

OPAŽANJE FOTOSFERE SUNCA

Realizirali: Dubravko Jakovljević, Roman Divjak, Nino Špoljar, Kristina Rojnica,
Goran Macut, Martina Augušanec, Luka Božić i Marina Paić

Opis vježbe

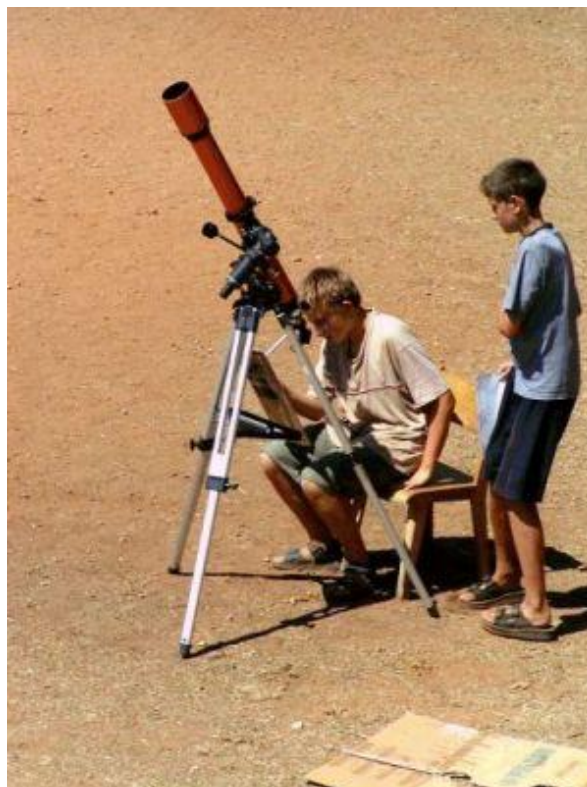
u ovoj vježbi opažali smo Sunce metodom projekcije, te iz dobivenih crteža i slika sa Interneta napravili klasifikaciju grupa pjega, odredili Wolfov broj i njegovu promjenu u vremenu, te uočili gibanje pjega i promjenu njihovog oblika zbog rotacije Sunca (odredili Wilsonov efekt).

Oprema

dvogled ili mali teleskop na azimutalnoj ili paralaktičkoj montaži sa zaslonom za projekciju slike Sunca.

Prvi dio - promatranje fotosfere i mapiranje Sunčevih pjega

Fotosfera ili svijetleća sfera je sloj Sunčeve atmosfere, debljine oko 400 km iz kojeg primamo većinu Sunčeve svjetlosti. Fotosfera Sunca nije jednolika i nepromjenljiva. Glavi izgled fotosferi Sunca daju područja jakih magnetskih polja u kojima se odvijaju burne aktivnosti. Pomoću metode projekcije mi smo pratili najdulje poznat oblik Sunčeve aktivnosti - Sunčeve pjege. Za opažanje Sunca koristili smo teleskop Konus/refraktor žarišne duljine $f=1000$ mm i promjera objektiva $d=80$ mm (slika 1a.). Prije svakog opažanja priredili smo formulare za crtanje Sunca (slika 1b.).



Slika 1a. Prikaz teleskopa kojim smo motrili Sunce.

Ispod teleskopa montiran je zaslon na kojem je projicirana slika Sunca.

Mjerenje Sunca:

