

petničke sveske

kako
posmatrati

zoran tanasićević



YU ISSN 0354-1428



Petničke sveske
astronomski članci

35

UPOZORENJE

Pokušaj posmatranja Sunca nezaštićenim okom je rizičan za vid. Sunce je moćan izvor infracrvenog i ultraljubičastog zračenja. Čak i kratkotrajno posmatranje Sunca kroz teleskop bez zaštitnog filtera može dovesti do trajnog oštećenja ili gubitka vida. Prilikom grupnih ili pojedinačnih posmatranja koja se organizuju za učenike i građanstvo, prisutne (posebno decu) treba obavestiti o opasnosti posmatranja Sunca bez zaštite očiju. U ovoj publikaciji su opisane metode koje omogućavaju potpuno bezopasno i prijatno posmatranje Sunca.

04 -12- 2004



Petničke sveske

Petničke sveske



YU ISSN: 0354-1428

UREDNIK: Branislav Savić

SVESKA 35 (ISBN 86-7861-013-1);
ASTRONOMSKI ČLANCI

Recenzenti:

Aleksandar Kubičela

Aleksandar Tomić

Štampa: „Valjevoprint” Valjevo, Milorada Ristića 35
Tiraž: 300 primeraka

IZDAJE:

Istraživačka stanica Petnica

p. fah 118, 14 000 Valjevo;

tel. (014) 23 11 80; faks (014) 23 12 12

e-mail: isp@prcko.hobbiton.co.yu

1996. godina

Zoran Tanasijević

Kako posmatrati Sunce

RELJSTARSME
42228

Safržaj

Predgovor	5
Šta posmatrati na Suncu	7
Kada, čime i gde posmatrati	11
Kada posmatrati Sunce	11
Izbor instrumenta za posmatranje	11
Izbor mesta za posmatranje	18
Kako posmatrati Sunce	19
Vizuelna posmatranja	19
Grafički postupak	20
Fotografisanje Sunca	22
Ocena slike Sunca	25
Obrada podataka	27
Određivanje indeksa Sunčeve aktivnosti	27
Klasifikacija pojava na Suncu	30
Određivanje heliografskih koordinata pega i fakula	34
Analiza aktivnosti Sunca	45
Posmatranje pomračenja Sunca	47
Organizacione i tehničke pripreme amaterskih posmatranja	49
Fotografsko praćenje pomračenja Sunca	49
Korekcija časovnika	50
Određivanje kontakata Meseca sa diskom Sunca	51
Određivanje momenta pojavljivanja i iščezavanja planeta i zvezda	52
Merenje meteoroloških elemenata	53
Merenje vidljivosti	53
Praćenje ponašanja životinja	54
Određivanje granice senke	54
Posmatranje korone	55
Fotometrijska merenja	56
Posmatranje dolaska i odlaska senke	56
Traganje za novim kometama	57
Neke zanimljive pojave u vezi sa pomračenjem	57
Ostala zanimljiva posmatranja	60
Wilsonov efekat	60
Posmatranje prolaza Merkura i Venere preko Sunčevog diska	61
Magnetna merenja	63
Astroklimatska merenja	63
Literatura	65

Predgovor

Sunce je predmet interesovanja velikog broja istraživača, astronoma amatera i širokog kruga ljubitelja astronomije. O metodama posmatranja Sunca i obradi podataka dobijenih posmatranjem pisano je u domaćoj literaturi, ali su u većini publikovanih radova, obuhvaćeni samo pojedini segmenti ove problematike. Zbog toga se javila potreba da se na jednom mestu prikažu osnovne metode i tehnike posmatranja Sunca.

Sunce se ubraja u malu grupu astronomskih objekata koji su veoma pogodni za nastavnu obradu. Uz pomoć školskog teleskopa mogu se posmatrati Sunčeve pege i fakule, pomračenja Sunca, prolazi Merkura i Venere preko Sunčevog diska i niz drugih pojava veznih za našu matičnu zvezdu. To daje velike mogućnosti nastavnicima da kvalitetno realizuju nastavnu jedinicu o Suncu i da značajno podignu kvalitet rada školskih sekcija iz geografije i astronomije.

Ovo uputstvo može korisno poslužiti i studentima geografije za nastavnu praksi iz predmeta Matematička geografija.

Učenici srednjih škola i studenti mogu uspešno da ovladaju vizuelnim i fotografskim metodama posmatranja Sunca. Zbog toga istraživanje Sunčeve aktivnosti može biti neiscrpan izvor tema za *samostalan rad učenika i studenata* (maturski radovi, radovi za takmičenja, diplomski radovi). Ukoliko je sekcija u obrazovnoj ustanovi aktivna, dobro organizovana i stručno vođena od strane nastavnika – praćenje Sunčeve aktivnosti može postati ozbiljan i dugoročan istraživački program.

Sunce je takođe pogodan objekat i za popularizaciju astronomije. Organizovanje posmatranja pojava u Sunčevu atmosferu, delimičnih i totalnih pomračenja i prolaza Merkura i Venere preko Sunčevog diska za učenike i građanstvo su idealna prilika za popularizaciju astronomije i prezentaciju rada astronomskih udruženja.

Ovo uputstvo predstavlja *uvod u osnovne metode vizuelnog posmatranja i fotografisanja Sunca*, pa je stil pisanja prilagoden učenicima srednjih i višim razredima osnovnih škola.

Uputstvo je ilustrovano odgovarajućim grafičkim prilozima, fotografijama, neophodnim tabelama i primerima za vežbu, kako bi korisniku bilo što pristupačnije za samostalan rad.

U pripremi uputstva pomogli su mi: Nataša Đerić (fotografije), Tanja Petrović (lektura teksta) i Vladimir Milovanović (grafički prilozi). Zahvaljujem im se na pomoći.

Posebno se zahvaljujem recenzentima Dr Aleksandru Kubičeli i Aleksandru Tomiću na korisnim primedbama i sugestijama.

U Moravcima, 1. 4. 1995. godine.

Zoran Tanasijević

Šta posmatrati na Suncu

Sunce zrači u veoma širokom delu elektromagnetskog spektra: u oblasti gama-zračenja, rentgenskoj, ultraljubičastoj, vidljivoj, infracrvenoj i radio-oblasti. Posmatranjima je dostupna samo Sunčeva atmosfera koja se uslovno deli na tri sloja među kojima ne postoje oštре granice: *fotosferu*, *hromosferu* i *koronu*. Sva tri ova sloja su vidljiva u vizuelnom delu spektra.

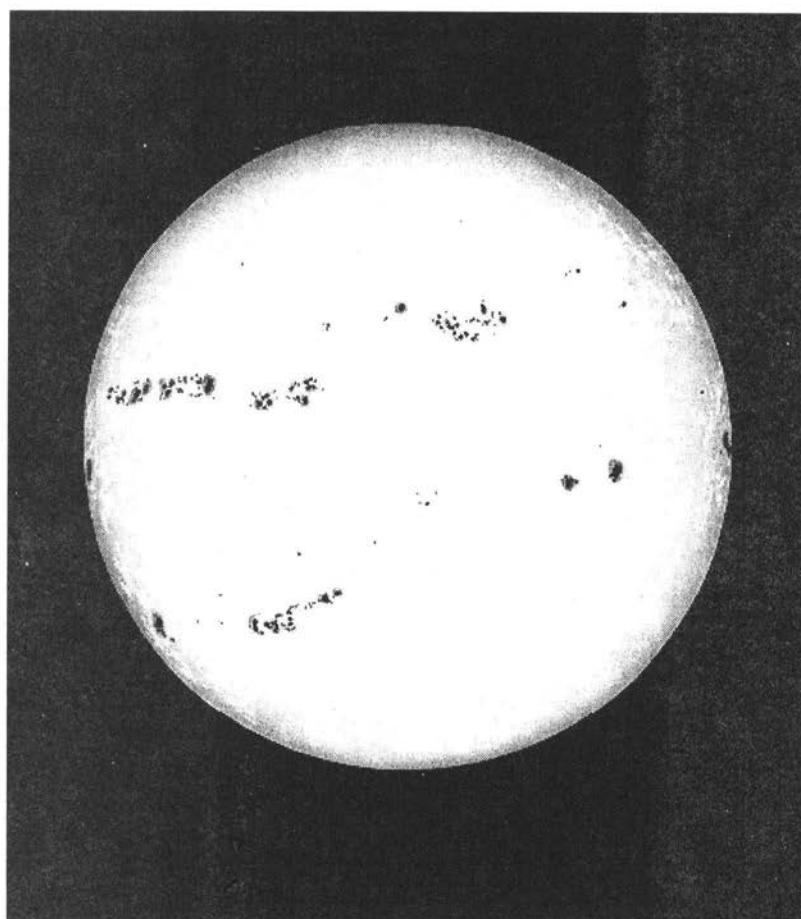
Fotosfera je donji sloj debljine oko 300 km. Vidljiva je u obliku sjajnog žutog diska. Njen sjaj je najveći u centru, a postepeno opada prema rubovima diska.

Hromosfera je srednji sloj Sunčeve atmosfere. Prostire se na visini do tri hiljade kilometara. Vidljiva je kratkotrajno za vreme totalnih pomračenja Sunca kao svetli crvenkasti prsten oko Meseca.

Korona je najviši sloj Sunčeve atmosfere koji se prostire i do nekoliko radijusa Sunca. Odlikuje se malom gustinom, visokom temperaturom i veoma slabim sjajem koji iznosi oko milionitog dela sjaja fotosfere ili polovine sjaja punog Meseca. Donji, sjajniji, slojevi korone se mogu posmatrati svakodnevno, a krajnji, gornji slojevi korone su vidljivi samo za vreme totalnih pomračenja. Forma korone, sjaj i razmere se znatno menjaju sa promenom aktivnosti Sunca. U trenucima „mirnog Sunca“ korona je slabo izražena, elipsastog oblika i izdužena duž ekvatora. U periodu pojačane aktivnosti korona je veoma izražena i kružnog oblika.

Sunčeva atmosfera se odlikuje stalnim dinamičnim procesima. U vidljivom delu spektra moguće je posmatrati sledeće pojave:

1. **Sunčeve pege** su najuočljivije pojave na Sunčevom disku. Posledica su jakih lokalnih magnetnih polja u fotosferi. Temperatura im je niža za oko 1500°C od okolne fotosfere. Mogu biti različitih linearnih dimenzija, od $0^{\circ}.5$ do 40° heliocentričnog ugla. Vrlo sitne pege nazivaju se pore.



Slika 1

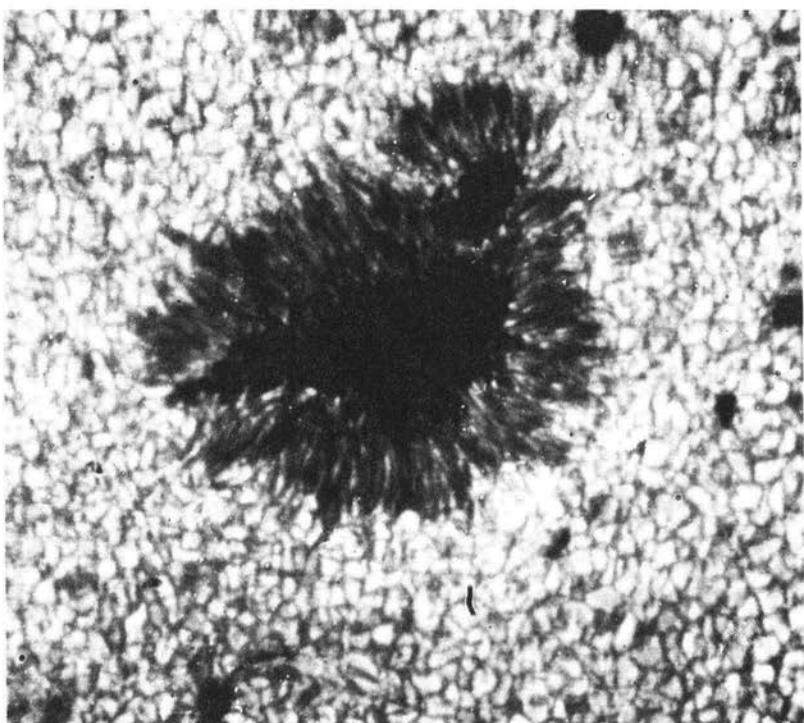
Izgled Sunca u vreme maksimuma aktivnosti.
Pri rubu diska uočavaju se fakule koje su svetlijе od okoline.

(The Hamlin Encyclopedia of Stars & Planets,
Artia, Prague, 1988)

Kada pege dostignu dimenziјe preko 40 000 km, vide se sa Zemlje slobodnim okom bez optičkih instrumenata. Pege se obično sastoje od tamnjeg dela koji se zove senka (umbra) i manje tamnog dela koji opasuje senku i zove se polusenka (penumbra). Senka ima granularnu strukturu (sličnu fotosferskoj granulaciji), dok polusenka ima vlaknastu strukturu. Ponekad se mogu posmatrati i sjajni mostovi koji dele senku na dva dela ili više njih.

Pege se najčešće pojavljaju u grupama, ali se javljuju i usamljene. Mogu imati površinu od jednog do nekoliko hiljada milionitih delova Sunčeve polusfere. Životni vek pega se kreće u rasponu od nekoliko časova do nekoliko meseci. Pojavljuju se u dve, u odnosu na ekvator simetrične zone na Suncu, u rasponu $5 - 45^\circ$ heliografske širine. Vrlo retko se javljaju na širinama većim od 50° i u neposrednoj blizini ekvatora.

2. **Granule** su osnovni strukturni elementi fotosfere vidljivi teleskopom. Za njihovo posmatranje je potreban instrument sa kvalitetnom optikom i izvrsni atmosferski uslovi. Granule daju Sunčevoj površini izgled



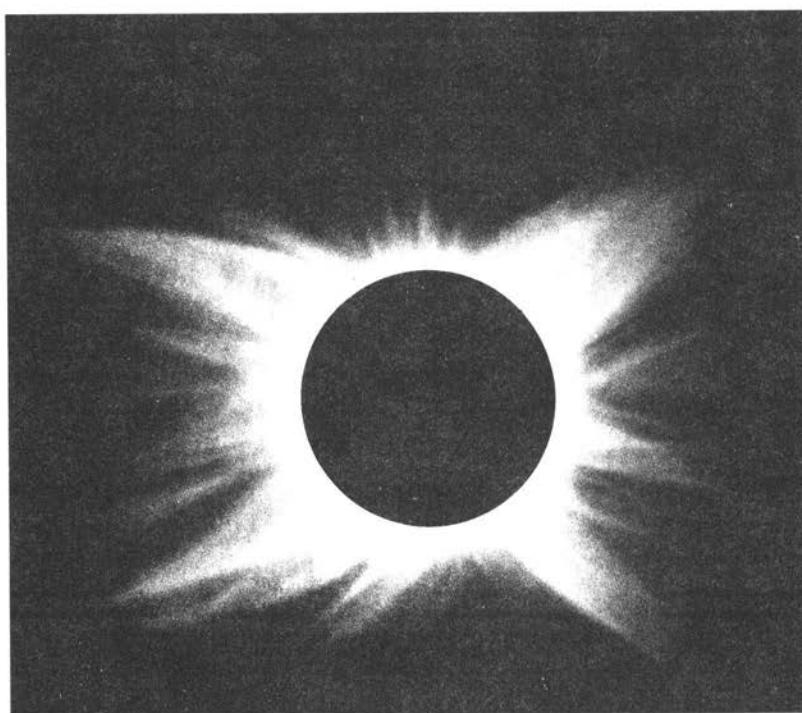
Slika 2

Deo Sunčeve površine fotografisan iz stratosfere, instrumentom Stratoscope I, sa visine od oko 20 km iznad površine Zemlje. Na taj način su su izbegnuti štetni uticaji Zemljine atmosfere. Jasno je uočljiva struktura senki i polusenki kod pega i granulacija. Svetle oblasti pored pega su fakule.
(Herbert Friedman:
Sun and Earth, Scientific American Book Inc, New York, 1986)

„kaše“ koja se kuva. Nastaju kao posledica konvekcionog kretanja toplijih gasova ka površini, gde se hlade i vraćaju u dublje slojeve fotosfere. Prečnik im je oko 1500 km, a traju oko 10 minuta. Granule se najbolje vide u centralnoj zoni Sunčevog diska i sve slabije ka rubu, gde u potpunosti prestaju biti vidljive.

3. **Fakule** su svetle oblasti u fotosferi. Vezane su sa slabim magnetnim poljima i sjajnije su od okolne fotosfere u proseku za 20%. U vidljivom delu spektra vide se samo u blizini rubova diska (na rastojanju 30° - 40°), zahvaljujući zatamnjenu rubnih delova diska što dovodi do pojačanja kontrasta. Fakule su tesno povezane sa pegama. Sve pege se javljaju u fakularnim poljima, mada postoje fakule bez pega (oko 10% ukupnog broja). Kao i pege, fakule se javljaju u simetričnim zonama na obe Sunčeve polusfere. Za razliku od pega, zone njihovog prostiranja su nešto šire. Pored toga, fotosferske fakule se mogu posmatrati i u blizini Sunčevih polova, najčešće za vreme minimuma Sunčeve aktivnosti. Životni vek fakula bez pega traje oko dva meseca, a fakule sa pegama mogu trajati i više meseci.

4. **Erupcije** (bljeskovi) se mogu posmatrati u vidljivom delu spektra samo u izuzetnim prilikama. Vrlo snažne erupcije se javljaju najčešće u vreme vrlo visoke aktivnosti Sunca. U amaterskoj praksi, erupcije se obično uočavaju slučajno prilikom posmatranja drugih pojava na Suncu.



Slika 3

Fotografija Sunčeve korone za vreme totalnog pomračenja Sunca (The Hamlyn Encyclopedia of Stars & Planets, Artia, Prague, 1988)

5. **Protuberance** se mogu posmatrati uz pomoć koronografa ili za vreme totalnih pomračenja, kada se vide u obliku sjajnih pramenova materije koja izlazi iz hromosfere.

Na Sunčevom disku se mogu posmatrati u veoma retkim trenucima i **Merkur i Venera**. Merkurovih prolaza ima 10 u 88.5 godina, a Venerinih četiri u 243 godine. Sledeći Merkurov prolaz biće 1999, a Venerin 2004. godine.

Kada, čime i gde posmatrati

Kada posmatrati Sunce

Sunce menja visinu iznad horizonta u toku dana i godine. Zbog toga Sunčeva svetlost prolazi kroz atmosferu put različite dužine, pri čemu svetlosna informacija trpi promene različitog tipa i intenziteta. Sa smanjenjem visine Sunca nad horizontom rastu turbulencija vazduha, kao i refrakcija i apsorpcija Sunčeve svetlosti, što dovodi do slabljenja kvaliteta slike u teleskopu.

Turbulencija je posebno izražena u popodnevnim časovima. Apsorbovanjem Sunčeve svetlosti u Zemljinoj atmosferi sitni detalji na Suncu se „gube” i postaju nevidljivi. Ako je Sunce na maloj visini iznad horizonta, njegov disk se zbog refrakcije deformeša, pa su greške kod određivanja koordinata pega i fakula nedopustivo velike.

Sunce je najbolje posmatrati *u prepodnevnim časovima* kada je Zemljina atmosfera najmirnija. Ali, ukoliko vremenske prilike to ne dozvoljavaju, dobro je iskoristiti eventualnu mogućnost i posmatrati u neko drugo doba dana, iako pri lošijim uslovima.

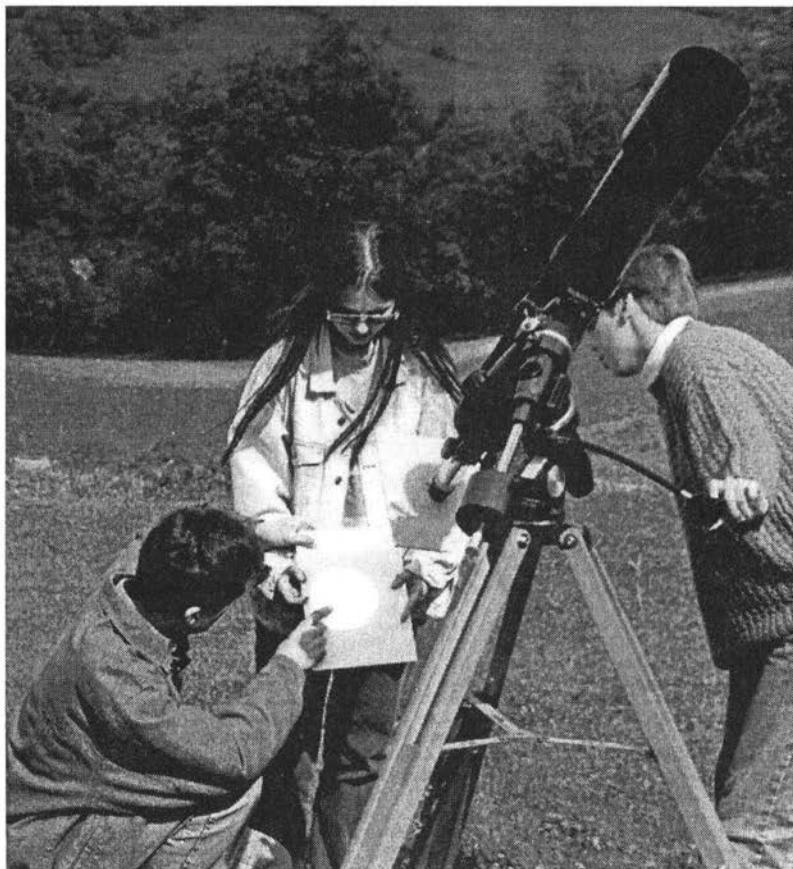
Vreme oko Sunčeve kulminacije (podne) treba iskoristiti za ucrtavanje detalja u fotosferi i fotografisanje, jer je Sunce tada najviše udaljeno od horizonta, pa je deformacija njegovog diska najmanja. Kada je Sunce blizu horizonta ucrtavanje i fotografisanje se ne rade.

Izbor instrumenta za posmatranje

Velike grupe pega na Suncu mogu se videti i bez upotrebe optičkih instrumenata, posmatranjem kroz tamni filter, prozirne oblake, maglu i pri izlasku ili zalasku Sunca. Najmanji instrument kojim se mogu posmatrati grupe pega i veće pojedinačne pege su dvogledi prečnika objektiva 3-5 cm

Slika 4

Celestronov refraktor
SP C102.



i uvećanja 7-12 puta. Za ovakve dvoglede potrebno je dodatno obezbediti montažu i postolje.

