunčeva os od te ravnine u toku godine otklanja za samo nekoliko stupnjeva, taj nagib se u ovako jednostavnom postupku može zanemariti. Težište vježbe je na geometrijskim konstrukcijama koje lako i učeniku razumljivo objašnjavaju postupak obrade opažanja Sunca, bez potrebe za složenim trigonometrijskim formulama koje zahtijeva analitički pristup. Kod nižih razreda može se zaustaviti samo na određivanju Wolfvog broja, ili utvrđivanju činjenice da se pjege miču po Sunčevom disku.

Originalni zaključak iz radnje za natjecanje (Doroteja Andreić, O.Š. N. Hribara, Velika Gorica, 5. r, šk. god. 1998/99)

Bilo je zabavno crtati Sunce. Crteži bi bili još bolji a crtanje lakše da je teleskop mogao pratiti Sunce. No i ovako sam uvježbala crtanje Sunca i naučila kako se računa Wolfvog broj. Odredila sam i položaj osi Sunca - 22° od sjevera prema istoku. Iz koordinata pjega odredila sam period rotacije Sunca: 26,6 dana. U astronomskom godišnjaku sam našla da je stvarni nagib osi bio 16°, a period rotacije je 27,3 dana. Pogreške nisu velike i potječu uglavnom od toga da smo kod crtanja Sunce morali pratiti ručnim pomicanjem teleskopa.

Popis literature

1. Naša zvijezda Sunce, Bolid 43-45, Zvezdarnica Zagreb, 1990
2. Mali astronomski godišnjak za odgovarajuću godinu., Bolid, Zvezdarnica Zagreb