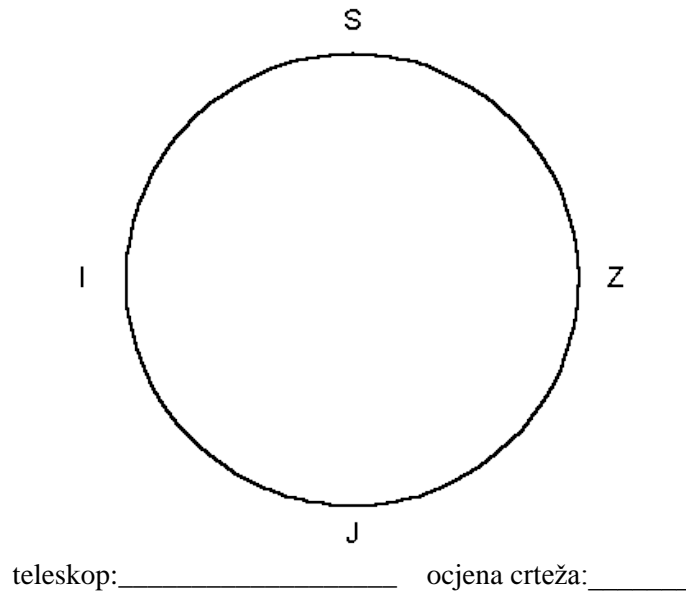
Opažač: _____

datum: _____

P = _____

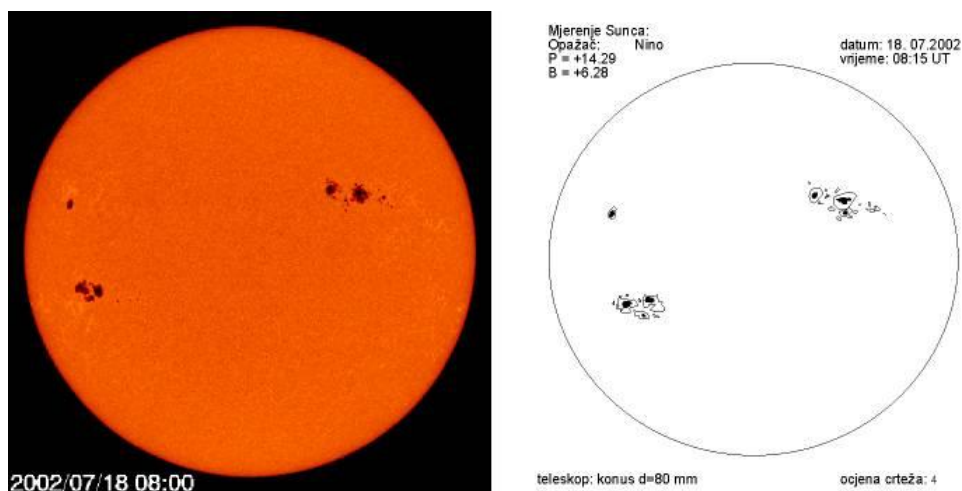
vrijeme: _____

B = _____



Slika 1b. Primjer formulara za crtanje Sunca

Kružnica je promjera oko 15 cm, kao i projicirana slika Sunca koju smo dobili na zaslonu. Olovkom smo na papiru ucrtavali položaj i oblik pjega koje su u trenutku mjerenja bile vidljive na Sunčevoj ploči. Opažanja Sunca provodili smo svaki dan od 17. srpnja do 24. srpnja 2002. u vremenu od 10:00 do 14:00 UT. Za kontrolu naših crteža koristili smo slike Sunca s Interneta (stranice SOHO satelita <http://sohowww.nascon.nas.gov/data/realtime-images.html>). Pazili smo da vrijeme našeg opažanja bude isto kao i vrijeme na slikama s Interneta.



Slika 2. Usporedba crteža (desno) kojeg smo napravili sa snimkom Sunca (lijevo) s Internet stranica satelita SOHO.

Drugi dio - klasifikacija Sunčevih pjega

Na crtežima i slikama s Interneta klasificirali smo pjege pomoću McIntos klasifikacije. McIntos klasifikacija Sunčevih pjega sastoji se od tri slova. Prvo slovo, definirano je Zürich-škom klasifikacijom (slika 3.). Drugo slovo opisuje najveću pjegu u grupi, te treće, opisuje raspodjelu pjega unutar grupe (slika 4.). Rezultat ovakve klasifikacije je 60 različitih klasa grupa Sunčevih pjega..

I. prva slovo: F E D C H B A

II. drugo slovo: h k s a r x

III. treće slovo: c i o x

1) Prvo navedeno slovo:

A mala osamljena (unipolarna) pjega ili skupina malih pjega.