Nešto bolji instrumenti su turistički durbini, kakav je, na primer, T-2 (slika 7). Durbin T-2 (novija varijanta T-3) ima objektiv prečnika 5 cm, uvećanje od 20 puta, tako da se projektovanjem lika Sunca na ekran mogu posmatrati i relativno sitniji detalji. Montaža, postolje i projekcioni ekran za ove durbine takođe se moraju napraviti.

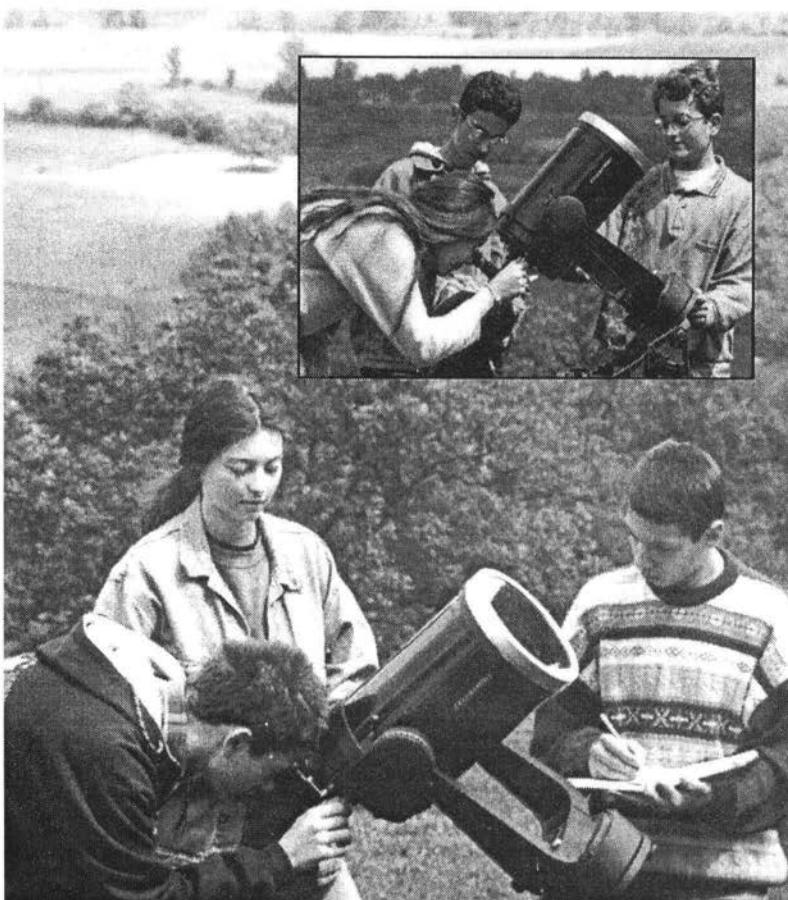
Za posmatranje Sunca u nastavi i amaterskoj praksi najčešće se koriste instrumenti iz široke lepeze školskih teleskopa. Prikazaćemo osnovne karakteristike nekoliko takvih instrumenata.

U našim školama najzastupljeniji je „ruski školski teleskop“. Ovaj refraktor ima ahromatski objektiv prečnika 80 mm i žižne daljine 800 mm. Uz njega se isporučuju tri okulara čije su optičke karakteristike sledeće:

Žižna duljina	10 mm	20 mm	28 mm
uvećanje	80 ×	40 ×	28.5 ×
vidno polje	30'	1°07'	1°35'

Slika 5

Vizuelna posmatranja
Sunca teleskopom
C8. Ispred objektiva
montiran je filter za
Sunce.



Teorijska vrednost razdvojne moći ovog teleskopa je $1''.75$, ali u praksi ona iznosi oko $2''$. Teleskop je ekvatorijalne montaže, uz mogućnost lakog pretvaranja u azimutnu. Ima mehanizam za ručno praćenje, a u kompletu su i dijafragma i ekran za posmatranje Sunca. Na tubusu teleskopa nalazi se mehanički tražilac.

U grupu školskih teleskopa refraktorskog tipa spada i Celestronov SP C102 (slika 4). Ovaj instrument ima objektiv prečnika 102 mm i žižne daljine 1000 mm. Teleskop ima ekvatorijalnu montažu i mehanizam za fino podešavanje po rektascenciji i deklinaciji. Na tubusu teleskopa je montiran mali optički tražilac 6×30 . Uz njega nudi i veoma bogat izbor dodatne opreme, kao i sistem za automatsko praćenje.

Instrument tipa Celestronovog C8 (sl. 5), kao i njemu slični, spada u grupu većih školskih teleskopa. To je teleskop Šmit-Kasegrenovog tipa, objektiva prečnika 203 mm ($8''$) i žižne daljine 2000 mm. Svi modeli su uglavnom snabdeveni sistemom za elektronsko praćenje, a sada se nude kompjuterizovane verzije ovakvih instrumenata.

Astronomi amateri često sami pristupaju gradnji teleskopa, pri čemu se najčešće opredeljuju za reflektorske tipove teleskopa zbog povoljnog odnosa cena/kvalitet. Ogledala za samostalnu gradnju najčešće se kupuju izbrušena i sa nanetim refleksionim slojem.

Izbor instrumenta za posmatranje Sunca zavisi od cilja posmatranja. Ukoliko se radi o demonstracionim posmatranjima u sklopu školske nastave, ili se posmatranja organizuju u cilju popularizacije astronomije, mogu se koristiti teleskopiji sa prečnikom objektiva od 50-100 mm. Poželjno je da su takvi teleskopi laki za prenošenje, da imaju ekvatorijalnu montazu, mehanizam za praćenje i projekcioni ekran koji je pričvršćen za tubus.

Za ozbiljnija posmatranja objektiv treba da je u rasponu 100-250 mm i žižne daljine od 1000 do 2500 mm. Sa takvim instrumentima se mogu posmatrati i fotografisati vrlo sitni detalji u Sunčevoj atmosferi. Ovi instrumenti obavezno treba da imaju električno praćenje, dobar izbor okulara, odgovarajuće filtere i adapter za fotoaparat. Optika mora biti visokog kvalitetna i čista – posebno prilikom fotografisanja.

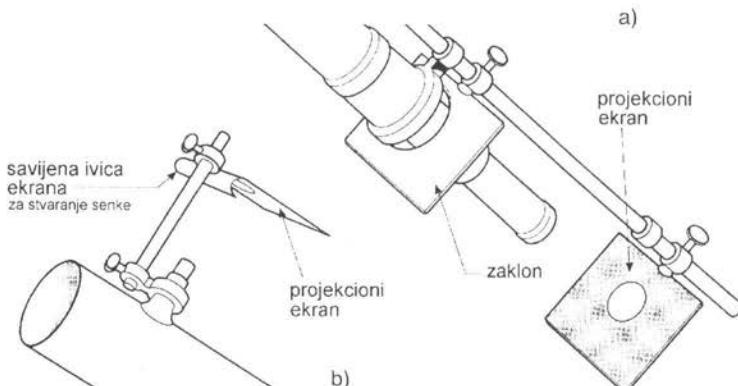
Smanjenje Sunčeve svetlosti i topote

Imajući u vidu činjenicu da je Sunce snažan izvor svetlosti i topote, neophodno je preduzeti mere za zaštitu posmatračevih očiju. Uvek se treba držati dobro poznatog pravila:

SUNCE NIKAD NE POSMATRATI NEZAŠTIĆENIM OKOM!

Pokušaj direktnog posmatranje Sunca nezaštićenim okom može doveći do trajnog oštećenja ili gubitka vida. Astronomi su ovaj problem uspešno rešili, tako da danas postoji nekoliko postupaka kojima se svetlost Sunca u dovoljnoj meri smanjuje da su posmatranja bezbedna i prijatna za posmatračeve oči.

Najčešće primenjivan postupak kod vizuelnih posmatranja je *projektovanje lika Sunca na ekran* ili zaslon koji se postavlja iza okulara (slika 6). Ako se određuje samo broj pega i fakula, ekran može biti slobodo-



Slika 6

Dva tipa projekcionih ekrana i dva načina zaštite lika Sunca od direktnе Sunčeve svetlosti.

(prema: Jack Newton & Philip Trece: *The Guide to Amateur Astronomy*, Cambridge University Press, 1988)



Slika 7

Turistički durbini T-2 postavljen na priručni stativ, sa zaklonom od kartona, adaptiran za posmatranje Sunca. Na fotografiji autor demonstrira svoje početke.

dan u odnosu na teleskop (slika 7), a ukoliko se određuju njihove koordinate ucrtavanjem na šablon, neophodno je da su zadovoljeni sledeći zahtevi:

- a) Ravan ekrana treba da je normalna (90°) na osu izlaznog snopa svetlosti iz teleskopa, jer u protivnom lik Sunca na ekranu neće biti kružnog oblika. Ako je ekran pričvršćen za teleskop, neophodno je da se rastojanje ekrana od okulara može lako menjati, kako bi se veličina projekcije podesila prema veličini šablonu (kružnica na papiru) na koji se ucrtavaju detalji.
- b) Sunčev lik na ekranu mora biti zaštićen od direktnе Sunčeve svetlosti. Ukoliko je tubus manjeg prečnika od projektovanog lika Sunca ili se on projektuje na ekran pod normalnim uglom u odnosu na tubus teleskopa, problem se rešava postavljanjem zaklona na tubus teleskopa ili ekran, koga je najlakše napraviti od kartona (slike 7 i 6).
- c) Da bi se na projekciji videli i vrlo sitni detalji fotosfere neophodno je ekran zaštiti od difuzne svetlosti sa strane.

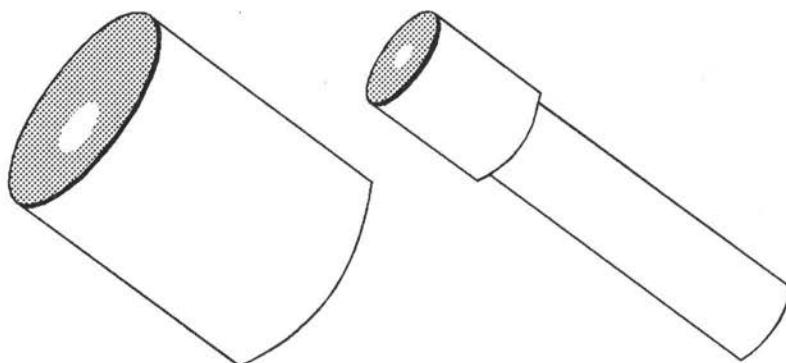
Opisanim postupkom se problem smanjenja svetlosti i topote jednostavno i efikasno rešava. Kod manjih durbina projekcijom Sunca na ekran stvara se dodatno uvećanje, što omogućava posmatranje sitnijih detalja.

Slika 8

Primeri dijafragmi za posmatranje Sunca:

– ekscentrično postavljena u odnos na optičku osu kod reflektora (levo)

– simetrična u odnosu na osu kod refraktora (desno).

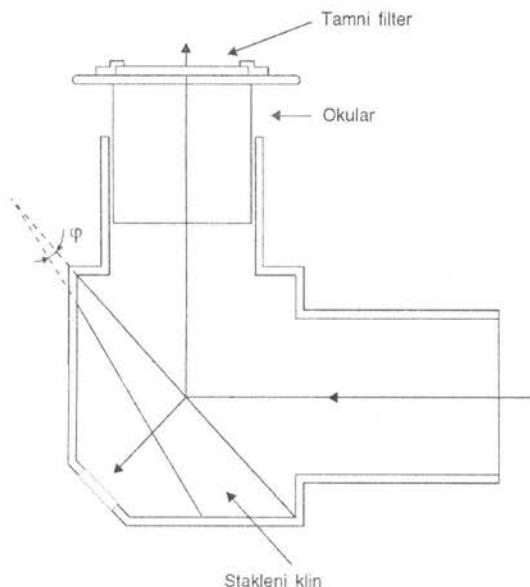


Drugi uobičajen postupak zaštite od Sunčeve svetlosti i toplote zasniva se na upotrebi *filtera*. Filter mora da bude vrlo taman (da apsorbuje oko 99% upadne svetlosti) i može se postaviti ispred objektiva, ispred ili iza okulara. Najbolje je filter postaviti ispred objektiva, jer se ukupna količina svetlosti i zagrevanja ravnomerno raspoređuje po njegovoj celoj površini, pa se na taj način smanjuje mogućnost da filter pukne. Ako se filter stavlja ispred ili iza okulara, obavezno se ispred objektiva postavlja dijafragma. Izostavljanje dijafragme može dovesti do oštećenja filtera i povrede oka. Kod refraktorskih teleskopa centar otvora dijafragme se postavlja na sredini objektiva, a kod reflektorskih teleskopa dijafragma se pomera malo u stranu (sl. 8).

Posmatranje Sunca sa filterom treba koristiti samo za kraća posmatranja Sunca. Za dugotrajna i sistematska posmatranja koriste se drugi postupci.

Jedno od najboljih rešenja je upotreba *sunčevog okulara sa prizmom* (sl. 9), što omogućuje uočavanje veoma sitnih detalja na fotosferi. Glavni deo sunčevog okulara je prizma koja ka okularu reflektuje vrlo malo svetlosti, tako da je okular zaštićen od zagrevanja, koje bi u odsustvu ove prizme moglo dovesti do njegovog pucanja. Prizma se sastoji od stakla u obliku klina, na kome jedan od uglova ima ugao od $7\text{--}10^\circ$ (ugao ϕ , sl. 9). Svetlost pada na prvu površinu koja se nalazi pod uglom od 45° u odnosu na optičku osu teleskopa, pri čemu se reflektuje samo 4.5% svetlosti i usmerava ka okularu. Najveći deo svetlosti ulazi u prizmu, od čega oko 90% izlazi iz nje, a manji deo se reflektuje od druge unutrašnje površine i pada na prvu površinu, ali pod uglom koji je veći od kritičnog, tako da se ponovo reflektuje unutar prizme. I pored toga što do okulara stiže manje od 5% svetlosti, Sunce se još uvek ne može posmatrati nezaštićenim okom. Zbog toga treba na okular postaviti filter.

Svetlost se može uspešno smanjiti i upotrebom dve petostrane prizme. Prizme moraju biti iste, optički ispravne i sa potpuno ravnim i glatkim



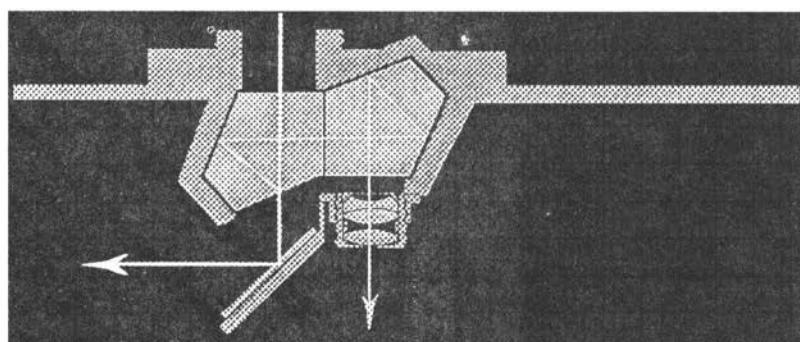
Slika 9

Sunčev okular sa prizmom.

površinama. Kao što se na priloženom crtežu vidi (sl. 10), svetlost koja dolazi od objektiva najvećim delom prolazi kroz prvu prizmu i padajući na ogledalo odbija se u stranu. Preostali, znatno manji deo svetlosti, nakon višestruke refleksije od unutrašnjih površina obe prizme, prolazi kroz okular i dolazi do posmatračevih očiju toliko oslabljen da se Sunce može slobodno posmatrati uz slab filter.

U novije vreme astronomi posmatraju Sunce uz pomoć posebnih *aluminijumskih folija*. Na ove folije naparavanjem je sa obe strane nanet sloj aluminijuma što omogućuje da se reflektuje oko 99% Sunčeve svetlosti. Kod teleskopa sa većim objektivima potrebno je staviti dijafragmu ili koristiti slabiji filter na okularu.

Za posmatranje Sunca se koriste i *solarni reflektorski teleskopi*, posebno konstruisani za ovu namenu. Na ogledala kod ovih teleskopa se, nakon brušenja, ne nanosi refleksioni sloj, zahvaljujući čemu ono reflektuje samo



Slika 10

Konstrukcija
Sunčanog okulara sa
dve petostrane prizme.
(Petar Kubičela, Va-
siona 2, 1974)

4% svetlosti. Druga strana ogledala se matira da bi se izbegla refleksija svetlosti. Pri posmatranju Sunca ovim instrumentima dovoljno je iza okulara staviti slab filter.

Izbor mesta za posmatranje

Većinu nebeskih tela i pojava moguće je posmatrati samo pri odličnim astroklimatskim uslovima (daleko od svetlosti grada, smoga, prometnih saobraćajnica, na većoj skoj visini, pri povoljnoj temperaturi i vlažnosti vazduha). Zbog velike prividnog prečnika i velike količine svetlosti, Sunce je manje osetljivo na uticaje pomenutih faktora. Zbog tih pogodnosti izbor lokacije za posmatranje Sunca je olakšan. U hladnjem delu godine, pri izboru mikrolokacije prednost se daje zatvorenom prostoru (astronomski kupola, učionica, stan), a ukoliko je to neizvodljivo, posmatranje se može organizovati na slobodnom prostoru. Treba voditi računa da pravac ka Suncu ne ide neposredno iznad krova (posebno limenog) ili dimnjaka, jer će u tom slučaju turbulencija vazduha onemogućiti posmatranje. Ukoliko se Sunce posmatra iz zatvorenog prostora, neophodno je, provetrvanjem prostorije, maksimalno smanjiti razliku u temperaturi prostorije i spoljašnje okoline. Posmatranjem iz zatvorenog prostora istovremeno se instrument zaštićuje od vetra. Slab veter na otvorenom prostoru otežava, a jak onemogućuje posmatranje.

Kako posmatrati Sunce

Pojave u Sunčevoj atmosferi se mogu registrovati na više načina. U astronomiji je razradeno nekoliko metoda i postupaka za prikupljanje informacija o Suncu. Njihov izbor zavisi od cilja posmatranja, instrumenta, prateće opreme, mogućnosti obrade podataka ... U amaterskoj praksi najčešće su zastupljeni: *vizuelno posmatranje, ucrtavanje detalja Sunčeve površine i fotografisanje Sunca.*

Vizuelna posmatranja

Sunce se može vizuelno posmatrati direktno kroz teleskop, uz mere zaštite očiju ili projektovanjem na ekran. Vizuelnim posmatranjem se mogu registrovati Sunčeve pege, fotosferske fakule, granule, snažnije erupcije (vrlo retko i samo u određenoj fazi razvoja). Za vreme pomračenja Sunca, mogu se videti hromosfera, protuberance i korona. Posebnu pažnju treba obratiti pravilnom izboru okulara. Pri posmatranju se prvo koriste mala uvećanja (20-50 puta) kako bi u vidnom polju teleskopa bio ceo Sunčev disk. To omogućuje brzo i pregledno sagledavanje rasporeda i broja pega i fakula na Suncu. Za detaljniju analizu koriste se veća uvećanja (50-200 puta). Upotreba okulara sa velikim uvećanjem omogućuje uočavanje sitnih detalja, ali se pri tom kvari kvalitet slike u teleskopu. Zato treba koristiti ono uvećanje koje pri datim atmosferskim uslovima daje najkvalitetniju sliku.

Vizuelna posmatranja su jednostavna, obično kratko traju, a obrada podataka je brza. Obradom podataka prikupljenih vizuelnim posmatranjima mogu se odrediti vrednosti dva pokazatelja Sunčeve aktivnosti: Volfov broj i broj fakula. Vizuelnim posmatranjem nije moguće odrediti koordinate detalja u fotosferi, otežana je klasifikacija pega i fakula, i ne može se pouzdano pratiti dinamika razvoja grupa pega.



Slika 11

Vizuelno posmatranje
Sunca.

Grafički postupak

U crtavanjem detalja Sunčeve fotosfere stvaraju se dodatne mogućnosti za dublju analizu pojava na Suncu. Ovim postupkom se lik Sunca projektuje na ekran i ucrtavaju detalji na kružni šablon (sl. 11). Ako se uporedi sa ucrtavanjem vrše i vizuelna posmatranja, može se sakupiti bogat i koristan posmatrački materijal, čijom se analizom mogu odrediti:

- indeksi Sunčeve aktivnosti, površina pega i fakula,
- heliografske koordinate detalja sa tačnošću od 1° ,
- dinamika razvoja grupa pega i fakula,
- klasa pega i fakula.

Grafički postupak zahteva ukupno više vremena za rad nego vizuelno posmatranje, posebno u godinama pojačane aktivnosti. Nedovoljna tačnost ucrtavanja (oko 1°) ne omogućava praćenje sopstvenog kretanja pega. Mogućnost primene ovog postupka smanjuje se sa povećanjem oblačnosti i čestine i jačine vetra tokom godine.

Pege i fakule se ucrtavaju na kvalitetnom papiru. Pre posmatranja na papir se nacrtava (ili fotokopira) kružnica na koju će se projektovati disk Sunca. Veličina kružnice uslovljena je postupkom obrade posmatračkog crteža i karakteristikama instrumenta. Najbolje je da kružnica ima prečnik od 10 cm, pošto isti prečnik ima većina mreža za određivanje koordinata. U slučaju posebnih posmatranja (struktura senke i polusenke, sjajni mostovi) može se koristiti šablon većeg prečnika.

Prečnik reprodukcije d je određen uvećanjem teleskopa u , žižnom daljinom okulara f i rastojanjem a projekcionog ekrana od okulara i izračunava se pomoću sledeće formule (35; 56):

$$d = u \times \frac{a - f}{100}, \quad (1)$$

gde su a i f izraženi u centimetrima. Karakteristike instrumenta određuju gornju granicu prečnika šablonu: veličina prečnika d Sunčevog lika na ekranu ne sme biti veća od dvostrukog prečnika objektiva. Ukoliko bi prečnik reprodukcije bio veći, to bi dovelo do slabljenja sjaja slike i gubitka kontrasta detalja i smanjilo mogućnost uočavanja sitnih detalja.

Papir sa kružnicom se učvršćuje na ekran (ukoliko je ekran pričvršćen za instrument i obezbeđeno praćenje), ili se rukom prati kretanje Sunca po ekranu (ukoliko je ekran odvojen od teleskopa). Dok se ucrtavaju detalji, šablon i lik Sunca moraju se u potpunosti poklapati. Za ucrtavanje se koristi meka grafitna olovka, kako bi se eventualne greške pri ucrtavanju lakše otklonile. Olovka mora biti oštra kako bi se ucrtali što sitiniji detalji i konture pojavi na Suncu. Veće pege se ucrtavaju tako što se oblast senke zacrni, a oblast polusenke samo ovlaš osenči.