B veća bipolarna skupina malih pjega bez penumbri (bez ograničenja na veličinu skupine).

C bipolarna skupina malih ili srednje velikih pjega s penumbrom između kojih su raspoređene male pjege. Grupa C postaje usporediva sa grupom D kada penumbra dostigne 5 stupnjeva u longitudinalnoj širini. Za grupu C ne postoji gornje ograničenje za veličinu.

D Bipolarna skupina dviju ili triju malih pjega s penumbrom, a koje su spojene malim pjegama. Veličina ne prelazi više od 10 stupnjeva heliografske longitude.

E velika bipolarna skupina nekoliko srednje velikih do velikih pjega s penumbrama u kojima ima mnogo malih pjega. Dimenzija po heliografskoj longitudi između 10 - 15 stupnjeva.

F vrlo velika bipolarna skupina s nepravilnim pjegama koje imaju penumbru i vrlo mnogo malih pjega. To je najrazvijeniji stupanj. Dimenzije po longitudi su oko 15 heliografskih stupnjeva.

G prvi stupanj raspadanja pjega. Dvije velike pjege s penumbrom u bipolarnoj raspodjeli bez malih pora između njih. Veličine po longitudi su oko 10 stupnjeva.

H srednja ili velika pjega s penumbrom s malim brojem malih pjega u neposrednoj blizini, ili zbijena skupina malih ili srednje velikih pjega s penumbrom koje su nastale dijeljenjem velike pjege. Principijelno pjega postaje usporediva sa grupom D kada penumbra dostiže veličinu veću 5 stupnjeva longitudinalno.

J mala pravilna pjega s penumbrom ili mala pjega u raspadu (unipolarna).

2) Drugo navedeno slovo: penumbra: najveća pjega.

x pjega bez penumbre.. Širina "gray" područja koje okružuje pjegu mora biti veće od 3 arci sekunde da bi se klasificiralo kao penumbra.

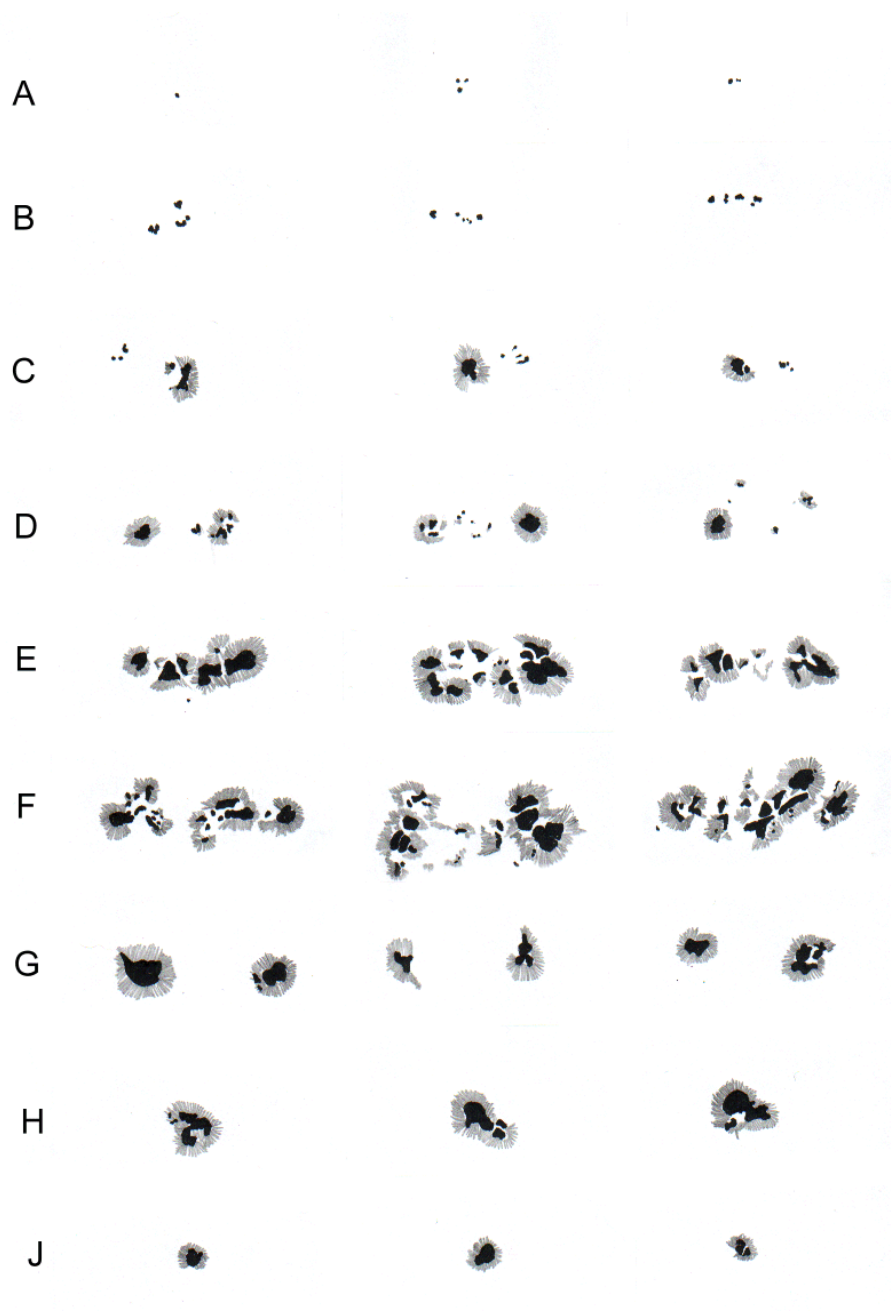
r penumbra je nepravilnog oblika. Ona je obično nepotpuna, vanjski rub je nepravilan, uska oko 3 arci sekunde, svjetlija nego normalna penumbra i ima pjegastu ili granularnu finu strukturu. Nerazvijena penumbra predstavlja prijelaz između fotosferske granulacije i filamentalne penumbra.