Početnicima veliki problem predstavlja uočavanja sitnijih pega i fakula. Da bi se ova početnička slabost otklonila treba se koristiti sledećim postupcima koji su plod praktičnog iskustva:

1. Ukoliko se Sunce posmatra sistematski, treba pogledati položaj svih pega na prethodnom crtežu i uporediti ga sa položajem pega u trenutku posmatranja. Pege na crtežu načinjenom pri prethodnom posmatranju treba tražiti na mestu koje je pomereno ka zapadu za ugao (α) koji se dobija iz formule:

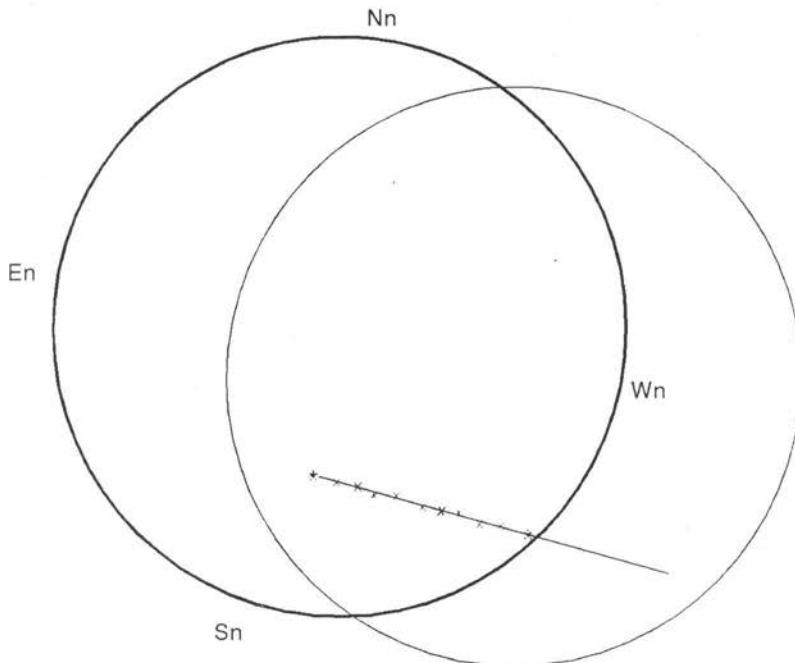
$$\alpha = 13^\circ.2 \times n \quad (2)$$

gde je n – broj dana proteklih od tog posmatranja. Ovaj postupak olakšava uočavanje sitnijih pega, ako u međuvremenu nisu nestale ili zašle za zapadni rub Sunca.

2. Ako je kvalitet papira na kome se posmatraju i ucrtavaju detalji loš, sitne pege i fakule se neće videti. U tom slučaju se uzme novi papir u ruku, stavi u ravan projekcionog ekrana i rotira ili pokreće levo-desno. Na taj način se nehomogenosti na statičnom papiru (učvršćenom na ekran) privremeno gube, pa se mogu uočiti i najsitniji detalji. U tom cilju ne sme se drmati teleskop, jer je efekat isti kao kad se posmatraju zvezde durbinom bez montaže i postolja.

3. Kada se, zbog loših atmosferskih uslova, sitni detalji ne vide, ekran treba primaći okularu na približno polovinu normalnog rastojanja. Disk Sunca će se smanjiti, ali će se povećati sjaj i kontrast. Ako se uoči neka pega ili fakula ekran se vraća na prvobitno rastojanje i ucrtava.

Slika 12
Postupak za određivanje dnevnog paralela pri grafičkom ucrtavanju pega (za dalji deo postupka videti str. 34 i 35).



U cilju određivanja heliografskih koordinata pega i fakula, *odmah posle ucrtavanja detalja određuje se pravac dnevnog paralela*. Za to treba izabrati jednu, po mogućnosti sitniju, usamljenu pегу. U trenutku kada se ucrtane pege na papiru potpuno poklope sa likom Sunca, praćenje se zaustavlja, i dok se projekcija kreće po ekranu, ucrtava se 10-15 različitih položaja izabrane pege (sl. 12). Određivanje dnevnog paralela i orientacija Sunčevog lika dovršavaju se neposredno pre određivanja koordinata.

Prilikom ucrtavanja ocenjuje se kvalitet slike na ekranu, popunjava dnevnik posmatranja, klasificuju pege i fakule. Ukoliko se koristi klasifikacija po Šaronovu, pege je moguće klasifikovati još tokom posmatranja, a ako se koristi Ciriška klasifikacija, potpuno klasifikovanje je moguće uraditi tek u kasnijoj fazi obrade, kada se odrede absolutne dužine grupa.

Fotografisanje Sunca

Fotografisanje Sunca ima više prednosti u odnosu na vizuelno posmatranje i grafički postupak. Tokom godine može se sakupiti više snimaka nego crteža i podataka dobijenih vizuelnim posmatranjima, jer se Sunce može fotografisati i pri delimično oblačnom nebu, u kratkim intervalima kada je Sunce između oblaka, što je kod prethodna dva postupka daleko teže. Kod fotografisanja su subjektivne greške manje izražene jer je film objektivan dokumentacioni materijal koji se može podvrgnuti

raznovrsnim analizama. Koordinate tačkastih detalja na Suncu mogu se odrediti sa tačnošću od $0^{\circ}.1$, što omogućuje da se odredi sopstveno kretanje pega, brzina rotacije Sunca na raznim širinama, Vilsonov efekat, površina pega ...

Za fotografisanje Sunca su neophodni: kvalitetan teleskop sa optimalnim prečnikom objektiva i žižnom daljinom, fotoaparat (obavezno refleksni), savremeno opremljena fotolaboratorija i kvalitetan sitnozrnasti fotomaterijal. Tokom rada treba biti izuzetno pažljiv, jer su moguća oštećenja filma, loše razvijanje i pogrešna ekspozicija, čime se gubi dragocen materijal za obradu.

Za vreme snimanja uvek se pravi *kontrolni crtež* sa što tačnijim položajem detalja na disku Sunca, jer se prilikom rada u fotolaboratoriji razna sitna oštećenja i nečistoće na emulziji mogu zameniti sa pegama i fakulama. Pre početka rada na obradi, uz pomoć kontrolnog crteža, treba prekontrolisati snimak.

Pred teleskop kojim se fotografiše Sunce postavljaju se strožiji zahtevi nego u slučaju vizuelnih posmatranja. Da bi se snimili dovoljno sitni detalji na Suncu, teleskop mora imati prečnik objektiva od najmanje 100 mm i žižnu daljinu ne manju od 1000 mm. Dobar kvalitet optike i uredno održavanje se podrazumevaju.

Ukoliko se Sunce snima direktno kroz teleskop, okular teleskopa i objektiv fotoaparata se odlažu, a fotoaparat se učvrsti u fokusu teleskopa (sl. 13). Ovim postupkom se dobijaju snimci celog Sunca. Prilikom snimanja ispred oka se obavezno postavlja tamno zeleni filter, a preporučuje se da se ispred objektiva postavi i crveni filter.

Kod direktnog snimanja na ekspoziciju utiče niz faktora: svetlosna moć objektiva, osetljivost filma, atmosferske prilike. U principu se koriste ekspozicije: 1/60, 1/125, 1/250, 1/500 i manje.

Ekspozicija se određuje po formuli (38; 11):

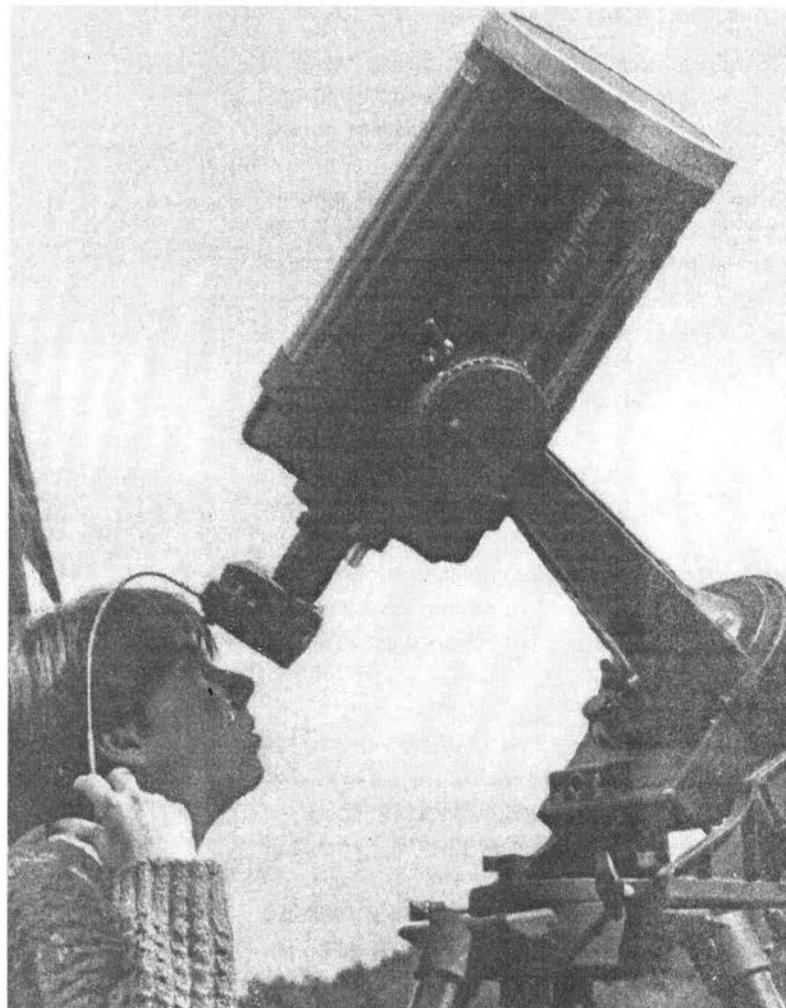
$$t = \frac{1}{15000 S} \times \left(\frac{F}{D} \right)^2 \times a(z) , \quad (3)$$

gde je F – žižna duljina, a D – prečnik objektiva, $a(z)$ – faktor produženja ekspozicije usled atmosferske apsorpcije (prilog 4), a S – osetljivost filma u jedinicama ASA. Tako određeno vreme ekspozicije t izražava se u sekundama.

Na dužinu ekspozicije utiču i gubici u optici i filteru. Kod snimanja u primarnom fokusu reflektora sa dva ogledala ili primarnom fokusu refraktorskog teleskopa vreme ekspozicije se množi faktorom $k_p = 1.25$, a kod snimanja kroz okular faktorom $k_o = 4$ (36; 16).

Slika 13

Fotografisanje Sunca teleskopom.



Ako se snimaju detalji na rubu Sunca, treba uzeti u obzir efekat „zacrnjenja krajeva“. Faktor produženja ekspozicije usled ovog efekta dobija se po formuli (33; 13):

$$b(\vartheta) = \frac{1}{0.44 + 0.56 \cos \vartheta} , \quad (4)$$

gde je ϑ ugaona udaljenost snimane oblasti od centra Sunčevog diska (heliocentrični ugao).

Ako se određuju heliocentrične koordinate detalja, neophodno je da postupak snimanja obezbeduje odredivanje dnevnog paralela. Za to postoje tri postupka:

1. Ukoliko se koristi adapter koji omogućava rotiranje fotoaparata oko optičke ose, snimak se orijentiše u pravcu dnevnog paralela. To se postiže

što se disk Sunca „dovede” u takav položaj, da svojim donjim rubom dodiruje donju osnovicu vidnog polja fotoaparata. Aparat se potom rotira sve dok se ne postigne da disk „klizi” po donjoj osnovici vidnog polja. Dnevni paralel se lako određuje sa snimka, jer je on paralelan donjoj osnovici snimka. (Naravno, pod pretpostavkom da su osnovice vidnog polja fotoaparata i filma medusobno paralelne.)

2. U slučaju da ovakav adapter ne postoji, problem je moguće rešiti pravljnjem „duplog snimka”. Nakon prvog snimanja, u intervalu od 5 do 30 sekundi ponovo se eksponira na isti snimak sa smanjenom ekspozicijom. Tako će se na jednom snimku dobiti dva diska koji se delimično preklapaju. Dnevni paralel ima pravac simetrale tetic koja je odredena presekom ova dva diska (32; 69).

Nedostatak postupka je u tome što vrlo mali broj fotoaparata ima mogućnost duplog eksponiranja, bez premotavanja filma. Ako se koriste manji teleskopi, oni obično imaju „krhku” montažu, tako da se često prilikom premotavanja filma pomeri teleskop, pa je određivanje dnevnog paralela u tom slučaju nepouzdano.

3. Dnevni paralel se najtačnije može odrediti dovodenjem donje ivice snimka u horizontalan položaj. Za to se koristi kvalitetna libela, a postupak se zasniva na realnoj pretpostavci da je donja baza filma paralelna donjoj osnovici fotoaparata. Snimak se eksponira samo jednom, a pravac dnevnog paralela određuje računskim putem (34; 12).

Za snimanje Sunca se koriste filmovi niske osetljivosti, često ortohromatski. Filmovi se razvijaju u jednokomponentnom izjednačujućem (sitnozrnom) razvijaču 3-8 minuta na temperaturi od 20 do 22°C uz kontrolu procesa razvijanja (38; 158).

Ocena slike Sunca

Vidljivost detalja na Sunčevoj površini direktno zavisi od kvaliteta slike u teleskopu. Smanjenjem kvaliteta slike gube se sitni i manje kontrastni detalji što direktno smanjuje vrednosti indeksa Sunčeve aktivnosti. Zbog toga je potrebno za vreme posmatranja oceniti kvalitet slike u vidnom polju teleskopa ili na projekcionom ekrantu. Kvalitet slike zavisi od tri grupe faktora:

- astronomskih (visina Sunca nad horizontom),
- atmosferskih (turbulencija, refrakcija, apsorpcija, rasejanje, sumaglica, prozračni oblaci, smog), i
- instrumentalnih (vrsta i kvalitet optike, uvećanje, zaštićenost projekcionog ekrana od direktnе i difuzne svetlosti, kvaliteta papira na koji se projektuje Sunce i veličine projektovanog lika Sunca).

Ukoliko se Sunce uvek posmatra istim teleskopom, slika će zavisiti od visine Sunca iznad horizonta i stanja atmosfere.

Ocena kvaliteta slike Sunca daje se u skali od 1 do 5.

1. Vrlo loša slika. Javlja se usled promena Sunčeve svetlosti prilikom prolaska kroz atmosferu (velika zamućenost atmosfere prašinom, turbulentne vazduha, sumaglica, tanki oblaci). Na disku se uočavaju samo grupe pega. U grupama se uočavaju pojedinačne pege, ali vrlo nejasno. Fakule se ne vide.

2. Loša slika. Uočavaju se pojedinačne pege. Kod krupnijih pega senka i polusenka se ne razlikuju. Fakule se ne vide.

3. Osrednja slika. Razlikuju se senka i polusenka, ali bez detalja. Samo najveće fakule (ili grupe fakula) se povremeno uočavaju. Granulacija se ne vidi.

4. Vrlo dobra slika. Jasno se vide sitne pege. Senka i polusenka se jasno razlikuju. Fakule se lepo vide. Granulacija se povremeno jasno uočava.

5. Odlična slika. Vide se i najsitnije pege dostupne raspoloživim instrumentom. Struktura pega se lepo vidi. Fakule se jasno vide i dalje od ruba Sunčevog diska. Vidi se granulacija. Jasno se uočava granica između senke i polusenke.

Tokom posmatranja Sunca obavezno se vodi dnevnik, bez obzira da li se vizuelno posmatra, ucrtavaju pege ili se fotografije. Kod vizuelnih posmatranja u dnevnik se unose sledeći podaci:

1. datum posmatranja
2. početak i kraj posmatranja u svetskom vremenu (TU), sa tačnošću od jednog minuta
3. ocena kvaliteta slike
4. broj grupa pega (g)
5. broj svih pega (f)
6. broj svih fakula (f_0)
7. mesto posmatranja (geografska širina i dužina), samo ako u toku posmatračkog perioda dolazi do njihove promene
8. podaci o instrumentu (prečnik objektiva, žižna duljina i uvećanje)
9. napomene
10. potpis.

Obrada podataka

Određivanje indeksa Sunčeve aktivnosti

Pošto se posmatranjima ne mogu istovremeno i kontinuirano pratiti sve pojave u Sunčevoj atmosferi, najčešće se obuhvata određen broj pojava i one se izražavaju pokazateljima koji se nazivaju *indeksi Sunčeve aktivnosti*. Njih ima nekoliko desetina, ali se posmatranjem i fotografisanjem u vidljivom delu spektra određuje svega nekoliko indeksa. Najčešće su to: Volfov broj, broj fakula, površina pega i površina fakula.

Određivanje Volfovog broja

Volfov broj je relativni pokazatelj Sunčeve aktivnosti. Izračunava se po formuli:

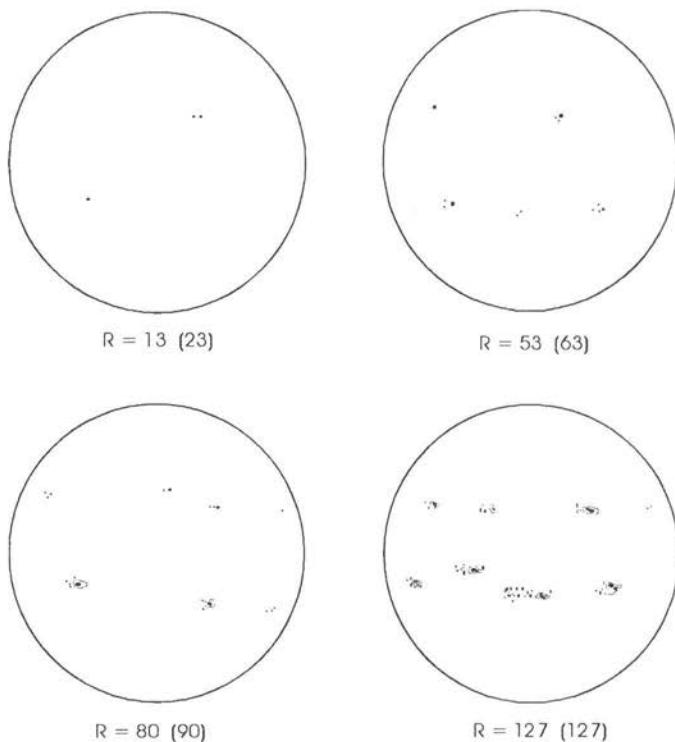
$$R = k(10g + f) , \quad (5)$$

gde je g – broj grupa pega, f – broj svih pega, a k – koeficijent koji služi za svodenje ličnih posmatranja na sistem posmatranja Međunarodne službe Sunca u Briselu. Do prelaska Međunarodne službe za Sunce iz Ciriha u Brisel (1981. godina) kao posebne grupe računale su se i usamljene pege, pa su za istu situaciju vrednosti Volfovog broja bile veće ili jednake u odnosu na vrednosti koje se dobijaju po novom pravilu (sl. 14).

Vrednost koeficijenta k zavisi od slike Sunca (a ona od astronomskih, atmosferskih i instrumentalnih faktora) i iskustva posmatrača.

Koeficijent k se dobija iz formule:

$$k = \frac{R_b}{R} , \quad (6)$$



Slika 14

Ilustracija za određivanje Volfovog broja. (U zagradama su date stare „ciriške“ vrednosti)

gde je R_b – vrednost Volfovog broja prema podacima Međunarodnog centra za Sunce, a R – vrednost Volfovog broja dobijena ličnim posmatranjima. Podaci o Volfovom broju iz Međunarodne službe Sunca u Briselu publikuju se svakog meseca i mogu se naći, na primer, u časopisu *Sky & Telescope*.

Koeficijent k je nestabilan tokom vremena i zavisi od intenziteta aktivnosti Sunca. Smanjenju fluktuacije koeficijenta doprinose: korišćenje istog instrumenta za posmatranje, stabilni vremenski uslovi i iskustvo posmatrača.

Određivanje broja fakula

Broj fakula se određuje iz formule:

$$R_f = 10 f_0 \quad (7)$$

gde je f_0 – ukupan broj fakula.

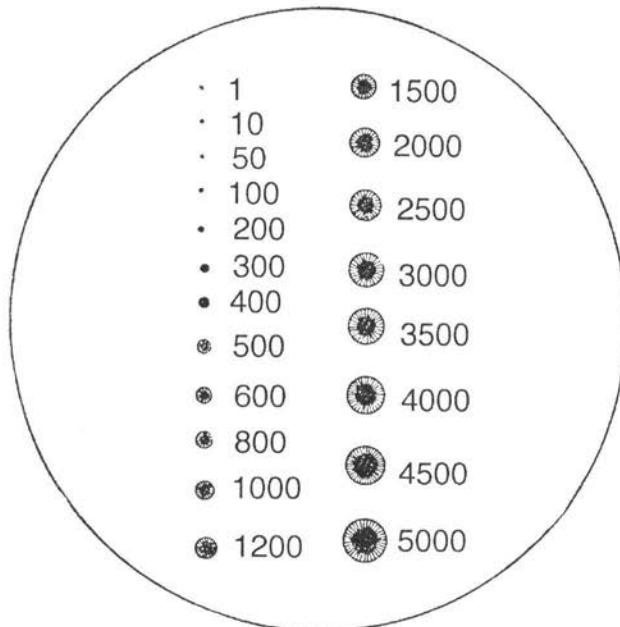
Određivanje površine pega i fakula

Površina pega može se grubo odrediti pomoću šablonu, a preciznije merenjem sa crteža ili fotografije. Šablon služi samo za brzo i orijentaciono određivanje površine pega i to u centralnoj zoni Sunčevog diska.

Slika 15

Šablon za određivanje površine pege.

(Prema: P. G. Kulikovskij: Spravochnik lyubitelya astronomii, GI fiz. mat. literatury, Moskva, 1961)



1. čnik šablona mo.a odgova.ati p. čniku p.oj kcij diska Sunca. Šablon s fotokopi.a na paus-papi. ili t .mootpo.nu foliju. Iov.šina p ga s m .i tako što s iznad svak p g na c.t žu ili fotografiji stavi fotokopi.an šablon i poklopi p ga na c.t žu sa p gom na šablonu ist v ličin . V. dnost pov.šin s di. ktno očitava.

Iov.šina p ga i fakula p. cizno s od. duj m . nj m , tako što s iznad c.t ža ili fotografiji stavi milim ta.ski papi. i p. b.oj svi kvad.atići koj analizi.ani d talji pok.ivaju. Iov.šina u milionitim d lovima pov.šin Sunca s dobija iz fo.mul (34; 53):

$$A = \frac{1\ 000\ 000\ s}{2\pi R^2 \cos p} \quad (8)$$

gde je s – očitana površina u mm^2 , R – poluprečnik Sunca na crtežu ili fotografiji izražen u milimetrima, a p – ugaono rastojanje pege od prividnog centra Sunčevog diska.