s simetrična, skoro kružna penumbra, filamentalna penumbra a pjega ne prelazi veličinu od 2,5 stupnja. Umbra je kompaktna cjelina blizu centra penumbre. Također eliptična penumbra je simetrična oko umbre. Pjega sa simetričnom penumbrom se mijenja jako sporo.

a asimetrična ili kompleksna penumbra je nepravilna ruba ili jasno rastegnuta (ne kružna) sa dvije ili više razbitih umbri. Primjer na slici je između «s» i «a». Asimetrične pjege obično se mijenjaju iz dana u dan.

h dugačka simetrična penumbra dijametra većeg od 2,5 heliografska stupnja. Obično ima iste karakteristike kao i «s» penumbra.

k velika simetrična penumbra sa dijametrom većim od 2,5 heliografskih stupnjeva. Obično ima iste karakteristike kao i «a» penumbra. Kada longitudinalna širina penumbre dostigne 5 stupnjeva, skoro je sigurno da su oba magnetska polariteta prisutna unutar penumbre i imaju klasifikaciju Dkc, Ekc ili Fkc.



Slika 3. Zürich-ška klasifikacija

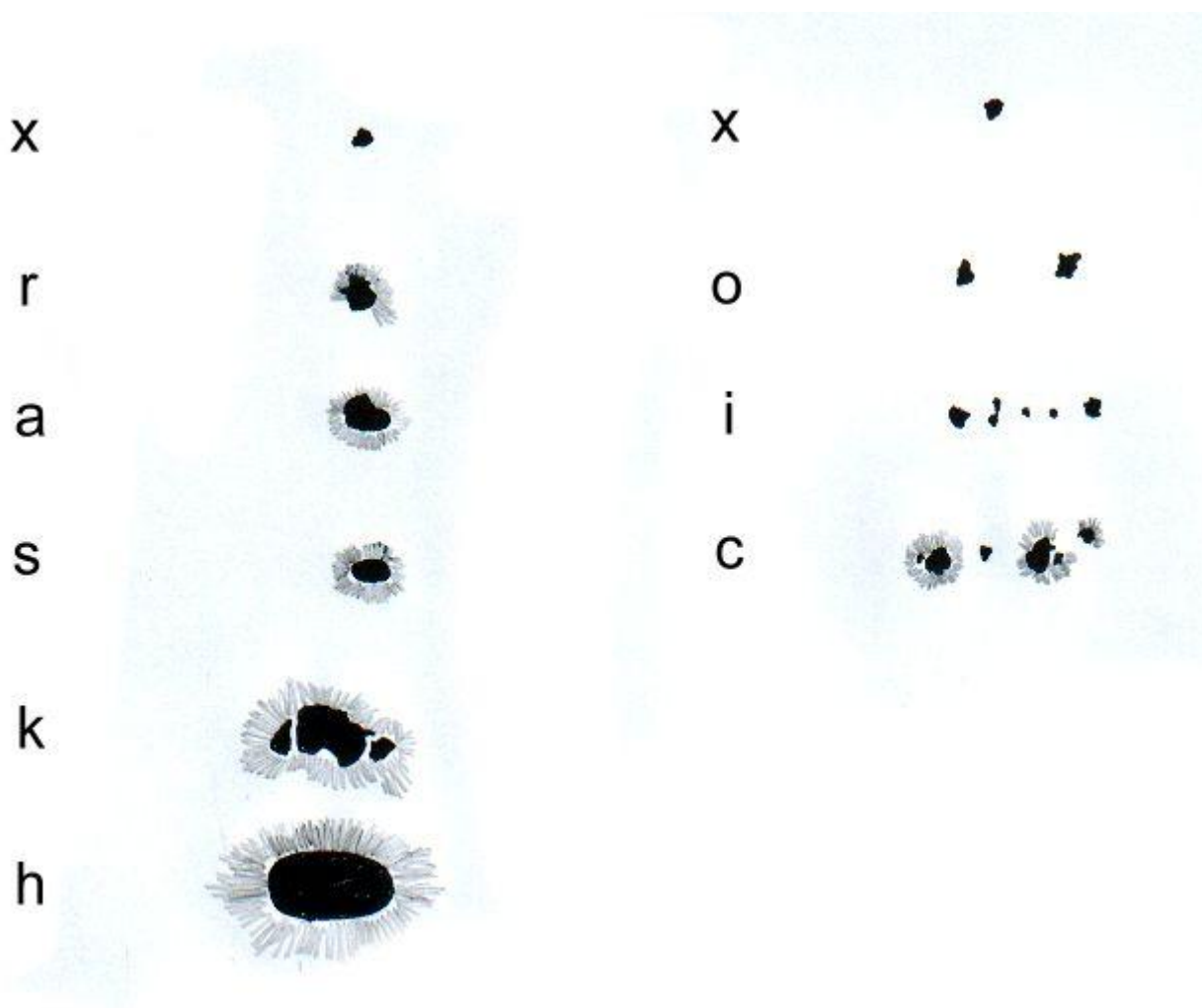
3) Treće navedeno slovo: distribucija pjega

x usamljena pjega

o otvorena raspodjela pjega. Između vodilje i pratilje grupe nalaze se pjege raspoređene tako da je grupa podijeljena u dva magnetska polariteta. Otvorena raspodjela daje slab gradijent magnetskog polja preko linije promjene polariteta (neutralne linije).

i među raspodjela pjega. Neke pjege leže između vodilje i pratilje grupe, ali nijedna ne posjeduje penumbro.

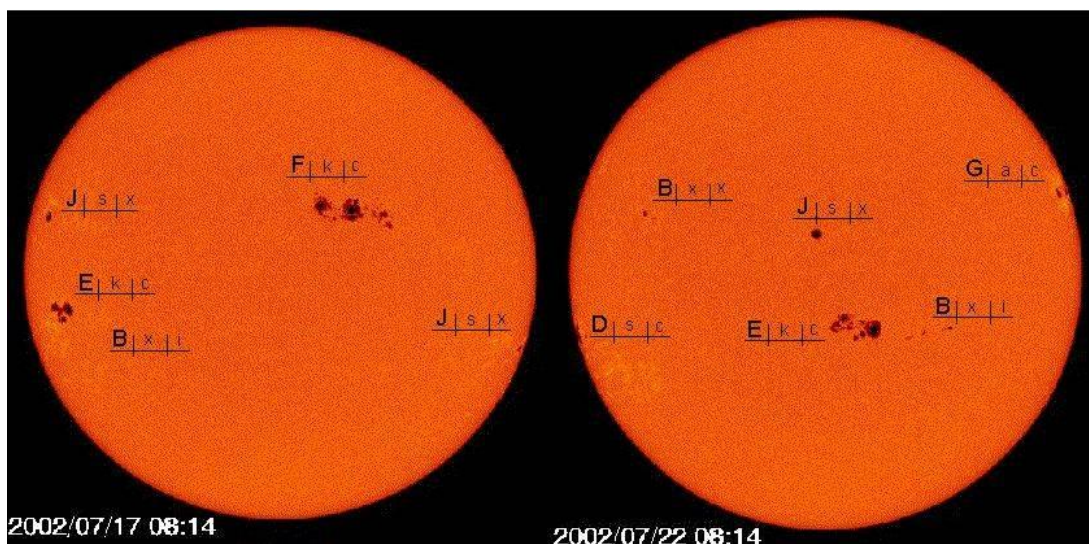
c kompaktna raspodjela pjega. područje između vodilje i pratilje grupe razbijeno je u kontinuirano područje penumbre. Kompaktna raspodjela pjega daje relativno strm gradijent magnetskog polja preko linije promjene polariteta (neutralne linije).



Slika 4. Klasifikacija prema najvećoj pjegi i raspodijeli pjega

Rezultate naše klasifikacije prikazali smo na slici 5. za grupe pjega koje smo vidjeli od 19.07.2002. do 22.07.2002. godine. Na slici smo uspjeli razlučiti 6 grupe pjega koje smo klasificirali kao:

- Jsx - koja se mogla vidjeti samo 19. VII dok je već sljedeće dana nismo mogli pratiti jer je zašla iza Sunčeve ploče
- grupa Fkc koja se u toku praćenja razvila u Gac grupu
- grupa Ekc
- grupa Bxi
- usamljena pjega Jsx koja se nalazila cijelo vrijeme na ploči Sunca
- grupa Dsx koja se pojavila na jugo-istočnom rubu Sunca 22.VII



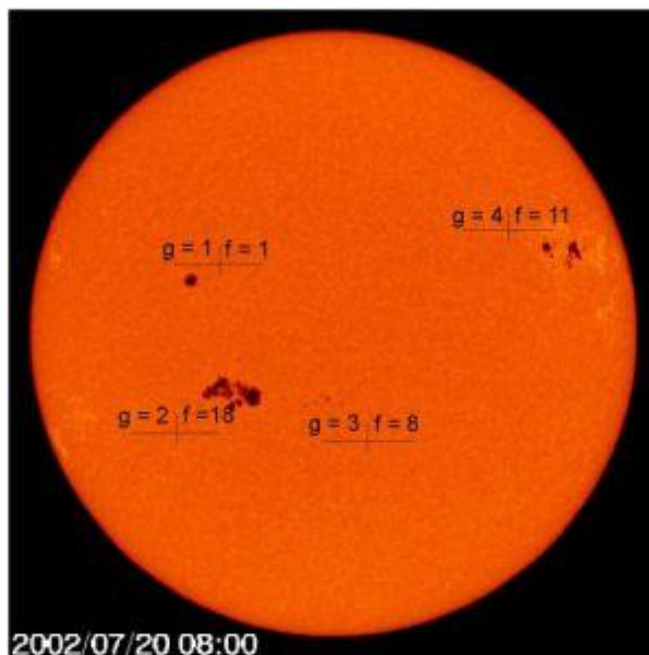
Slika 5. Klasifikacija Sunčevih pjega. Lijeva slika predstavlja sliku Sunca na dan kada smo započeli naša opažanja, dok se desna odnosi na posljednji dan opažanja. Vrijeme opažanja je 8h i 14 min po svjetskom vremenu (UT).