Statistička obrada podaka o indeksima Sunčeve aktivnosti svodi se na deskriptivnu analizu (empirijska raspodela, srednje vrednosti, mere varijacije, mere oblika i simetrije raspodele), funkcionalnu analizu i analizu indeksa u toku vremena (trend, cikličnost i fluktuacije). Zbog klimatskih uslova astronomi nikada ne mogu posmatrati Sunce tokom cele godine. Zato je statistička obrada uvek skopčana sa problemom selektivnosti materijala. U slučaju velikog broja oblačnih dana, posebno kada su oni

neravnomerno raspoređeni u toku godine, odustaje se od statističke obrade ovih podataka. Ako je broj posmatranja veliki, podaci se usrednjavaju na veće vremenske jedinice – najbolje na jednu godinu. Usrednjeni podaci se nanose na grafikon (sl. 25). Prate se promene indeksa u toku ciklusa.

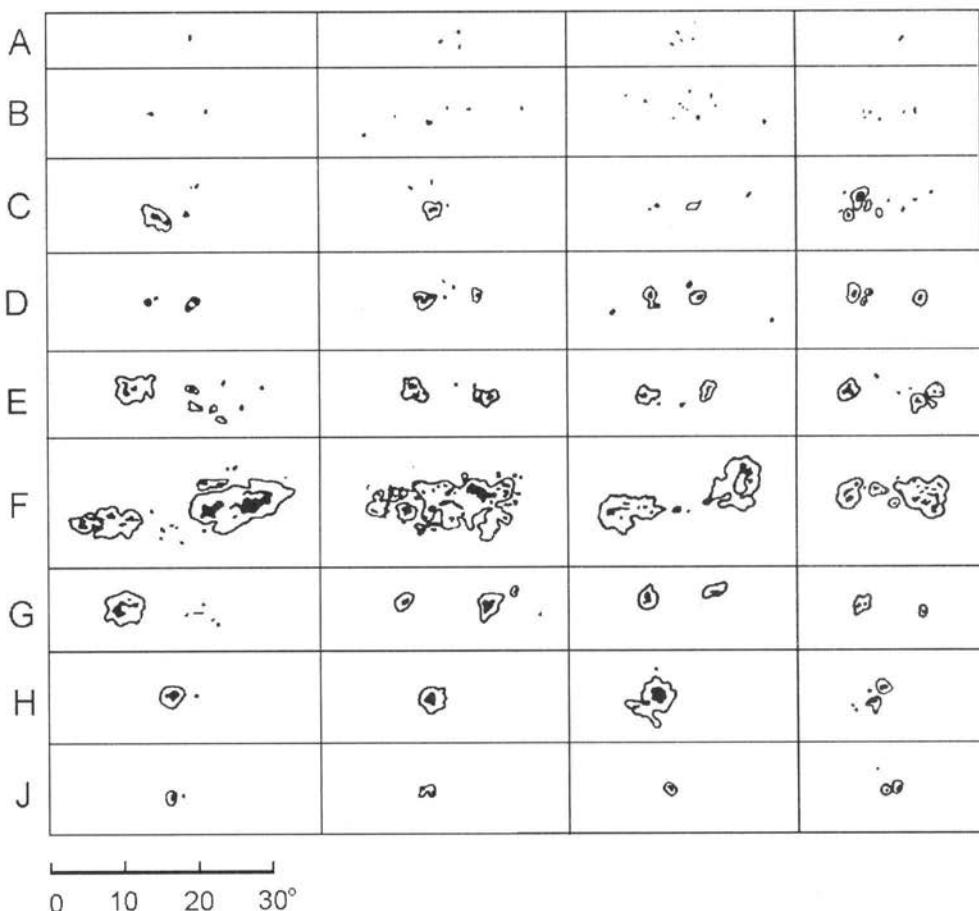
Klasifikacija pojava na Suncu

Ciriška klasifikacija pega

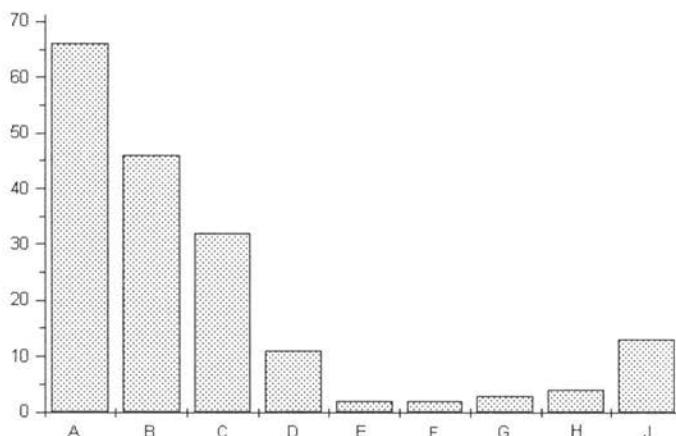
Najširu primenu u praksi je stekla Ciriška klasifikacija (sl. 16) koju je dao Valdmajer 1938. godine, zasnivajući je na vizuelnim posmatranjima razvoja grupa pega. Klasifikacija ima 9 grupa i sadrži skoro sve stadijume evolutivnog razvoja pega.

- A: Vrlo mala pega ili grupa pega koja se prostire na površini ne većoj od 2 do 3 kvadratna stepena. Pore nemaju polusenkou i vreme trajanja im je malo.

*Slika 16
Ciriška klasifikacija
pega.*



- B: Bipolarna grupa u kojoj pege nemaju polusenk. Velika osa grupe je usmerena u pravcu E-W.
- C: Bipolarna pega u kojoj jedna pega ima polusenk.
- D: Bipolarna grupa u kojoj veće pege imaju polusenk. Dužina grupe je manja od 10° .
- E: Velika bipolarna grupa sa dosta složenom struktrom. Obe glavne pege imaju polusenk. Između njih se nalazi mnoštvo sitnijih pega. Grupa je duža od 10° .
- F: Vrlo velika grupa pega sa dosta složenom struktrom. Dužina grupe po pravcu E-W je veća od 15° .
- G: Veća bipolarna grupa koja između glavnih pega ne sadrži sitnije. Dužina grupe je veća od 10° .
- H: Unipolarna pega sa polusenkom, najčešće kružnog oblika. Prečnik pege je veći od $2^\circ.5$.
- J: Unipolarna pega sa polusenkom. Prečnik pege je manji od $2^\circ.5$.



Slika 17

Raspodela grupe pega
u 1979. godini po
Ciriškoj klasifikaciji.

Klasifikacija pega po Šaronovu

Ova klasifikacija se redje koristi. U njoj se razlikuju 4 klase (sl.18), od kojih se svaka deli na potklase (34; 54, 55).

I klasa: Usamljene pege ili pege okružene većim brojem pora:

- Ia – pega sa celim jezgrom i pravilnom polusenkom;
- Ib – jezgro pega je razdeljeno na dva ili više delova;
- Ic – dvojna pega, pri čemu su i senka i polusenka razdeljeni na dva dela;
- Id – kao pod (Ic), ali više od dve pege.

*Slika 18
Klasifikacija pega po Šaronovu.*

ISTOK → ZAPAD				
I a	I b	I c	I d	
II h ₁	II h ₂	II h ₃		
II c ₁	II c ₂	II d ₁	II d ₂	
II a ₁	II a ₂	II a		
II b ₁	II b ₂	II b		
II e	II f	II g		
III a	III b	III c		
IV a	IV b	IV c	IV d	IV e

II klasa: Dvopolne grupe; grupa predstavlja skup dve ili više pega i pora obično u obliku niza:

- IIa – grupa trougaone konfiguracije, glavna pega usamljena, prate je dve pege, a linija koja ih spaja obrazuje sa osom grupe približno prav ugao;
- IIb – višeugaona grupa, glavna pega usamljena, a prateća grupa se sastoji od više pega;
- IIc – grupa se sastoji od dve pege, glavne i prateće. Između njih mogu postojati pore;

- IId – grupu čini niz od nekoliko većih pega, a najveća pega je pravilna;
- Ile – grupa se sastoji od niza pega, od kojih je najveća pravilnog oblika i vodeća je;
- IIf – grupa u obliku niza, najveća pega je pravilna i u sredini (prelazni tip ka III klasi);
- IIIh – usamljena pega iza koje se nalazi niz pora (prelazni tip ka I klasi).

III klasa: Velika grupa u kojoj su sva jezgra obuhvaćena zajedničkom polusenkom; ovo je oblik karakterističan za period maksimuma Sunčeve aktivnosti, vrlo je redak, pripadaju mu najkrupnije grupe za koje je karakteristično da se brzo razvijaju:

- IIIa – od zajedničkog centra polusenka se grana obrazujući zvezdastu ili spiralnu formaciju ispunjenu jezgrima;
- IIIb – grupa se sastoji od niza približno paralelnih lukova ili traka polusenke sa više jezgara u njima;
- IIIc – površina senke je bez grana i traka.

IV klasa: Grupa se sastoji samo od pora i uopšte ne sadrži pege koje imaju polusenkou:

- IVa – usamljena pora;
- IVb – dvostruka pora ili uzan niz pora;
- IVc – grupa od dve udaljene pege ili grupica pora;
- IVd – niz pora;
- IVe – pore razbacane bez ikakvog rasporeda.

Glavna odlika ove klasifikacije je mogućnost jasnog razgraničenja grupa po relativnim razmerama i njihovoj konfiguraciji. Slično kao i Ciriška klasifikacija, i ova ima odlike razvojnosti.

Moguće je poređiti pojedine klase u ove dve klasifikacije. Dobijaju se sledeći ekvivalenti (39; 10):

Ciriška	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Šaronov	IVa; IVb	IVc	IIh	Ile	IIg	III	IIc ₁	Ib; Ic	Ia .

Klasifikacija fakula

Fakule se klasifikuju u tri osnovne grupe:

1. **Kompaktna fakula.** To su fakule vidljive u obliku jedne ili više svetlih površina.
2. **Vlaknasta fakula.** Fakula ima vlaknastu strukturu.
3. **Tačkasta fakula.** Fakule su u obliku svetlih tačkica.

Vrlo retko na disku Sunca mogu se posmatrati *erupcije* (bljeskovi). Slične su fakulama, ali znatno sjajnije. Najverovatnije će se videti unutar velikih i složenih grupa pega. Pošto su erupcije kratkotrajna pojava, tokom

posmatranja treba odrediti njihov početak i kraj. Za posmatranje erupcija su potrebna patrolna osmatranja tokom cele obdanice. Erupcije se kontinuirano prate na specijalnim solarnim opservatorijama, pomoću tzv. monohromatskih filtera i spektroskopski, a van sistematskog praćenja se posmatraju slučajno prilikom posmatranja pega i fakula.

Nakon primarne klasifikacije pega i fakula, određuju se apsolutne i relativne zastupljenosti pojedinih klasa. Zbog selektivnosti prikupljenih podataka, obrađuju se podaci za jedan mesec ili, još bolje, za jednu godinu. Sređeni podaci se mogu se prikazati u obliku histograma. Prate se promene u toku ciklusa.

Određivanje heliografskih koordinata pega i fakula

Položaj pega i fakula je određen sa dve koordinate:

- heliografskom širinom (latituda),
- heliografskom dužinom (longituda).

Latituda se meri od Sunčevog ekvatora ka polovima, pri čemu je pozitivna ka severu, a negativna ka jugu. Izražava se u stepenima i može imati vrednost od 0° do 90° .

Longituda se meri od tzv. Keringtonovog meridijana koji je prolazio kroz centar Sunčevog diska u srednje Griničko podne 1. januara 1854. godine i prolazi kroz Sunčev centar svakih 27.2753 srednjih sunčevih dana. Meri se od ovog meridijana ka zapadu i može imati vrednost od 0° do 360° .

Tačnost određivanja koordinata pega zavisi od vrste analize i primenjenog postupka. Za potrebe statističke analize raspodele pega po širini i dužini dovoljna je tačnost od $0^\circ.5$, a za određivanje sopstvenog kretanja pega potrebna je tačnost od $0^\circ.1$. Veću tačnost nije moguće postići zbog nemogućnosti preciznog određivanja središta pege.

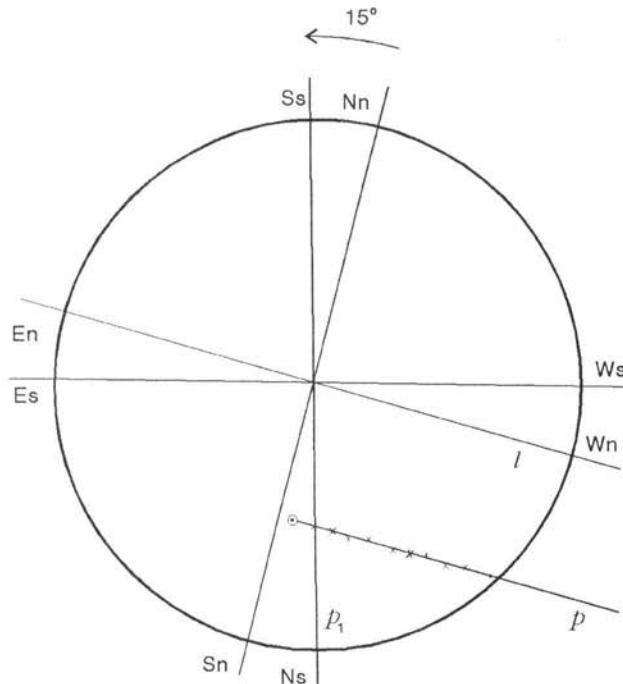
Pre očitavanja koordinata sa mreže neophodno je dovršiti postupak određivanja dnevног paralela (započet tokom ucrtavanja), orientisati crtež i izračunati položajni ugao ose rotacije Sunca (P_0), kao i heliografsku širinu i dužinu središta Sunčevog diska (B_0 i L_0), u trenutku posmatranja.

Dnevni paralel se određuje na sledeći način:

Kroz ucrtane položaje izabrane pege povlači se prava p . Paralelno njoj povlači se prava l kroz centar kružnice (označava ga trag igle šestara kojom je konstruisana kružnica, ili simetrala dve teticе). Presek prave l i kružnice daje tačke nebeskog istoka (En) i zapada Sunca (Wn) (sl. 19).

Pošto se Sunce na ekranu uvek kreće ka zapadu, tačka W_n je uvek u smeru kretanja Sunca. Normalna na pravu l kroz centar kružnice daje tačku severnog N_n i južnog S_n nebeskog pola Sunca. Ove tačke treba razlikovati od pravih Sunčevih polova (N_s i S_s). Da ove tačke ne bi zamenile svoje položaje potrebno je tačno orientisati crtež. Ovde je dato nekoliko primera ispravnih orientacija za razne instrumente i načine posmatranja (sl. 20).

Slika 19
Određivanje
dnevnog paralela
(videti sl. II).



Položaj ose rotacije Sunca i koordinate centra Sunčevog diska mogu se naći u astronomskim efemeridama (časopis Vasiona, Astronomičeskij kalendar). To su, gore već pomenute, veličine:

P_0 : ugao koji zaklapa osu Sunčeve rotacije sa normalom na dnevni paralel (položajni ugao ose rotacije Sunca),

B_0 : latituda središta prividnog Sunčevog diska,

L_0 : longituda središta prividnog Sunčevog diska.

Za dati trenutak posmatranja ovi podaci se dobijaju interpolacijom.

Primer I

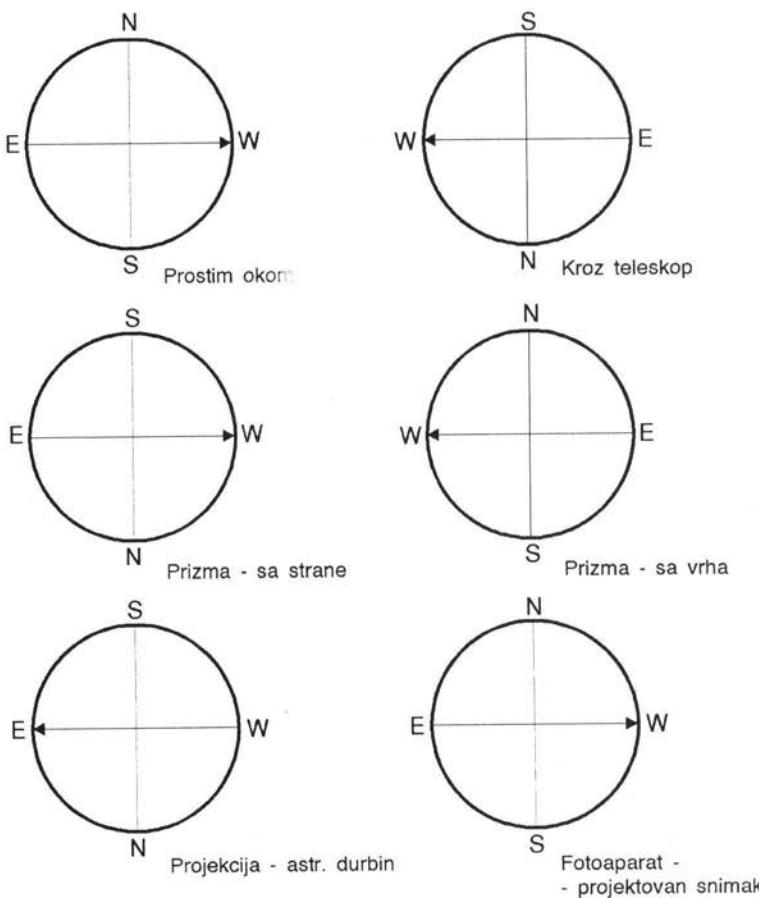
Sunce je posmatrano 05. avgusta 1990. godine u 11 časova TU. Interpolacijom izračunati P_0 , B_0 i L_0 za dati trenutak posmatranja.

U astronomskim efemeridama se nalazi:

Mesec	Datum	P_0	B_0	L_0
Avgust	02.	11°.0	5°.8	260°.3
"	06.	12°.6	6°.1	207°.4

Za četiri dana P_0 se promenilo za $1^{\circ}.6$ ($12^{\circ}.6 - 11^{\circ}.0 = 1^{\circ}.6$), odnosno za jedan dan za $0^{\circ}.4$ ($1^{\circ}.6 : 4 = 0^{\circ}.4$). Do ponoći 05. 08. 1990. godine, P_0 se promenilo za $1^{\circ}.2$ ($0^{\circ}.4 \times 3 = 1^{\circ}.2$). Za jedan čas P_0 se

*Slika 20
Primeri orijentacije
Sunca.*



promenilo za $0^\circ.017$ ($0^\circ.4 : 24 = 0^\circ.017$), a od ponoći do trenutka posmatranja $0^\circ.19$ ($0^\circ.017 \times 11 = 0^\circ.187$). Za trenutak posmatranja se dobija:

$$P_0 = 11^\circ.0 + 1^\circ.2 + 0^\circ.19 = 12^\circ.4$$

Na isti način se računaju vrednosti B_0 :

za jedan dan:

$$6^\circ.1 - 5^\circ.8 = 0^\circ.3$$

$$0^\circ.3 : 4 = 0^\circ.075$$

od 02. 08. do 05. 08. u ponoć:

$$0^\circ.075 \times 3 = 0^\circ.225$$

za jedan čas:

$$0^\circ.075 : 24 = 0^\circ.0031$$

od ponoći do trenutka posmatranja:

$$0^\circ.0031 \times 11 = 0^\circ.034.$$

Za trenutak posmatranja:

$$B_0 = 5^\circ.8 + 0^\circ.22 + 0^\circ.034 = 6^\circ.054, \text{ odnosno: } B_0 = 6^\circ.1.$$

L_o se dobija:

za jedan dan:

$$207^\circ.4 - 260^\circ.3 = -52^\circ.9$$

$$-52^\circ.9 : 4 = -13^\circ.22$$

od 02. 08. do 05. 08. u ponoć:

$$-13^\circ.22 \times 3 = -39^\circ.67$$

za jedan čas:

$$-13^\circ.22 : 24 = -0^\circ.551$$

od ponoći 05. 08. do trenutka posmatranja:

$$-0^\circ.551 \times 11 = -6^\circ.06.$$

Za trenutak posmatranja se dobija:

$$L_o = 260.3 - 39.67 - 6.06 = 214^\circ.6$$

Ugao P_o se nanosi na crtež od severnog nebeskog Sunčevog pola (N_n) ka istoku ako je pozitivan, a ka zapadu ako je negativan. Treba obratiti pažnju na predznaće u efemeridama. Vrednost P_o je negativna od početaka januara do početka jula, a pozitivna u ostalom delu godine. Vrednost ugla B_o je pozitivna od početka decembra do početka juna, a negativna u ostalom delu godine. Vrednost ugla L_o je pozitivna tokom cele godine i uvek se smanjuje od 360° do 0° , a njegova dnevna promena iznosi $13^\circ.2$.

Presekom prave p_1 i kružnice se dobijaju tačke N_s i S_s , koje predstavljaju presek Sunčeve ose rotacije i ivice Sunčevog diska. Normala na ovu pravu u preseku sa kružnicom daje tačke E_s i W_s .

Za određivanje heliografskih koordinata najčešće se koriste:

1. ortografske mreže,
2. porterov solarni disk.

Ortografske mreže i Porterov solarni disk koriste se fotokopirani na paus papir ili termootpornu foliju.

Ortografske mreže

Najširu primenu u praksi našle su ortografske mreže. Na ovim mrežama meridijani su krive linije koje su svojom konkavnom stranom okrenute ka centru diska. Izuzetak je centralni meridijan, koji je prava linija. Paralele su krive linije koje su konkavnom stranom okrenute ka južnom ili severnom polu u zavisnosti od položaja Sunčeve ose rotacije u odnosu na Zemlju. Kod ekvatorijalne ortografske mreže ($B_o = 0$) paralele su prave linije.

Ortografske mreže su označene brojevima od 0 do 7, koji odgovaraju vrednostima B_o u celim stepenima od -7° do $+7^\circ$. Brojem 0 označena je *ekvatorijalna ortografska mreža*. Dobijenom vrednošću za B_o određuje se broj mreže koja će se koristiti za dati trenutak posmatranja.

Tačnost ovako dobijenih koordinata kreće se u rasponu od $0^\circ.5$ do $2^\circ.5$, što zavisi od veličine reprodukcije Sunčevog diska, položaja pege i iskustva posmatrača. Smanjenje tačnosti određivanja heliografskih koordinata kod upotrebe ovih mreža se javlja zbog zaokruživanja vrednosti B_0 na ceo broj i očitavanja koordinata interpolacijom.

Odgovarajuća mreža stavlja se preko crteža. Zatim se centralni meridian na mreži poklopi sa osom Sunčeve rotacije (prava p_1). Heliografska širina β meri se od Sunčevog ekvatora i pozitivna je ka severu, a negativna ka jugu. Heliografska širina β ima očitanu vrednost b .

Heliografska dužina λ se dobija iz formule:

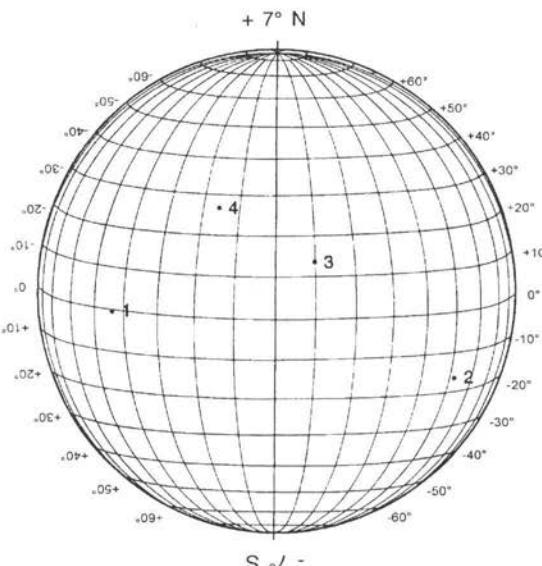
$$\lambda = L_0 \pm l \quad (9)$$

gde je L_0 – longituda središta prividnog Sunčevog diska dobijena računskim putem iz efemerida, a l – uglovno rastojanje detalja od centralnog meridijana ortografske mreže.

Ako je pega istočno od centralnog meridijana (razlikovati ga od Keringtonovog) predznak je $(-)$, a ako je zapadno onda je $(+)$. Ukoliko je vrednost B_0 negativna, mreža se na crtežu okreće za 180° i očitavaju koordinate.

Primer 2

Sunce je posmatrano 6. septembra 1980. godine u 10 časova TU. Odrediti pomoću ortografske mreže koordinate pega sa slike* 21, ako je crtež dobijen terestričkim durbinom projekcijom na ekran. Uzeti da je $P_0 = 22^\circ.4$; $B_0 = 7^\circ.2$ i $L_0 = 251^\circ.9$.



Slika 21

Uz primer za određivanje koordinata pega pomoći ortografske mreže.

Heliografske koordinate pega su:

pega 1:

$$\beta = -0^\circ.5; \lambda = 295^\circ$$

pega 2:

$$\beta = -17^\circ; \lambda = 200^\circ$$

pega 3:

$$\beta = 13^\circ; \lambda = 242^\circ$$

pega 4:

$$\beta = 27^\circ; \lambda = 268^\circ$$

Obратiti pažnju da je istok na desnoj strani diska.

Ekvatorijalna ortografska mreža

U ovom postupku za sve vrednosti ugla B_0 koristi se samo ekvatorijalna ortografska mreža (broj 0).

Poklopi se centralni meridijan mreže sa osom rotacije i očitaju koordinate b i l . Potom se iz tabele u prilozima 2 i 3 izvade popravke Δb i Δl .

Heliografska širina β se dobija iz jednačine:

$$\beta = b + \Delta b \quad (10)$$

gde je b – rastojanje pege od ekvatora očitano sa mreže, a Δb se dobija iz formule:

$$\Delta b = B_0 \cos l \quad (11)$$

gde je B_0 – latituda središta prividnog Sunčevog diska dobijena računskim putem iz efemerida, a l – uglovno rastojanje detalja od centralnog meridiјana ortografske mreže.

Heliografska dužina λ se dobija iz jednačine:

$$\lambda = L_0 + l' \quad (12)$$

gde je L_0 – longituda središta prividnog Sunčevog diska dobijena računskim putem iz efemerida, a l' se dobija iz formule:

$$l' = l + \Delta l \quad (13)$$

gde je l uglovno rastojanje detalja od centralnog meridiјana, a Δl je popravka heliografske dužine koja se dobija iz formule:

$$\Delta l = B_0 \sin l \operatorname{tg} b \quad (14)$$

U formuli (11) Δb ima znak B_0 , a u formuli (14) Δl ima znak proizvoda $B_0 l b$.

Popravke Δl i Δb mogu se odrediti i dvostrukom interpolacijom iz tabele u prilozima 2 i 3. Veličina Δb se nalazi po argumentima B_0 i l iz priloga 2; veličina Δl se nalazi iz tabele u prilogu 3 po b i A (A se nalazi iz priloga 2, po B_0 i $90^\circ - l$).

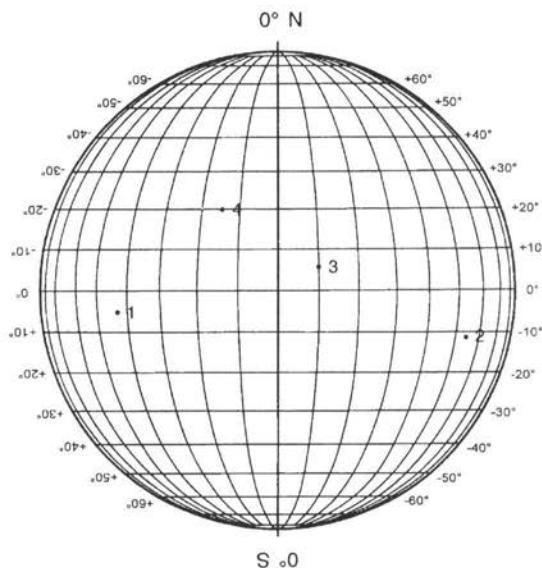
Primer 3

Na slici 22. dat je položaj pega 6. septembra 1980. godine u 10^h TU (situacija iz primera 2). Odrediti koordinate ovih pega koristeći samo ekvatorijalnu ortografsku mrežu.

Slika 22

Ilustracija uz primer za određivanje heliografskih koordinata pega pomoću ekvatorijalne ortografske mreže.

Istok se nalazi na desnoj strani diska.



$$\text{Pega 1: } b = -6^\circ \quad l = 43^\circ$$

$$\text{Pega 2: } b = -21^\circ \quad l = -54^\circ$$

$$\text{Pega 3: } b = 6^\circ \quad l = -10^\circ$$

$$\text{Pega 4: } b = 20^\circ \quad l = 15^\circ$$

Vrednosti Δb i Δl se dobijaju na dva načina:

1. neposrednim proračunom pomoću formula (11) i (14),
2. direktnim vadenjem iz tabele.

1. postupak – neposredno računanje koordinata

Iz logaritamskih tablica se dobijaju potrebni podaci:

a) za širinu:

$$\text{pega 1: } \cos l = 0.73135$$

$$\text{pega 3: } \cos l = 0.93481$$

$$\text{pega 2: } \cos l = 0.58779$$

$$\text{pega 4: } \cos l = 0.96593$$

b) za dužinu:

pega 1:

$$\sin l = 0.68200$$

$$\operatorname{tg} b = 0.10510$$

pega 2:

$$\sin l = 0.80902$$

$$\operatorname{tg} b = 0.38386$$

pega 3:

$$\sin l = 0.17365$$

$$\operatorname{tg} b = 0.10510$$

pega 4:

$$\sin l = 0.25882$$

$$\operatorname{tg} b = 0.36397$$

Podaci za izračunavanje heliografske širine se uvrste u formulu (11).

Dobija se:

pega 1:

$$\begin{aligned}\Delta b &= B_0 \cos l \\ \Delta b &= 7^\circ.2 \times 0.73135 \\ \Delta b &= 5^\circ.3\end{aligned}$$

pega 3:

$$\begin{aligned}\Delta b &= B_0 \cos l \\ \Delta b &= 7^\circ.2 \times 0.98481 \\ \Delta b &= 7^\circ.1\end{aligned}$$

pega 2:

$$\begin{aligned}\Delta b &= B_0 \cos l \\ \Delta b &= 7^\circ.2 \times 0.58779 \\ \Delta b &= 4^\circ.2\end{aligned}$$

pega 4:

$$\begin{aligned}\Delta b &= B_0 \cos l \\ \Delta b &= 7^\circ.2 \times 0.96593 \\ \Delta b &= 7^\circ.0\end{aligned}$$

i pomoću formule (5) konačno se dobija:

pega 1:

$$\begin{aligned}\beta &= b + \Delta b \\ \beta &= -6^\circ + 5^\circ.3 \\ \beta &= -0^\circ.7\end{aligned}$$

pega 3:

$$\begin{aligned}\beta &= b + \Delta b \\ \beta &= 6^\circ + 7^\circ.1 \\ \beta &= 13^\circ.1\end{aligned}$$

pega 2:

$$\begin{aligned}\beta &= b + \Delta b \\ \beta &= -21^\circ + 4^\circ.2 \\ \beta &= -16^\circ.8\end{aligned}$$

pega 4:

$$\begin{aligned}\beta &= b + \Delta b \\ \beta &= 20^\circ + 7^\circ.0 \\ \beta &= 27^\circ.0\end{aligned}$$

I podaci za heliografsku dužinu se na isti način uvršćuju u odgovarajuće formule:

pega 1:

$$\begin{aligned}\Delta l &= B_0 \sin l \operatorname{tg} b \\ \Delta l &= 0^\circ.5\end{aligned}$$

pega 3:

$$\begin{aligned}\Delta l &= B_0 \sin l \operatorname{tg} b \\ \Delta l &= 0^\circ.1\end{aligned}$$

pega 2:

$$\begin{aligned}\Delta l &= B_0 \sin l \operatorname{tg} b \\ \Delta l &= 2^\circ.2\end{aligned}$$

pega 4:

$$\begin{aligned}\Delta l &= B_0 \sin l \operatorname{tg} b \\ \Delta l &= 0^\circ.7\end{aligned}$$

zatim se dobija:

pega 1:

$$\begin{aligned}l' &= l + \Delta l \\ l' &= 43^\circ.5\end{aligned}$$

pega 3:

$$\begin{aligned}l' &= l + \Delta l \\ l' &= -9^\circ.9\end{aligned}$$

pega 2:

$$\begin{aligned}l' &= l + \Delta l \\ l' &= -51^\circ.8\end{aligned}$$

pega 4:

$$\begin{aligned}l' &= l + \Delta l \\ l' &= 15^\circ.7\end{aligned}$$

i konačno:

pega 1:

$$\begin{aligned}\lambda &= L_0 + l' \\ \lambda &= 251^\circ.9 + 43^\circ.5 \\ \lambda &= 295^\circ.4\end{aligned}$$

pega 2:

$$\begin{aligned}\lambda &= L_0 + l' \\ \lambda &= 251^\circ.9 - 51^\circ.8 \\ \lambda &= 200^\circ.1\end{aligned}$$

pega 3:

$$\begin{aligned}\lambda &= L_0 + l \\ \lambda &= 251^\circ.9 - 9^\circ.9 \\ \lambda &= 242^\circ.0\end{aligned}$$

pega 4:

$$\begin{aligned}\lambda &= L_0 + l \\ \lambda &= 251^\circ.9 + 15^\circ.7 \\ \lambda &= 267^\circ.6\end{aligned}$$

2. postupak – računanje pomoću tablica

Vrednosti Δb i Δl se određuju iz tablica u prilogu 2 i 3. Vrednosti A , B_0 , b i l se zaokružuju na ceo broj i iz tablice uzimaju najbliže vrednosti. Za preciznija izračunavanja (npr. fotografски postupak) Δb i Δl se izračunavaju interpolacijom.

Prvo se odredi vrednost za Δl .

U našem primeru za pegu broj 1 imamo da je: $B_0 = 7^\circ.2 \approx 7^\circ$; $l = 43^\circ$; $90^\circ - l = 47^\circ$.

U prilogu 2, vrednosti za A su date za celobrojne vrednosti B_0 , na svakih 5° argumenta l . U koloni pod 7° (najблиža vrednost B_0) nalazimo:

$$\text{za } l = 40^\circ \Rightarrow A = 4^\circ.5; l = 45^\circ \Rightarrow A = 4^\circ.9.$$

Vrednost Δl za $l = 43^\circ$ nalazi se interpolacijom između ovih vrednosti.

Za $l = 43^\circ$ sledi:

$$\begin{aligned}4^\circ.9 - 4^\circ.5 &= 0^\circ.4, \\ 0^\circ.4 : 5 &= 0^\circ.08, \\ 0^\circ.08 \times 3 &= 0^\circ.24, \\ A &= 4^\circ.5 + 0^\circ.24 = 4^\circ.7.\end{aligned}$$

Iz tabele u prilogu 3 se interpolira po $b = 6^\circ$ i $A = 4^\circ.7$.

Prvo se nađe odgovarajuća vrednost za b između kolona pod 0° i 10° (b je u ovom intervalu) i po koloni $A = 5^\circ$ (A je najbliže ovoj vrednosti).

Interpolacijom po b se dobija:

$$\begin{aligned}0^\circ.9 : 10 &= 0^\circ.09 \\ 0^\circ.09 \times 6 &= 0^\circ.54\end{aligned} \quad \begin{aligned}0^\circ.7 : 10 &= 0^\circ.07 \\ 0^\circ.07 \times 6 &= 0^\circ.42,\end{aligned}$$

a interpolacijom po A :

$$\begin{aligned}0^\circ.54 - 0^\circ.42 &= 0^\circ.12 \\ 0^\circ.12 : 10 &= 0^\circ.012 \\ 0^\circ.012 \times 3 &= 0^\circ.036;\end{aligned}$$

najzad se dobija:

$$\Delta l = 0^\circ.54 - 0^\circ.036 = 0^\circ.504, \text{ odnosno } \Delta l = 0^\circ.5.$$

Određivanje Δb . Polazni podaci su: $l = 43^\circ$; $B_0 = 7^\circ.2$. Računske operacije su iste kao i u prethodnom slučaju.

$$\begin{aligned}4^\circ.9 - 4^\circ.2 &= 0^\circ.7 \\ 0^\circ.7 : 10 &= 0^\circ.07\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0^\circ.07 \times 2 &= 0^\circ.14 \\
 4^\circ.9 + 0^\circ.14 &= 5^\circ.04 \\
 5^\circ.4 - 4^\circ.9 &= 0^\circ.5 \\
 0^\circ.5 : 5 &= 0^\circ.1 \\
 0^\circ.1 \times 2 &= 0^\circ.2
 \end{aligned}$$

i najzad:

$$\Delta b = 5^\circ.04 + 0^\circ.2 = 5^\circ.24.$$

Dobijeni rezultati se slažu za rezultatima iz prvog postupka.

Porterov solarni disk

Porterov solarni disk je podeljen na kvadrate i koncentrične krugove sa centrom u sredini diska. Na severnoj i južnoj strani je naneta ugaona podela od 0° do 28° . Uglovi su ka severu pozitivni, a ka jugu negativni. Podela kvadrata i krugova ima vrednost $0^\circ.1$.

Porterov disk se stavi preko crteža pripremljenog za obradu i poklope strane sveta na crtežu i disku. Ako je P_o za dotični mesec pozitivno, crtež se rotira za taj ugao u smeru suprotnom kretanju kazaljke na satu. Ako je P_o negativno onda crtež rotiramo u smeru kazaljke na satu.

Položaj pege se određuje duž vertikalne (Y koordinata) i horizontalne ose (X koordinata). X je pozitivno zapadno od meridijana, a negativno ka istoku. Y je pozitivno na severu a na jugu negativno. Koncentrični krugovi služe za određivanje udaljenosti pege od središta diska d .

Pošto se sa crteža odredi X , Y i d širina pege se određuje po formuli:

$$\sin \beta = Y + \text{korekcija} \quad (15)$$

gde je B – širina pege, a korekcija se uzima iz tabele priložene na sledećoj strani. Korekcija ima predznak B_o .

Heliografska dužina (L) se dobija iz formule:

$$\lambda = l + L_o \quad (16)$$

gde je L_o dobijeno iz efemerida, a l se dobija iz formule:

$$\sin l = X \sec \beta \quad (17)$$

gde se $\sec \beta$ i $\sin \lambda$ računaju ili uzimaju iz tablica, a X je već određeno sa crteža.

Primer 4

Odrediti pomoću Porterovog solarnog diska heliografske koordinate pege sa crteža 21, koristeći podatke za P_o , B_o i L_o iz primera 2.

Korekcija vrednosti za Y

d	B_0							
	0	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7
0.0	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12
0.1	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12
0.2	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12
0.3	0.00	0.02	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12
0.4	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11
0.5	0.00	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.08	0.11
0.6	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.07	0.07	0.10
0.7	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.09
0.8	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.07
0.9	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Pomoću Porterovog diska se dobijaju vrednosti za X , Y i d .

$$\begin{array}{llll} 1. X = 0.68 & 2. X = -0.75 & 3. X = -0.17 & 4. X = 0.26 \\ Y = -0.09 & Y = -0.35 & Y = 0.1 & Y = 0.34 \\ d = 0.69 & d = 0.83 & d = 0.19 & d = 0.42 \end{array}$$

Na osnovu datih formula i gornje tabele dobija se heliografska širina:

pega 1:

$$\begin{aligned} \sin \beta &= Y + \text{korekcija} \\ \sin \beta &= -0.09 + 0.095 \\ \sin \beta &= 0.005 \\ \beta &= 0^\circ.3 \end{aligned}$$

pega 2:

$$\begin{aligned} \sin \beta &= Y + \text{korekcija} \\ \sin \beta &= -0.35 + 0.06 \\ \sin \beta &= -0.29 \\ \beta &= -16^\circ.9 \end{aligned}$$

pega 3:

$$\begin{aligned} \sin \beta &= Y + \text{korekcija} \\ \sin \beta &= 0.1 + 0.12 \\ \sin \beta &= 0.22 \\ \beta &= 12^\circ.7 \end{aligned}$$

pega 4:

$$\begin{aligned} \sin \beta &= Y + \text{korekcija} \\ \sin \beta &= 0.34 + 0.11 \\ \sin \beta &= 0.45 \\ \beta &= 26^\circ.7 \end{aligned}$$

Heliografska dužina se dobija na sledeći način:

pega 1:

$$\begin{aligned} \sin l &= X \sec \beta \\ \sin l &= 0.68 \times 1.00001 \\ \sin l &= 0.68001 \\ l &= 42^\circ.8 \end{aligned}$$

pega 2:

$$\begin{aligned} \sin l &= X \sec \beta \\ \sin l &= -0.75 \times 1.04514 \\ \sin l &= -0.78386 \\ l &= -51^\circ.6 \end{aligned}$$

pega 3:

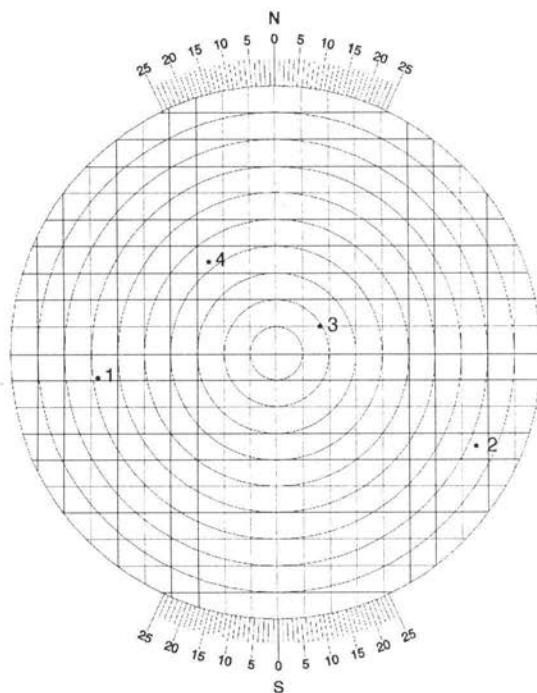
$$\begin{aligned} \sin l &= X \sec \beta \\ \sin l &= -0.17 \times 1.02508 \\ \sin l &= -0.17426 \\ l &= -10^\circ.0 \end{aligned}$$

pega 4:

$$\begin{aligned} \sin l &= X \sec \beta \\ \sin l &= 0.26 \times 1.11936 \\ \sin l &= 0.29103 \\ l &= 16^\circ.9 \end{aligned}$$

Slika 23

Ilustracija uz primer za određivanje heliografskih koordinata pega pomoću Portero-vog solarnog diska.



i najzad, za dužinu se dobija:

pega 1:

$$\lambda = l + L_o$$

$$\lambda = 42^\circ.8 + 251^\circ.9$$

$$\lambda = 294^\circ.7$$

pega 2:

$$\lambda = l + L_o$$

$$\lambda = -51^\circ.6 + 251^\circ.9$$

$$\lambda = 200^\circ.3$$

pega 3:

$$\lambda = l + L_o$$

$$\lambda = -10^\circ.0 + 251^\circ.9$$

$$\lambda = 241^\circ.9$$

pega 4:

$$\lambda = l + L_o$$

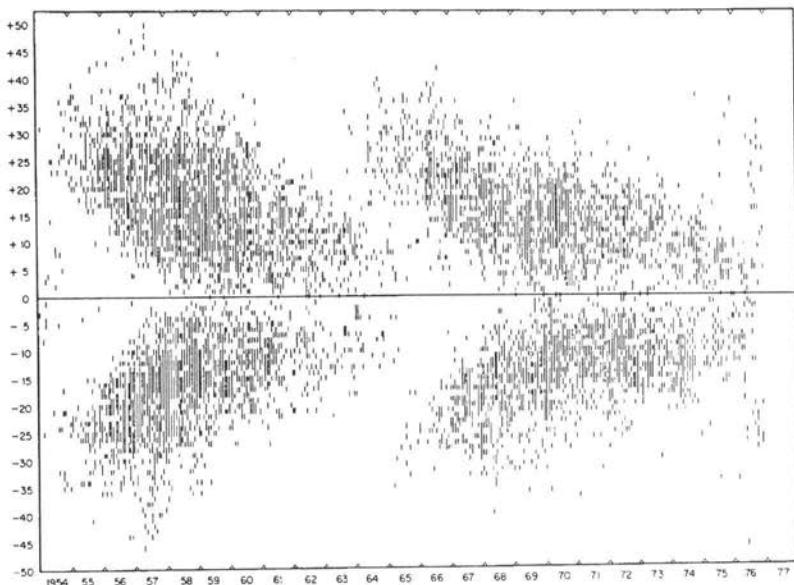
$$\lambda = 16^\circ.9 + 251^\circ.9$$

$$\lambda = 268^\circ.8$$

Heliografske koordinate pega i fakula se usrednjavaju po poluloptama. Zbog selektivnosti materijala usrednjavaju se na jedan mesec ili jednu godinu. Koordinate pega nanete na grafik u dužem nizu godina ukazuju na smanjenje srednje heliografske širine u toku ciklusa (sl. 24). Srednja širina grupa pega u toku vremena može se prikazati grafikonom.