Treći dio - Wolfov broj i Wilsonov efekt

Na crtežima koje smo sami napravili i na slikama sa Interneta odredili smo Wolfov broj prema formuli $R = 10 * g + f$, gdje je g - broj grupa pjega, a f - ukupan broj pjega. Dobiveni rezultati prikazani su u tablici 1.

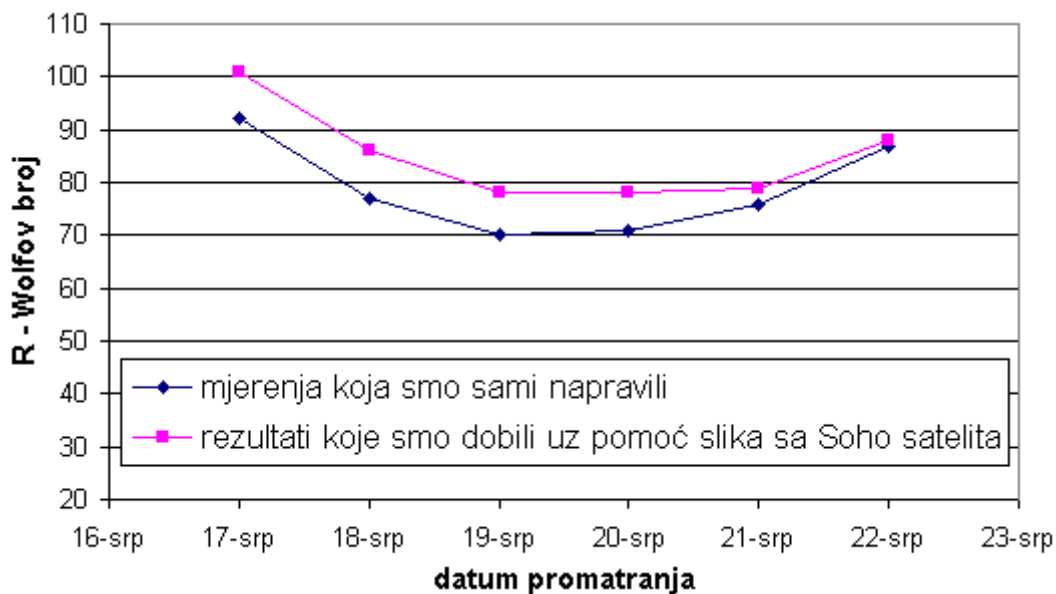
Tablica 1.

mjerjenja koja smo sami napravili						
datum	17.VII	18.VII	19.VII	20.VII	21.VII	22.VII
g - broj grupa	5	4	4	4	5	6
f - ukupan broj pjega na Suncu	42	37	30	31	26	27
R - Wolfov broj	92	77	70	71	76	87
rezultati koje smo dobili uz pomoć slika sa Soho satelita						
datum	17.VII	18.VII	19.VII	20.VII	21.VII	22.VII
g - broj grupa	5	4	4	4	5	6
f - ukupan broj pjega na Suncu	51	46	38	38	29	28
R - Wolfov broj	101	86	78	78	79	88