Analiza aktivnosti Sunca

Dinamika aktivnosti Sunca se prati statističkom analizom podataka (npr. Volfovog broja) dobijenih posmatranjem. Najbolje je vrednosti pokazatelja aktivnosti naneti na grafikon (slika 25). Na mesečne i godišnje grafikone se nanose dnevne vrednosti, a na višegodišnje grafikone srednje-



Slika 24

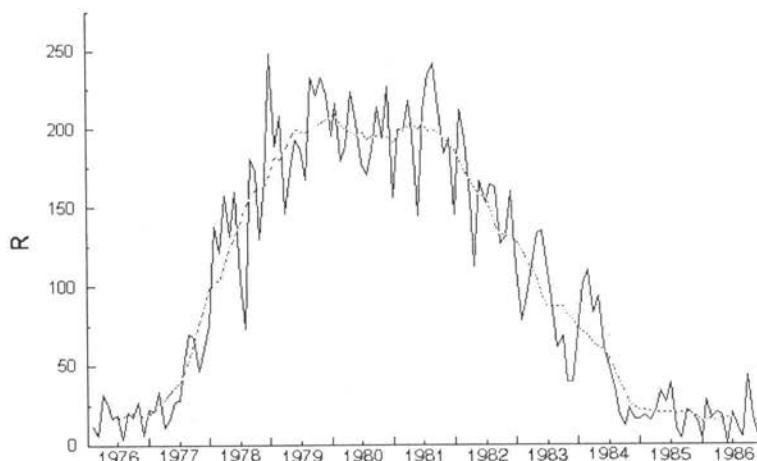
Smanjenje srednje heliografske širine pega tokom ciklusa (leptir-dijagram).

(Roman Smoluchowsky: *The Solar System, Scientific American Book Inc, New York, 1983*)

mesečne ili srednjegodišnje. Da bi se smanjile fluktuacije, korisno je grafik uravnnati nekom od statističkih metoda. Najčešće se koristi metod pokretnih proseka. Na grafikonu se jasno mogu videti cikličnost aktivnosti, izdvojiti epohe minimuma i maksimuma, izračunati trajanje i intenzitet aktivnosti ciklusa, međusobno porebiti vrednosti i promene pojedinih indeksa aktivnosti.

Slika 25

Srednje mesečne vrednosti Volfovog broja (R) u 21. ciklusu (pokretni prosek 3 člana).



Posmatranje pomračenja Sunca

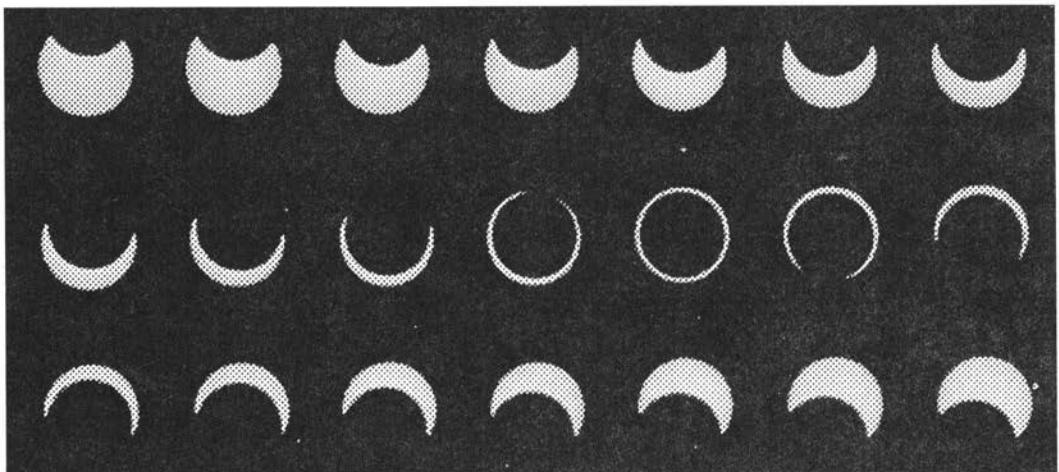
Posmatranja pomračenja Sunca mogu biti organizovana sa tri osnovna cilja:

a) **Posmatranja sa naučnim ciljem** organizuju profesionalne institucije i bolje amaterske organizacije ukoliko poseduju odgovarajuće instrumente i prateću opremu. Nepotpuna delimična pomračenja nisu predmet ovakvih posmatranja. Delimična pomračenja su predmet interesa astronoma koji izučavaju kretanje Zemlje i Meseca, a potpuna pomračenja astronomi i astrofizičari obavezno posmatraju.

Rezultati posmatranja pomračenja koriste se za popravku teorije kretanja Meseca i Zemlje. I pored toga što je ova teorija veoma dobro razvedena, neophodna je njena periodična praktična provera, a to je moguće, naročito u trenucima totalnih pomračenja Sunca. Za ova posmatranja koriste se dugofokusni teleskopi i fotokamere sa ciljem da se na snimku dođije što veći disk Sunca (ne manji od 20 mm). Za određivanje trenutaka kontakata Meseca sa Suncem korite se hronografi.

Totalna pomračenja Sunca idealna su prilika za posmatranje hromosfere i korone. Razvoj instrumentalne tehnike omogućio je posmatranje ova dva sloja Sunčeve atmosfere i van pomračenja, ali uz neka bitna ograničenja. Hromosfera se može posmatrati van pomračenja samo u određenim delovima spektra, dok spoljašnja zona korone nije vidljiva. Posmatranje i fotografisanje korone tokom totalnih pomračenja omogućuje detaljno istraživanje strukture, fizičkog sastava i kretanja materije.

Totalna pomračenja Sunca poslužila su i za proveru Ajnštajnove teorije relativnosti. Prema opštoj teoriji relativnosti prostor u okolini masivnih objekata je zakriven, pa će zrak svetlosti udaljene zvezde koji prolazi pored takvog objekta biti savijen za neki mali ugao. Usled toga će prividni položaj zvezde koja se nalazi neposredno pored Sunčeva diska biti pomeren u odnosu na „normalni” za ugao do $1''.75$. Da bi se ovaj efekat



Slika 26

Serijs fotografija kojom je prikazan tok jednog prstenastog pomračenja Sunca.

registrovao, neophodno je fotografisanje sjajnih zvezda u blizini Sunčevog diska u vreme kada je Sunce potpuno zaklonjeno Mesecom i šest meseci kasnije. Za to se koriste teleskopi sa kvalitetnim praćenjem i dugofokusni objektivi.

Profesionalna posmatranja se odlikuju visokom tačnošću dobijenih podataka, obezbeđenjem od sistematskih grešaka i selektivnošću zadataka posmatranja. Profesionalni astronomi svoju pažnju najčešće usredsređuju samo na manji broj segmenata pojave i njih detaljno proučavaju.

b) **Amaterska posmatranja** se realizuju skromnijim instrumentima, najčešće kroz grupni rad i kompleksne posmatračke zadatke. Amateri najčešće nastoje da pojavu posmatraju u više različitih segmenata kako bi dobili što više podataka. Posmatranja i snimanja pomračenja kvalitetnim instrumentima i adekvatnom procedurom mogu imati naučni interes.

c) **Posmatranja za šиру publiku** spadaju u grupu „turističkih“ posmatranja i organizuju sa ciljem da se što širem krugu ljudi omogući da posmatra jednu od najinteresantnijih i najimpresivnijih pojava na nebeskoj sferi. Za ovaku publiku su posebno atraktivna potpuna (totalna) pomračenja Sunca. Organizovanje ovakvih posmatranja zahteva posedovanje određenog broja filtera za direktno vizuelno posmatranje bez teleskopa, dvoglede, durbine i teleskope sa potrebnim dodacima za zaštitu očiju posmatrača. U takvim situacijama koriste se manji instrumenti, a veoma često samo filteri za Sunce. Kod upotrebe filtera za direktno vizuelno posmatranje bez teleskopa treba biti oprezan jer se često koriste veoma primitivni filteri (nagaravljeni staklo). Kod posmatranja koja se organizuju za veći broj ljudi prednost ima projektovanje Sunčevog lika na ekran, jer se tako većem broju ljudi omogućuje da istovremeno posmatra pojavu u svim fazama. Ovaj postupak je neophodan kada je na raspaganju manji broj instrumenata, a veliki broj lica zainteresovanih za posmatranje. Pre početka pomračenja zainteresovane posmatrače treba iscrpno informisati o nastupa-

jućoj pojavi (najbolje je održati predavanje – ako je to moguće). Osobe koje prvi put posmatraju pomračenje najčešće nisu dovoljno informisane o svim aspektima pojave, pa je potrebno da im stručno lice koje organizuje posmatranje ukaže šta, kako i kad da posmatraju.

Organizacione i tehničke pripreme amaterskih posmatranja

Posmatranja delimičnih pomračenja, zbog dužine trajanja, mogu realizovati pojedinci uz dobru pripremu i korektnu realizaciju planiranih zadataka. Poželjna su posmatranja u grupama 3-5 posmatrača.

Totalna pomračenja kratko traju, pa pojedinci ne mogu posmatranjem da obuhvate pojavu u celosti. Zbog toga su neophodna grupna posmatranja koja treba da uključe 10-15 posmatrača.

Priprema grupe mora početi 10-15 dana do početka pomračenja. Svaki član grupe dobija poseban zadatak: jedan određuje trenutke kontakta Meseca sa Suncem, drugi posmatra koronu, treći fotografiše itd. Grupa ima jednog ili više zapisničara. Zapisničari istovremeno glasno obaveštavaju posmatrače o tačnom vremenu. Tokom delimičnog pomračenja posmatračima se saopštava tačno vreme svakih pet minuta, pet minuta do potpunog pomračenja na svaki minut, a tokom totalnog pomračenja na svaku sekundu. Svi planirani postupci uvežbavaju se pre pomračenja. Neophodno je nabaviti precizne časovnike, pratiti tačnost časovnika, pripremiti formulare i šablove za ucrtavanje faza pomračenja. Ukoliko pomračenje nije vidljivo iz mesta stanovanja posmatrača ili sedišta astronomskog udruženja, organizuju se ekspedicije koje zahtevaju dodatne pripreme. Neophodno je na karti naneti tačnu putanju Mesečeve senke i dobro odabrati mesto posmatranja u zavisnosti od postavljenih zadataka.

Fotografsko praćenje pomračenja Sunca

Tokom pomračenja Sunce se fotografiše u cilju određivanja elemenata pomračenja, faza i dobijanja snimaka korone i protuberanci. Za snimanje se u principu koriste isti instrumenti, fotoaparati, filmovi i ekspozicije kao i kod običnog snimanja Sunčeve površine (38; 96).

Ukoliko se koriste azimutno montirani teleskopi, sa takvih snimaka se mogu odrediti položajni uglovi i trenuci kontakata Meseca sa Suncem. Kamera kraćeg fokusa (400-1000 mm) pogodna je da se na istom kadru načini više snimaka. Sa ovakvih snimaka se mogu odrediti položajni uglovi i tetine u trenutku snimanja (38; 96). Ukoliko se raspolaže sa kratkofokusnim fotoaparatima koji su učvršćeni na nepokretan stativ, može se snimiti ceo tok pomračenja na istom kadru. Eksponira se u istim razmacima, 3-5 minuta.

Za fotografisanje korone poželjni su teleskopi sa ekvatorijalnom montažom i kvalitetnim praćenjem. Tehnika snimanja u velikoj meri zavisi od karakteristika foto-aparata koji se koristi. Veličina lika Sunca na snimku direktno zavisi od žižne daljine objektiva, i dobija se po formuli:

$$d = \frac{F}{110} , \quad (18)$$

gde je d prečnik Sunčevog lika na filmu, a F žižna daljina objektiva.

Fotografisanje foto-aparatima sa kratkim fokusima (50-100 mm) ne-ma smisla, jer je prečnik lika Sunca na filmu 0.5 do 1 mm. Ukoliko amateri ipak žele da snime koronu (koja će se na snimku protezati na nekoliko milimetara), potrebno je da koriste srednje- i visokoosetljive filmove sa eksponicijom koja ne sme biti duža od 3-6 sekundi, jer će biti razmrljan zbog prividnog kretanja Sunca. Teleskopi sa fokusnim rastojanjem od 600 do 1000 mm mogu poslužiti kao foto-kamere za snimanje korone. Na ovakvim snimcima Sunčev disk ima prečnik 5-9 mm. Fotoaparat mora biti na stativu.

Za snimanje treba koristiti i filmove u boji. Pošto je fotografisanje vrlo teško, kod ovako retkih pojava neophodno je koristiti nekoliko instrumenata i filmove različite osetljivosti uz kombinaciju različitih ekspozicija. Sa kratkim ekspozicijama ne mogu se snimiti gornji slojevi korone, a kod dužih ekspozicija donji slojevi korone su preeksponirani (13; 126). Ekspoziciju t (u sekundama) treba birati oko vrednosti date formulom (38, 119):

$$t = \frac{1}{5S} \times \left(\frac{F}{D} \right)^2 , \quad (19)$$

gde je S osetljivost filma u jedinicama ASA, F – žižna daljina, a D – prečnik objektiva.

Ako se koriste filmovi u boji neophodno je obezbediti kontrolu boja, što se ostvaruje tako što se 10-12 minuta nakon završetka potpunog pomračenja fotografiše beli ekran (papir) koji je osvetljen Suncem. Prethodno se smanje dijafragma i ekspozicija. Nakon snimanja, svaki snimak se numeriše i zavede u dnevniku snimanja.

Korekcija časovnika

Trenuci kontakata Meseca sa Suncem moraju se odrediti vrlo precizno, sa minimalnom tačnošću od jedne sekunde, a po mogućnosti i od nekoliko desetih delova sekunde. Za to je potreban precizan časovnik ili štoperica. Određivanje popravke časovnika počinje dan pre pomračenja, a završava se dan posle pomračenja. Popravke se određuju dva puta dnevno,

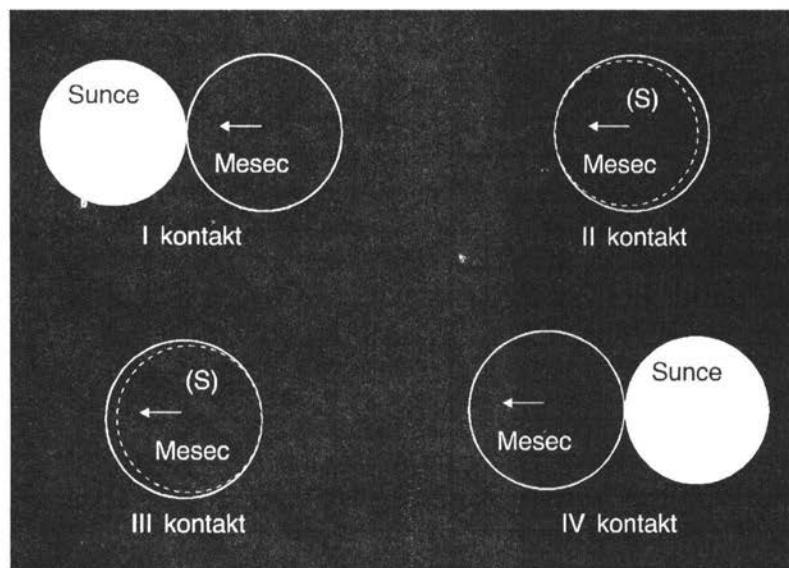
a po mogućnosti i češće. Časovnik se koriguje tako što se određuje njegovo stanje (odstupanje) u odnosu na vreme koje astronomske opservatorije saopštavaju preko radio stanica. Vrednost popravke časovnika treba naneti na grafikon sa koga se može direktno očitati popravka u vremenu pomračenja.

U novije vreme mogu se nabaviti radio-časovnici čiji se rad koriguje radio vezom.

Određivanje kontakata Meseca sa diskom Sunca

Trenuci kontakta Meseca sa diskom Sunca mogu se određivati vizuelnim posmatranjem, grafičkim ucrtavanjem ili fotografskim putem. Vizuelnim posmatranjem mogu se odrediti trenuci kontakta, a samo uz pomoć većih instrumenata i položajni uglovi kontakata. Ucrtavanjem se mogu odrediti trenuci kontakta sa tačnošću od nekoliko sekundi i položajni uglovi sa tačnošću od $0^{\circ}.5$. Od sva tri navedena, fotografski postupak obezbeđuje najveću tačnost.

Na priloženom crtežu (slika 27) prikazani su kretanje Meseca i Sunca tokom totalnog pomračenja. U trenutku dodira istočne ivice Meseca i zapadne strane Sunca (prvi kontakt) nastaje delimično pomračenje. Sa povećanjem pokrivenе površine smanjuje se sjaj Sunca, koji za običnog posmatrača postaje uočljiv tek kada Mesec prekrije 30% Sunčevog diska. Kada se poklope istočni krajevi Meseca i Sunca (drugi kontakt), gubi se i poslednji zrak Sunca. Tada nastupa totalno pomračenje. Na nebu se pojavljuju planete i sjajne zvezde. Pojavom prvih zraka svetlosti na zapadnom rubu završava se totalno pomračenje. Taj trenutak se označava kao



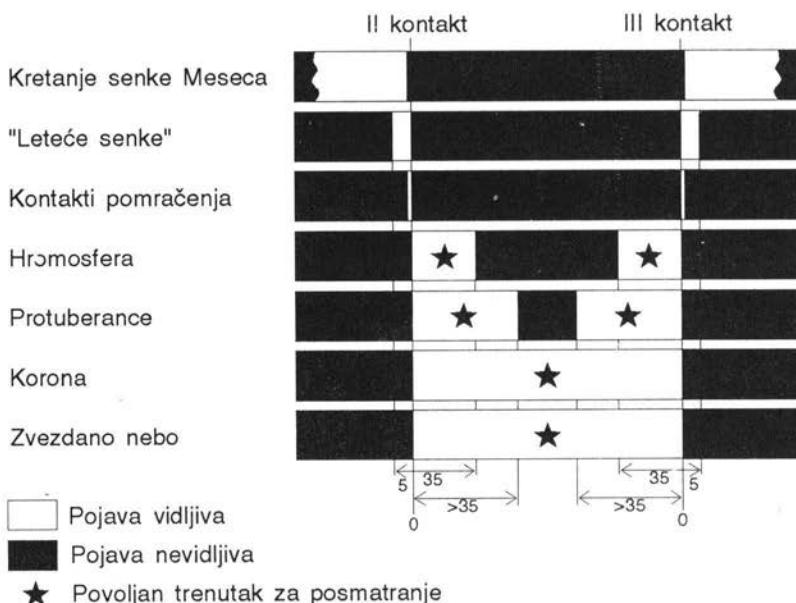
Slika 27

Šema za određivanje kontakata u slučaju totalnog pomračenja. Analogna situacija je i kod prstenastog pomračenja, samo što je u tom slučaju Sunce većeg ugaonog prečnika, a kontakti II i III menjaju uloge.

Slika 28

Šema za planiranje posmatranja tokom totalnog pomračenja Sunca, na primeru pomračenja od 15. februara 1961.

(Aleksandar Kubičela,
Vasiona 4, 1960)



treći kontakt. Otkrivena površina Sunčevog diska postaje sve veća. Dodirom zapadne ivice Meseca i istočne strane Sunca (četvrti kontakt), završava se delimično pomračenje.

Položajni uglovi kontakata određuju se sa crteža ili fotografije na isti način kao i uglovi kod prolaza unutrašnjih planeta preko Sunčevog diska, o čemu će kasnije biti reči (slika 36). Tokom pomračenja mora se odrediti pravac dnevnog paralela na ranije opisani način. Tokom pomračenja treba beležiti i vreme kontakta Meseca sa pojedinim pegama na Suncu.

Određivanje momenta pojavljivanja i iščezavanja planeta i zvezda

Tokom totalnih pomračenja Sunca na nebu se mogu videti planete (Merkur, Venera, Mars, Jupiter i Saturn), zvezde 1^m , a ponekad i 2^m . Dvogledom se mogu videti zvezde 3^m . Navedeni objekti se pojavljuju na nebu neposredno pre trenutka potpune faze pomračenja, a nestaju sa završetkom potpunog pomračenja.

Na nebu se posmatraju tri zone: u okolini Sunca, u okolini zenita i u okolini Severnog nebeskog pola. Pre posmatranja neophodno je uz pomoć zvezdane karte i astronomskih efemerida odrediti položaje planeta. Takođe, treba pripremiti spisak svih zvezda u navedenim zonama: obuhvatiti zvezde prve i druge magnitudo ako će se posmatrati golim okom, a ukoliko se posmatra dvogledom – i zvezde treće magnitudo. Poželjno je na pausu precrtati sve navedene objekte.

Tokom pomračenja beleže se trenuci pojave i nestanka pojedinih objekata, sa što je moguće većom tačnošću (16; 119).

Merenje meteoroloških elemenata

Tokom pomračenja treba osmatrati razvoj vremena, beležiti sve meteorološke pojave i meriti vrednosti meteoroloških elemenata. Poželjno je snabdeti se sa nekoliko osnovnih meteoroloških instrumenata. Osmatranja meteoroloških pojava i merenje elemenata počinju 1 sat pre pomračenja, a završavaju se 2 sata posle pomračenja.

Osmatra se stepen, razvoj i tip oblačnosti, kao i pravac i jačina vетра.

Temperatura vazduha se meri živim termometrom koji mora imati podelu od 0.1°C (izuzetno 0.2), kako bi se mogle pratiti fine promene izazvane smanjenjem radijacije Sunca. Za preciznije određivanje zavisnosti temperature vazduha od faze pomračenja treba meriti direktno zračenje uz eliminaciju zračenja okoline.

Temperatura se meri van pomračenja na svakih 5 minuta, a tokom pomračenja na svaki minut.

Promene temperature i vlažnosti najbolje je pratiti pomoću uređaja sa pisačem (termograf i higrograf).

Merenje vidljivosti

Za merenje vidljivosti tokom pomračenja, moraju se izabrati odgovarajući reperi. Reperi moraju biti uočljivi i jasnih kontura. Mesto sa koga će se osmatrati vidljivost mora biti u potpunosti otvoreno u svim pravcima, kako bi se vidik osmatrao na sve strane. Reperi se biraju nekoliko dana pre pomračenja, pri vedrom vremenu i prozračnoj atmosferi. Uz pomoć topografske karte određuje se udaljenost repera od mesta posmatranja. Bira se 9 repera na sledećim udaljenostima: 100 m, 200 m, 500 m, 1 km, 2 km, 5 km, 10 km, 20 km i 50 km. Ukoliko se ne mogu naći reperi na ovim udaljenostima, moguće su korekcije. Najbolje je pre pomračenja napraviti plan repera, odnosno skicu okoline sa ucrtanim objektima koji su uzeti za repere. Reperi se ucrtavaju onakvi kakvi se vide sa mesta posmatranja. Kroz svaki reper se povlači krug čiji je centar mesto posmatranja (9; 190).

Pošto je vreme za osmatranje i beleženje kratko, vidljivost treba zapisivati po sledećem ključu:

Oznaka	Stanje vidljivosti	Beleži se
0	Vidljivost manja od 50 m	50 m
1	Reper se vidi na 50 m, a ne vidi se na 200 m	100 m
2	Reper se vidi na 200 m, a ne vidi se na 500 m	200 m

3	Reper se vidi na 500 m, a ne vidi se na 1000 m	500 m
4	Reper se vidi na 1 km, a ne vidi se na 2 km	1 km
5	Reper se vidi na 2 km, a ne vidi se na 4 km	2 km
6	Reper se vidi na 4 km, a ne vidi se na 10 km	4 km
7	Reper se vidi na 10 km, a ne vidi se na 20 km	10 km
8	Reper se vidi na 20 km, a ne vidi se na 50 km	20 km
9	Vidljivost veća od 50 km	50 km.

Praćenje ponašanja životinja

Ponašanje domaćih i divljih životinja tokom pomračenja Sunca je različito. Primećeno je da neke životinje tokom totalnih pomračenja mirno odlaze na spavanje, dok neke hvata panika. Pre pomračenja se treba upoznati sa divljim i domaćim životinjama u blizini mesta posmatranja. Osoba zadužena za praćenje njihovog ponašanja mora da raspozna glasove životinja. U dnevnik treba zapisati (8; 100):

- vrstu životinje,
- način ispoljavanja ponašanja,
- brojnost (da li je u pitanju jedinka ili masovno u okviru vrste),
- intenzitet manifestovanog ponašanja,
- vreme manifestacije ponašanja.

Treba se truditi da životinje ne osete prisustvo posmatrača. Ukoliko to nije moguće ostvariti, navesti u izveštaju.

Određivanje granice senke

Određivanje granice senke ima značaja za popravku teorije kretanja Meseca. Neophodna je veća grupa osmatrača, najbolje 10-12. Grupa se deli na više podgrupe, sa po 1-2 osmatrača. Vrlo je važno da se grupa dobro pripremi, jer neposredno od toga zavisi uspeh. Bitno je da se pojedinci dobro rasporede na terenu, kako bi što tačnije odredili granicu senke. Raspored osmatrača se utvrđuje detaljnom analizom efemerida i putanje kojom će senka proći na osnovu proračuna i grafičkih priloga koji se daju u astronomskim efemeridama.

Osmatrači se raspoređuju u dve veće grupe sa obe strane senke, na medusobnom rastojanju od 1 km, a ukoliko to brojnost grupe dozvoljava, i na 500 m. Treba koristiti ravniji teren i raspored osmatrača u pravoj liniji koja je normalna na pravac kretanja senke. Prema planiranoj putanji senke, tri osmatrača na jednoj strani se rasporeduju tako da budu u senci, a dva van senke. Pri tome se prepostavlja da će na jednoj strani krajnji posma-

trač u senci biti od granice senke udaljen 3 kilometra, a krajnji posmatrač van senke 2 km.

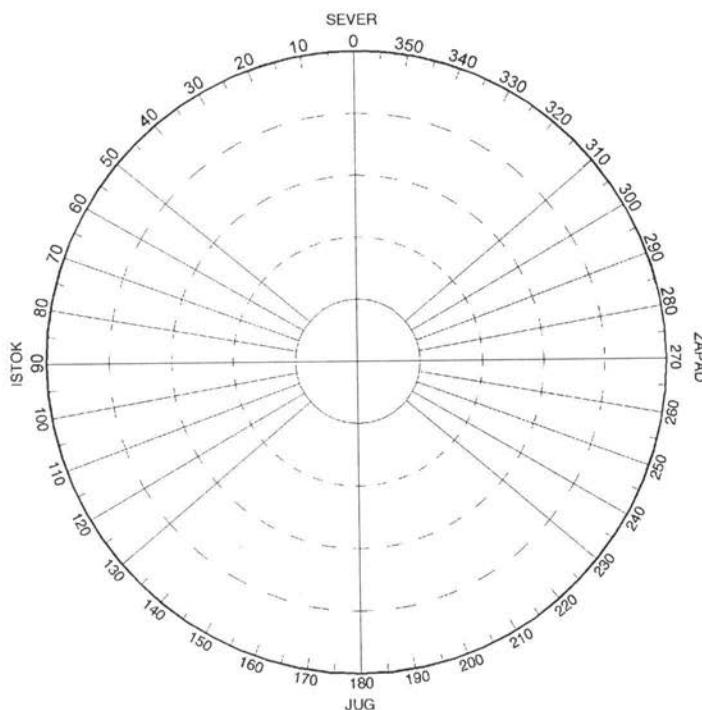
Za tačno lociranje osmatrača koriste se opšte topografske karte razmera 1 : 25 000. Položaj svakog osmatrača mora se vrlo precizno ucrtati sa tačnošću od 10 m, za što se kao orientirni koriste elementi sadržaja topografske karte: putevi, kuće, pojedinačno drveće.

Osmatrač treba da registruju da li je na njihovoj lokaciji bilo delimično pomračenje (van senke) ili potpuno (u senci). Osmatrači koji su bili u senci treba da što preciznije odredite trajanje totalnog pomračenja, koristeći štopericu ili što tačniji sat. Da bi se povećala tačnost i pouzdanost merenja, potrebno je da svaki osmatrač meri vreme totalne faze nezavisno od drugih (16; 123).

Posmatranje korone

Tokom totalnog pomračenja Sunca javlja se vrlo retka prilika za posmatranje cele korone, jer se instrumentalnim posmatranjem van pomračenja ne mogu posmatrati gornji slojevi koji su zasjenjeni svetлом dnevnog neba.

Korona se može posmatrati bez uvećanja kroz filter ili kroz teleskop, pri čemu treba uzeti okular sa malim uvećanjem, kako bi vidno polje bilo što veće.



Slika 29

Šablon za ucrtavanje oblika Sunčeve korone. Najmanji disk predstavlja Sunce. Isprekidane koncentrične kružnice služe za preciznije ucrtavanje izgleda i dimenzija korone.

(A. Kubičla,
Vasiona 4, 1960)

Pre posmatranja treba napraviti šablon za ucrtavanje konture i detalja u koroni (slika 29). Šablon se sastoji od centralnog kruga koji odgovara Sunčevom disku, četiri isprekidane koncentrične kružnice, dva, tri i četiri puta većeg prečnika od Sunčevog, i ugaone podele. (16; 125).

Korona se može videti 10-20 sekundi pre pune faze pomračenja na zapadnom kraju Sunca. Posmatranjem se određuje trenutak pojave korone, njen oblik, boja i dužina izražena u prečnicima diska Sunca. Na šablon se nanosi kontura korone (opšta forma), najsjajniji i najduži zraci. To se mora uraditi prioritetno i vrlo brzo, ali ne po cenu preciznosti. Ostali detalji u koroni unose se na šablon po sećanju, posle pomračenja. Poželjan je i tekstualni opis izgleda korone. Najbolje je da se detalji ucrtavaju drvenim bojicama, težeći pri tome što vernijem prikazu. Ukoliko su protuberance vidljive, i njih treba što vernije nacrtati (7; 98).

Fotometrijska merenja

Jednostavna fotometrijska merenja se mogu realizovati korišćenjem belog zida okrenutog ka Suncu tokom pomračenja. Zid se fotografise u svim fazama pomračenja, u jednakim razmacima i sa jednakom ekspozicijom. Jednu rolnu filma treba rasporediti na ceo tok pomračenja, da bi se u fotolaboratoriji svi snimci jednakо razvili. Prilikom kontrole razvijanja treba voditi računa da se konture zida vide i pri maksimalnoj fazi pomračenja. U školskoj laboratoriji za fiziku uz pomoć fotometra odrediti promenu sjaja snimljenog zida na svakom snimku. Nacrtati grafik promene sjaja uporedo sa promenama faza pomračenja (7; 100).

Posmatranje dolaska i odlaska senke

Senka se kreće sa zapada prema istoku brzinom od oko 1 km/s. Kretanje senke se može videti samo sa uzvišenja sa kojih se pruža dalek vidik. Pre pomračenja treba uočiti svetle objekte na zapadnoj strani horizonta na odstojanju 20-50 km. Oština ivice senke zavisi od meteoroloških uslova. Kada su uslovi loši, senka je rasuta, pa objekti nestaju postepeno. Senka se može zapaziti i na oblacima. Ukoliko oblaci nisu gusti, na nebu se može posmatrati izuzetno uzbudljiva pojava. Pošto senka u tom slučaju ima izrazito crnu boju, stiče se utisak da se crn oblak sa nevremenom kreće prema posmatraču vrlo velikom brzinom (7; 99).

Ovu pojavu treba fotografisati. Poželjno je da grupa ima veći broj fotoaparata, kako bi snimila seriju panoramskih snimaka na kojima bi bio obuhvaćen ceo horizont od zapada do istoka. Neophodno je obezbediti preklapanje snimaka. Tokom prolaska senke precizno se beleže trenuci snimanja.

Traganje za novim kometama

Sunčev sjaj ometa „lovce” na nove komete da ih otkriju u njegovoj blizini. Totalno pomračenje je idealna prilika da se pretraži okolina Sunca. Postupak traganja za kometama je u ovom slučaju znatno izmenjen. Pošto totalna pomračenja uvek kratko traju, neophodno je vrlo brzo pretražiti deo neba u prečniku od 60° oko Sunca. Pre posmatranja mora se dobro proveriti položaj svih magličastih objekata i najavljenih kometa u okolini Sunca, jer vremena za naknadnu proveru neće biti. Ukoliko se uoči objekat za koji se prepostavlja da je komet, treba ucrtati njegov položaj na prethodno pripremljenu kartu i odrediti što je moguće preciznije parametre komete (sjaj, stepen kondenzacije, dužinu i pozicioni ugao repa). Povoljna okolnost je što su komete u blizini Sunca najčešće vrlo sjajne, pa je dovoljan mali instrument. Ukoliko to instrumentalne mogućnosti dozvoljavaju, mogu se formirati ekipe od 2 ili 4 člana, koje međusobno podele zone oko Sunca na dva ili četiri dela. To omogućuje pažljivije pretraživanje zvezdanog neba uz korišćenje teleskopa i povećava mogućnost otkrića komete.

Neke zanimljive pojave u vezi sa pomračenjem

1. Za vreme delimičnih pomračenja, može se u senkama drveća videti lik Sunca u obliku polumeseca. Ovaj lik odgovara nepokrivenom delu Sunca (slika 30). Pojavu je zanimljivo fotografisati. Angažuje se jedan posmatrač.

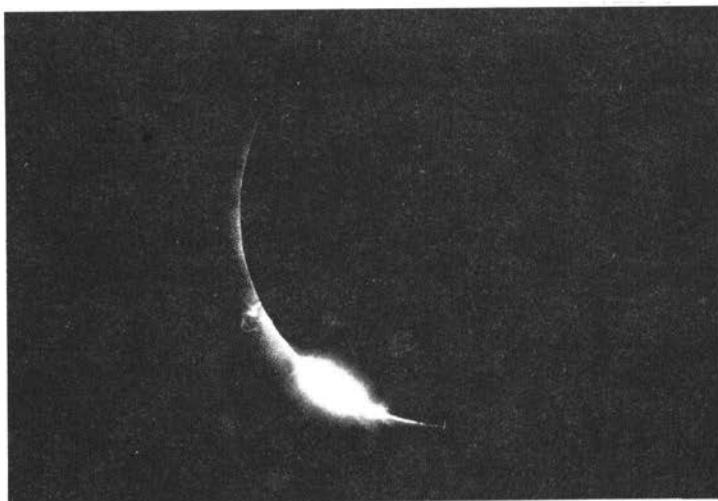
2. Tokom maksimalne faze pomračenja treba obratiti pažnju na zodiјačku svetlost. Potrebno je nacrtati na karti konture zodiјačke svetlosti i detaljno opisati njen izgled i sjaj. Eventualno, snimati sa stativa širokou-



Slika 30

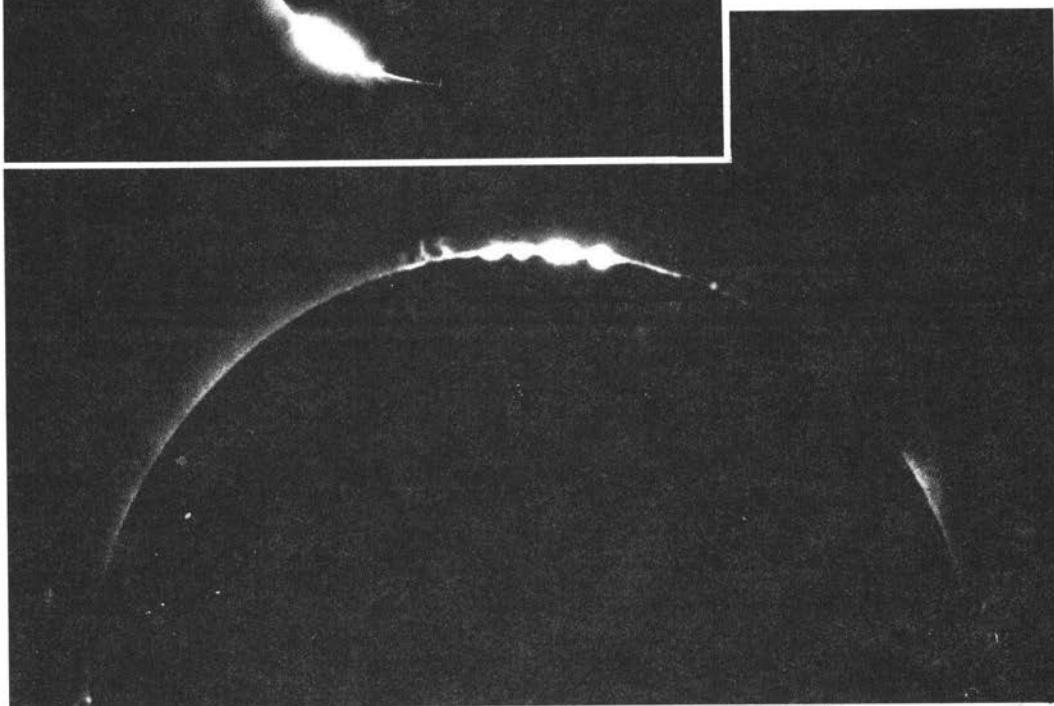
Likovi Sunca u obliku srpa u senkama drveća.

(Ya. I. Perel'man:
Zanimatel'naya astronomiya, Gostehizdat,
Moskva, 1945)



Slika 31

Fotografija dijamantskog prstena (gore)
Bejlievih bisera (dole).

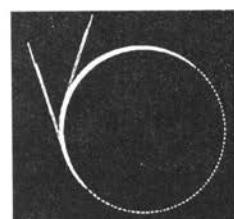


gaonim objektivom. Za ova posmatranja treba angažovati jednog posmatrača.

3. Tokom pomračenja treba osmatrati izgled osvetljenog horizonta u različitim pravcima. Pojava se opisuje, uzimajući u obzir ugao u odnosu na Sunce. I ovo se može fotografisati.

4. Za vreme svih faza pomračenja treba osmatrati boju okolnih predmeta i pojave beležiti. Može se osmatrati kretanje ružičastih oblaka pri horizontu. Angažuje se jedan posmatrač (8; 100).

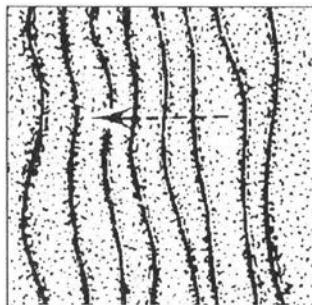
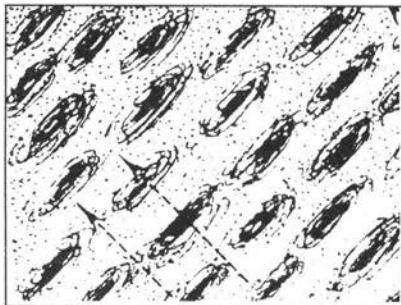
5. Ponekad se minutu-dve pre i isto toliko posle totalnog pomračenja, iz tankog sjajnog Sunčevog ruba bljesne svetlosni mlaz (slika 32). Posmatrač treba da zabeleži trenutak pojave i položajni ugao (17, 22).



Slika 32

Primer za izgled svetlosnih mlazeva.

(V. Mišković: Sunčev
pomračenje od 15. februara 1961, SANU,
Beograd, 1960)



Slika 33

Šematski prikaz pokretnih senki u obliku pega (levo) i talasastih pruga (desno).

(V. Mišković:
Sunčeve pomračenje
od 15. februara
1961, SANU, Beo-
grad, 1960)

6. Nekoliko sekundi pre drugog i isto toliko posle trećeg kontakta mogu se posmatrati (17, 23):

- dijamantski prsten (diamond ring), kao i
- Bejljevi biseri, zrnca i brojanice (u zavisnosti od izgleda). Sve ove pojave nastaju usled prolaska Sunčevih zraka između Mesečevih planina (slika 31 b).

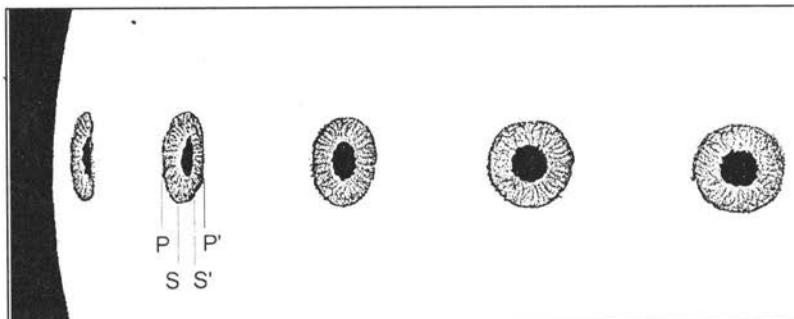
7. Neposredno pre pojave Bejljevih dijamanata na Zemlji se mogu posmatrati pokretne senke u obliku talasastih pruga ili većih pega naizmenično svetlih i tamnih (slika 33). Treba izmeriti veličinu tamnih i sjajnih pega i odrediti smer kretanja. Pojava se može fotografisati na belom zidu ili belom platnu (17, 23).

8. Ukoliko članovi posmatračke grupe poseduju spektrograf, treba da snime fleš-spektar. Lica zadužena za registrovanje ove pojave moraju veoma brzo da reagovati, jer se fleš spektar može videti samo nekoliko sekundi neposredno posle drugog i neposredno pre trećeg kontakta. Mesto posmatranja treba da je što bliže granici pojasa totaliteta, gde pojava duže traje (17, 22).

Ostala zanimljiva posmatranja

Vilsonov efekat

Kod određenog broja krupnih i pravilnih pega javlja se Vilsonov efekat. Kada se pega nalazi u sredini Sunčevog diska, a ima pravilnu polusenkku, senka se nalazi u centru polusenke. Međutim, u nekim slučajevima, približavanjem pege zapadnoj ivici Sunčevog diska polusenka na strani ka centru diska se polako sužava, a na suprotnoj proširuje. Sličan efekat se uočava na istočnoj strani diska.



Slika 34

Uz objašnjenje Vilsonovog efekta.

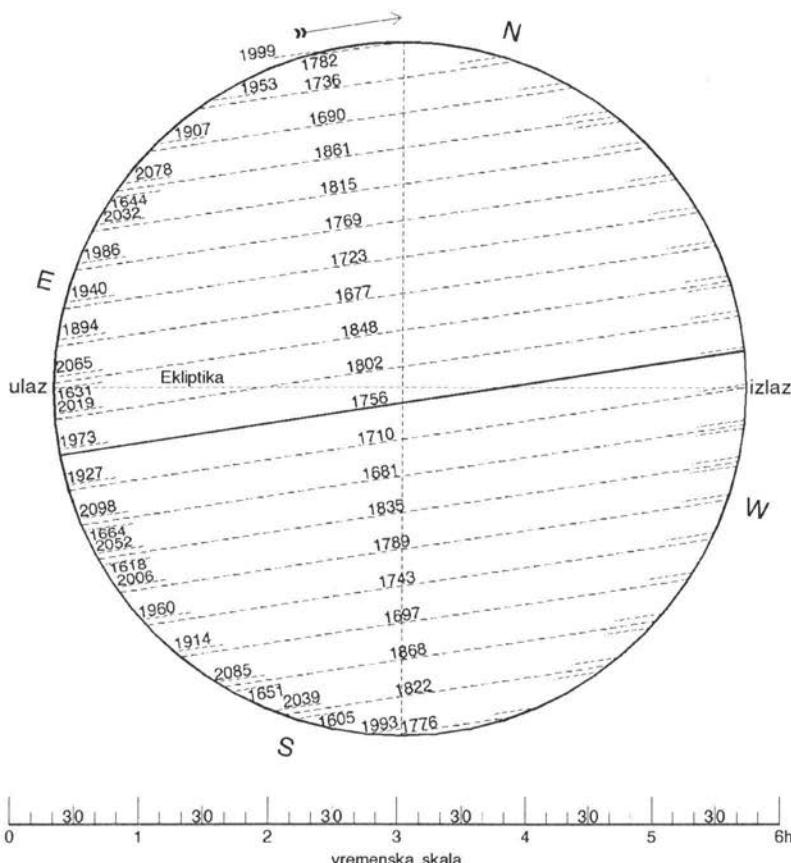
Da bi se bolje proučio efekat, potrebno je koristiti velika uvećanja. Prilikom projektovanja Sunca na ekran treba praviti velike crteže Sunca, a prilikom fotografisanja, ukoliko je žižna daljina objektiva mala, koristiti okularnu projekciju,

Veličina Vilsonovog efekta određuje se sa crteža ili fotografije. Odnos $PS/S'P'$ (slika 34) određuje veličinu efekta.

Posmatranje prolaza Merkura i Venere preko Sunčevog diska

Prolazi Merkura i Venere preko Sučevog diska su relativno retke pojave. Prolaz Merkura preko Sunčevog diska je interesantan i zbog toga što se zbog malog ugaonog rastojanja u odnosu na Sunce relativno teško može posmatrati na večernjem ili jutarnjem nebu.