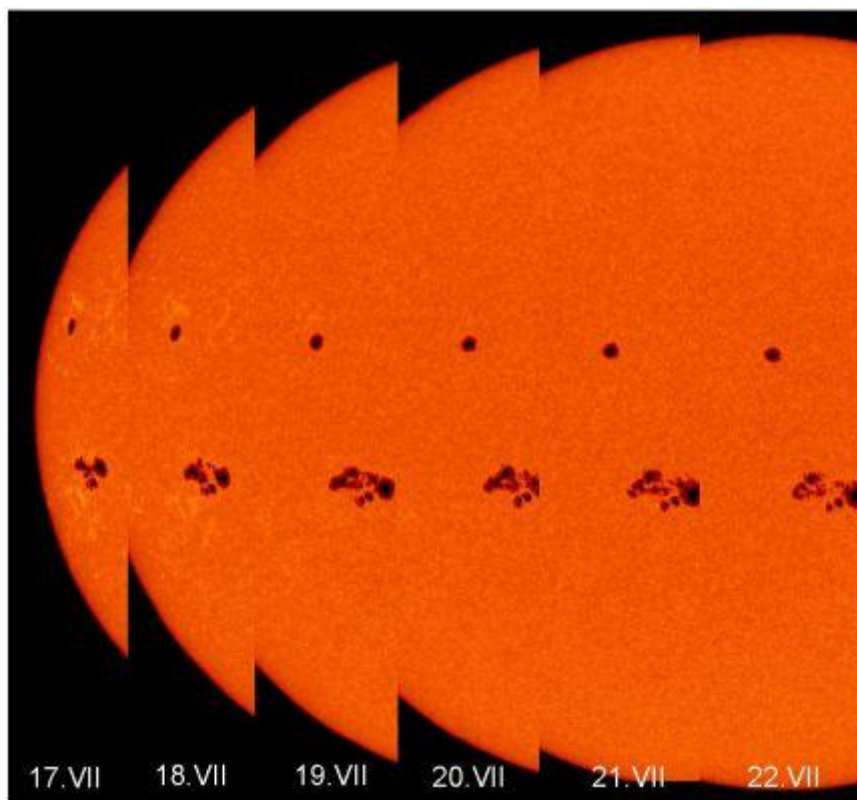
Slika 6. Primjer računanja Wolfvog broja

Usporedba Wolfvog broja određenog s naših slika s onim određenima sa slika s Interneta, govori nam da su rezultati slični, međutim na slikama sa SOHO satelita smo vidjeli veći broj pjega, što je glavni uzrok tomu da je Wolfov broj veći.

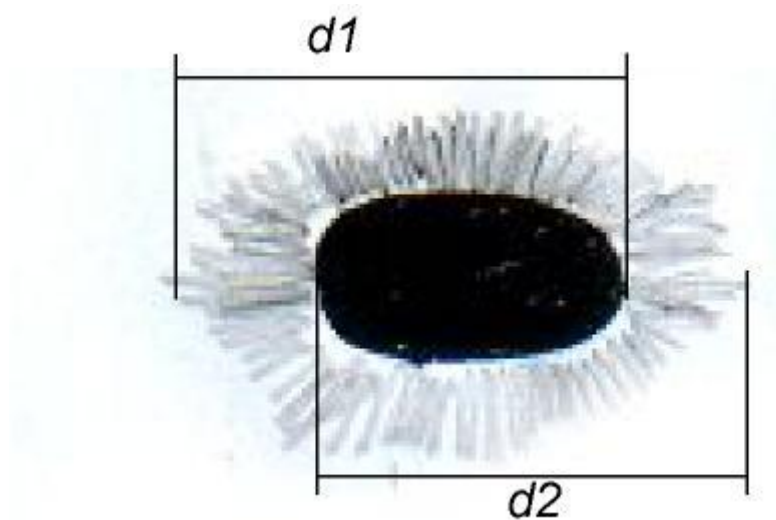


Graf 1. Prikazuje promjenu Wolfvog broja u ovisnosti o vremenu promatranja.

Na kraju smo pokušali uočiti Wilsonov efekt za izabrane pjege na Suncu mjereći širine umbre i penumbre. Wilsonov efekt je prividna promjena oblika pjege zbog rotacije Sunca. Slika 7. ilustrira Wilsonov efekt.



Slika 7. Mjerenjem promjene širine umbre i penumbre u ovisnosti o vremenu promatranja izabranih pjega odredili smo Wilsonov efekt



Slika 8. Udaljenosti $d1$ i $d2$ na pjegi koje smo mjerili prikom određivanja Wilsonovog efekta.

Mjerali smo udaljenosti $d1$ i $d2$ (slika). Promjena omjera tih udaljenosti (zbog pomaka pjege na Sunčevoj ploči uslijed rotacije) ukazala nam je na veličinu Wilsonova efekta.