Kao što je već rečeno, Merkurovih prolaza ima 10 u 88.5 godina, a događaju se u razmacima 9.5, 3.5, 13, 7 i 9.5 godina; posle 3.5 godine, ponavljaju se u istim intervalima (36; 96). Sledeći Merkurov prolaz se može posmatrati u 1999. godini. Prolazi Merkura su mogući samo oko 9. maja ili 11. novembra. Prolazi u novembru su duplo češći. U novembru se Merkur nalazi u blizini svoga perihela, kada mu je brzina najveća, pa je i vreme prolaza kraće nego u maju. Prolazi u novembru mogu trajati do 5.5 časova, a u maju do 8 časova. Prolazi Merkura koriste se za određivanje tačnih Merkurovih položaja.



Slika 35

*Novembarski prolazi
Merkura u periodu
17-21. vek.*

(V. Protić-Benišek:
*Merkurovi prolazi i
paralaksa Sunca, As-
tronomska opservato-
rija, Beograd, 1984)*

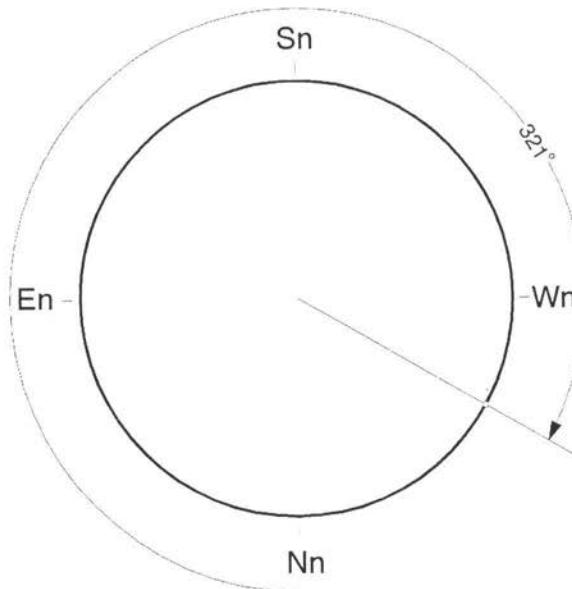
Venerinih prolaza ima 4 u 243 godine i ponavljaju se intervalima od 8, 105.5, 8 i 121.5 godina. Sledeći prolaz Venere preko diska Sunca može se posmatrati 2004. godine. Prolazi Venere traju do 9.5 časova.

Posmatranjem se mogu odrediti:

- trenuci kontakta planete sa rubom diska Sunca
- putanja planete po disku Sunca,
- pozicioni uglovi kontakata planete i diska Sunca.

Za određivanje kontakata potrebno je raspolagati što preciznijim merenjem vremena. Kontakti (prvi, drugi, treći i četvrti) definisani su isto kao kod prstenastog pomračenja Sunca. Treba napomenuti da je vizuelno određivanje trenutka kontakta planete sa Suncem vrlo teško zbog poznatog „efekta crne kapljice“. Efekat se ispoljava kroz znatnu deformaciju lika planete, pa je njeno odvajanje od ivice Sunca podseća na odvajanje kapljice vode. Trenuci kontakata tačnije se određuju sa snimaka (33).

Ucertavanjem uzastopnih položaja planete na prethodno pripremljen kružni šablon, mogu se odrediti putanja i pozicioni uglovi kontakata. Pozicioni uglovi se određuju sa crteža na kojima je planeta ucrtana u trenutku nekog od četiri kontakta. Tokom ucertavanja mora se odrediti dnevni paralel. Ukoliko na Suncu nema pega, koristi se planeta ili postupci opisani u prethodnim poglavljima. Korišćenjem podataka za fizičke koordinate Sunca određe se pravi polovi Sunca. Pozicioni ugao kontakta planete meri se od severnog pola Sunca u smeru istočne strane diska kao što je prikazano na sl. 36.



Slika 36

Određivanje pozicionog ugla kontakta na primeru prolaza Merkura 13. novembra 1986. godine.
Crtež je dobijen projektovanjem lika Sunca na ekran teleskičkim durbinom.

Magnetna merenja

Magnetna merenja imaju za cilj da kvantitativno ukažu na uticaj Sunca na magnetno polje Zemlje. Ovaj uticaj se grubo može meriti uz pomoć kompasa (busole) i štoperice. Na magnetnu iglu se deluje silom konstantnog intenziteta, tako što se pored kompasa (na rastojanju 1-2 cm) postavi magnet. Nakon udaljavanja magneta na rastojanje sa koga on nema uticaja na kompas, štopericom se meri vreme dok se magnetna igla ne umiri. Polazi se od pretpostavke da vreme potrebno za umirivanje namagnetisane igle zavisi od stanja magnetnog polja Zemlje. Pošto na poremećaje u Zemljinom magnetnom polju deluju pojave na Suncu (posebno erupcije), proizilazi da vreme umirivanja magnetne igle zavisi od intenziteta pojava na Suncu. Uporedo sa posmatranjem i određivanjem pokazatelja Sunčeve aktivnosti mere se i stanje magnetnog polja Zemlje. Meri se jednom dnevno, a kada je Sunčeva aktivnost visoka, može se meriti i više puta. U jednom terminu meri se 10 puta uzastopno i uzima srednja vrednost. Izmerene vrednosti se nanose na grafikon zajedno sa nekim od merenih indeksa Sunčeve aktivnosti i utvrđuje vrednost koeficijenta korelacije (18; 290).

Astroklimatska merenja

Posmatranja i ocene kvaliteta slike Sunca u telekopu mogu istovremeno poslužiti i za astroklimatska istraživanja. Dugoročna merenja kvaliteta slike su pouzdan indikator pogodnosti određenog mesta za posmatranja Sunca.

Za merenje se koristi teleskop prečnika objektiva od najmanje 10 cm i okularom koji daje uvećanje 100-300 puta. Lik Sunca se projektuje na ekran i posmatra se ivica diska Sunca. Na ekranu se vidi deo ivice Sunca. Pomoću okulara se izoštiri slika Sunca i procenjuje amplituda treperenja ivice Sunca koja nastaje usled turbulencije atmosfere (14; 2). Instrument mora imati stabilnu montažu kako bi se oscilacije zbog vetra svele na najmanju meru.

Procena treperenja ivice slike daje se po sledećoj skali (14; 3):

Ocena 1: Nema vidljivih pomeranja (poigravanja) ni Sunčeve ivice ni detalja na disku. (U slučaju dobrog teleskopa, jasno se vidi granulacija i fina struktura polusenke Sunčevih pega.)

Ocena 2: Poigravanje je manje od 0.2 mm na ivici Sunca, a na disku se ne primećuje. (U dobrom teleskopu se primećuje granulacija i dobro se vide polusenka pega, ali bez fine strukture.)

Ocena 3: Kretanje (poigravanje) na ivici Sunca je do 0.4 mm, a uočava se i na disku. Ivica postaje talasasta i poigrava.

Ocena 4: Sunčeva ivica je upadljivo talasasta i poigrava više od 0.5 mm. Senke i polusenke pega se skoro ne razlikuju (sem kod najvećih pega). Granularna struktura se ne vidi ni u dobrom teleskopu.

Ocena 5: Amplituda poigravanja i ivice i na Sunčevom disku dostiže veličinu tipične Sunčeve pege. Kod većine pega ne razlikuju se senka i polusenka.

Ukoliko se organizuje ekspedicija na određenu lokaciju radi analize astroklimatskih uslova, slika Sunca se ocenjuje svakih sat vremena, a po mogućnosti i češće.

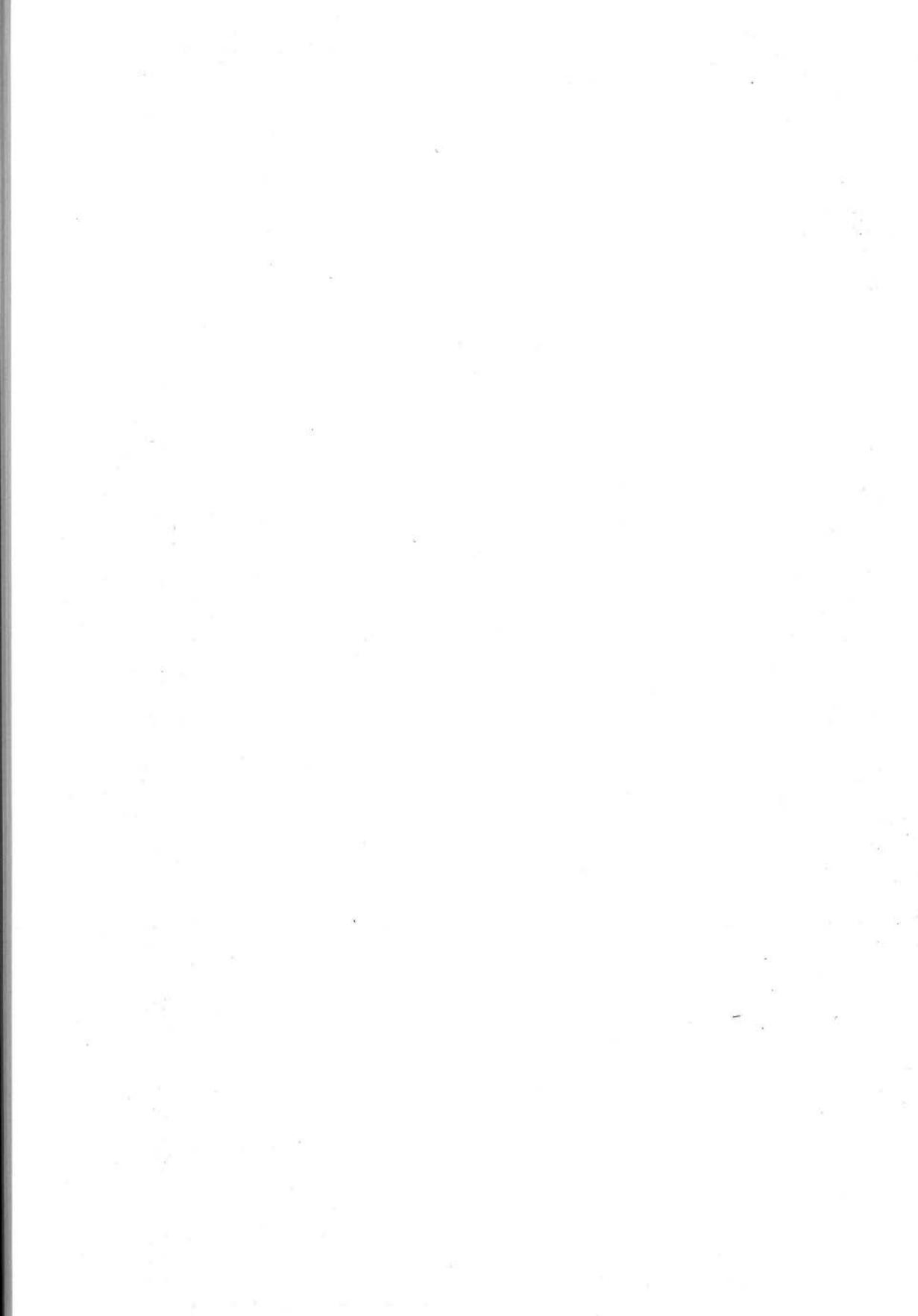
Ova merenja se uvek kombinuju sa analizom meteoroloških elemenata koji značajno utiču na kvalitet slike: oblačnost, insolacija, smer i brzina vetra, relativna vlažnost vazduha, padavine.

Literatura

- [1] Astronomski kalendar (na ruskom), Nauka, Moskva.
- [2] Dagaev, M.: *Sunčeva i Mesečeva pomračenja* (na ruskom), Nauka, Moskva 1978.
- [3] Gibson, E.: *Mirno Sunce* (na ruskom), Mir, Moskva 1977.
- [4] Čelebonović, V.: Posmatranja Sunca, *Vasiona* 2, 1977.
- [5] V.: Posmatranja Sunca u 1971. godini, *Vasiona* 2, 1977.
- [6] Čelebonović, V.: Posmatranja Sunca, *Vasiona* 2, 1978.
- [7] Đurković, P.: Potpuno pomračenje Sunca od 15. februara 1961. godine, *Vasiona* 4, 1960.
- [8] Đurić, Lj. i dr.: *Uputstvo za osmatranja i merenja na glavnim meteorološkim stanicama*, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd 1974.
- [9] Instrukcija za fotografска posmatranja Sunca, *Astronomski kalendar – stalni deo* (na ruskom), Nauka, Moskva 1982.
- [10] Ivanović, Z., Lukić, M.: O jednoj grafičkoj metodi za određivanje toka pomračenja Sunca, *Vasiona* 1, 1966.
- [11] Ivanović, Z., Vlahović, M.: Izveštaji o posmatranjima delimičnog pomračenja Sunca od 25. 02. 1971, *Vasiona* 1, 1971.
- [12] Kren, G.: Prolaz Merkura ispred Sunca 10. 11. 1973, *Vasiona* 2, 1974.
- [13] Kubičela, A.: Planiranje vremena pri potpunom pomračenju 15. 02. 1961, *Vasiona* 4, 1960.
- [14] Kubičela, A.: *Razvoj dnevne oblačnosti nad Vlasinskim jezerom i procena kvaliteta Sunčeve slike*, (Uputstvo u rukopisu), Beograd 1984.
- [15] Kubičela, P.: Izrada posebnog okulara za posmatranje Sunca, *Vasiona* 2, 1959.
- [16] Mihajlov, A.: *Pomračenje Sunca 31. jula 1981. godine i njegovo posmatranje* (na ruskom), Nauka, Moskva 1980.
- [17] Mišković, V.: *Sunčev pomračenje od 15. februara 1961*, Srpska akademija nauka i umetnosti, Beograd 1960.
- [18] Muminović, M.: *Praktična astronomija*, Akademsko astronomsko društvo Sarajevo, 1990.

- [19] Njegić, R., Žižić, M., Lovrić, M., Pavličić, D.: *Osnovi statističke analize, Savremena administracija*, Beograd 1989.
- [20] Pavlovski, K.: Rezultati promatranja djelomične pomrčine Sunca 25. 02. 1971, *Vasiona* 3-4, 1971.
- [21] Poznanović, S.: Obrada fotografskih materijala, *Vasiona* 1, 1981.
- [22] Rakićević, T.: *Opšta fizička geografija*, Naučna knjiga, Beograd 1976.
- [23] Rubašev, B.: *Problemi Sunčeve aktivnosti* (na ruskom), Nauka, Moskva 1964.
- [24] Savić, B.: *Rezultati praćenja dnevne oblačnosti i procena kvaliteta slike Sunca na Vlasinskom jezeru*, (rukopis), Petnica 1984.
- [25] Smit, E., *Sunčeve erupcije* (na ruskom), Mir, Moskva 1966.
- [26] Stupar, M.: *Tajne Sunca*, Akademsko astronomsko društvo, Sarajevo 1977.
- [27] Tanasijević, Z.: Sunce za amatere, *Galaksija* 158, Beograd 1985.
- [28] Tanasijević, Z.: Posmatranje prvih pega 22. ciklusa, *Vasiona* 5, 1986.
- [29] Tanasijević, Z.: Posmatranje prolaza Merkura preko diska Sunca, *Vasiona* 1, 1987.
- [30] Tanasijević, Z.: Amatersko istraživanje Sunčeve aktivnosti, *Petničke sveske* 4, 1987.
- [31] Tanasijević, Z.: Traganje za novim kometama, *Petničke sveske* 2, 1987.
- [32] Tomić, A.: Određivanje heliografskih koordinata pega, *Vasiona* 3, 1974.
- [33] Tomić, A.: Merkurov prolaz 10. 11. 1973, *Vasiona* 4, 1974.
- [34] Tomić, A.: Amaterski program posmatranja Sunca, *Vasiona* 2-3, 1976.
- [35] Tomić, A.: Šta nam ukazuje ugaoni prečnik Sunca, *Vasiona*, 2-3, 1976.
- [36] Tomić, A.: Osnovi astrofotografije (II), *Vasiona* 1, 1979.
- [37] Tomić, A.: Određivanje elemenata delimičnog pomračenja Sunca iz merenja dužine teticive, *Vasiona* 1, 1981.
- [38] Tomić, A.: *Astrofotografija*, Univerzitetsko astronomsko društvo Sarajevo, Sarajevo, 1983.
- [39] Vitinski, J.: *Morfologija Sunčeve aktivnosti* (na ruskom), Nauka, Moskva 1966.
- [40] Vitinski, J.: *Sunčeva aktivnost* (na ruskom), Nauka 1983.
- [41] Zagajac, J.: Prolaz Merkura ispred Sunca 9. maja 1970, *Vasiona* 1, 1970.

P R I L O Z I



Prilog 1: Položajni ugao ose rotacije Sunca i heliografska širina središta Sunčevog diska

Datum	P_o	B_o	Datum	P_o	B_o
Jan 01	+ 2.4	- 3.0	Jul 01	- 3.1	+ 2.9
05	+ 0.5	- 3.0	05	- 1.3	+ 3.3
10	- 2.0	- 4.0	10	+ 01.0	+ 3.8
15	- 4.3	- 4.6	15	+ 03.3	+ 4.3
20	- 6.7	- 5.0	20	+ 05.5	+ 4.8
25	- 8.9	- 5.5	25	+ 07.6	+ 5.2
Feb 01	- 11.9	- 6.0	Avg 01	+ 10.5	+ 5.8
05	- 13.5	- 6.3	05	+ 12.1	+ 6.1
10	- 15.4	- 6.6	10	+ 14.0	+ 6.4
15	- 17.2	- 6.8	15	+ 15.8	+ 6.6
20	- 18.9	- 7.0	20	+ 17.4	+ 6.9
25	- 20.3	- 7.1	25	+ 19.0	+ 7.0
Mar 01	- 21.4	- 7.2	Sep 01	+ 20.9	+ 7.2
05	- 22.4	- 7.2	05	+ 21.9	+ 7.2
10	- 23.5	- 7.2	10	+ 23.0	+ 7.2
15	- 24.2	- 7.2	15	+ 24.0	+ 7.2
20	- 25.2	- 7.1	20	+ 24.8	+ 7.1
25	- 25.7	- 6.9	25	+ 25.5	+ 7.0
Apr 01	- 26.2	- 6.5	Okt 01	+ 26.0	+ 6.7
05	- 26.4	- 6.3	05	+ 26.3	+ 6.5
10	- 26.4	- 6.0	10	+ 26.4	+ 6.2
15	- 26.2	- 5.6	15	+ 26.3	+ 5.9
20	- 25.8	- 5.2	20	+ 26.1	+ 5.5
25	- 25.3	- 4.8	25	+ 25.7	+ 5.1
Maj 01	- 24.4	- 4.4	Nov 01	+ 24.7	+ 4.4
05	- 23.6	- 3.8	05	+ 24.2	+ 4.0
10	- 22.5	- 3.2	10	+ 23.0	+ 3.4
15	- 21.3	- 2.7	15	+ 21.7	+ 2.8
20	- 19.8	- 2.1	20	+ 20.3	+ 2.3
25	- 18.3	- 1.5	25	+ 18.0	+ 1.6
Jun 01	- 15.8	- 0.7	Dec 01	+ 16.5	+ 0.9
05	- 14.5	- 0.2	05	+ 14.9	+ 0.4
10	- 12.3	+ 0.4	10	+ 12.8	- 0.3
15	- 10.2	+ 1.0	15	+ 10.6	- 0.9
20	- 08.0	+ 1.6	20	+ 8.3	- 1.5
25	- 05.8	+ 2.2	25	+ 5.9	- 2.2

Prilog 2: Popravka heliografske širine Δb i pomoćna veličina A

l	B_0								$90^\circ - l$
	0°	$\pm 1^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 3^\circ$	$\pm 4^\circ$	$\pm 5^\circ$	$\pm 6^\circ$	$\pm 7^\circ$	
0°	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	90°
5°	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	85°
10°	0.0	1.0	2.0	3.0	3.9	4.9	5.9	6.9	80°
15°	0.0	1.0	1.9	2.9	3.9	4.8	5.8	6.8	75°
20°	0.0	0.9	1.9	2.8	3.8	4.7	5.6	6.6	70°
25°	0.0	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	65°
30°	0.0	0.9	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	60°
35°	0.0	0.8	1.6	2.5	3.3	4.1	4.9	5.7	55°
40°	0.0	0.8	1.5	2.3	3.1	3.8	4.6	5.4	50°
45°	0.0	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	45°
50°	0.0	0.6	1.3	1.9	2.6	3.2	3.8	4.5	40°
55°	0.0	0.6	1.1	1.7	2.3	2.9	3.4	4.0	35°
60°	0.0	0.5	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	30°
65°	0.0	0.4	0.8	1.3	1.7	2.1	2.5	3.0	25°
70°	0.0	0.3	0.7	1.0	1.4	1.7	2.0	2.4	20°
75°	0.0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	15°
80°	0.0	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	10°
85°	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	5°
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0°

Δb ima znak B_0

 Prilog 2: Popravka heliografske dužine Δl

A	b					
	0°	10°	20°	30°	40°	50°
0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1°	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.2
2°	0.0	0.4	0.7	1.2	1.7	2.4
3°	0.0	0.5	1.1	1.7	2.5	3.6
4°	0.0	0.7	1.5	2.3	3.4	4.8
5°	0.0	0.9	1.8	2.9	4.2	6.0
6°	0.0	1.1	2.2	3.5	5.0	7.2
7°	0.0	1.2	2.5	4.0	5.9	8.3

Δl ima znak $B_0 l b$

Prilog 4: Faktor produženja vremena osvetljenja usled apsorpcije u zemljinoj atmosferi za nesenzibilne $a_n(z)$ i panhromatske $a_p(z)$ emulzije u zavisnosti od zenitne daljine z .

z	$a_n(z)$	$a_p(z)$
0	1.000	1.000
10	1.009	1.000
20	1.028	1.009
30	1.057	1.028
40	1.117	1.057
45	1.170	1.076
50	1.225	1.107
55	1.318	1.138
60	1.445	1.202
62	1.524	1.225
64	1.600	1.259
66	1.706	1.294
68	1.837	1.343
70	2.014	1.406
71	2.128	1.445
72	2.249	1.486
73	2.399	1.542
74	2.582	1.600
75	2.806	1.660
76	3.076	1.738
77	3.436	1.837
78	3.873	1.959
79	4.348	2.109
80	5.297	2.291
81	6.487	2.535
82	8.340	2.884



CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

523.9-13(076)

ТАНАСИЈЕВИЋ, Зоран

Kako posmatrati Sunce / Zoran Tanasijević,
- Valjevo : Istraživačka stanica Petnica,
1996 (Valjevo : Valjevoprint). - 72 str. :
ilustr. : 25 cm. - (Petničke sveske ; sv. 35
ISSN 0354-1428)

Tiraž 300.
ISBN 86-7861-013-1

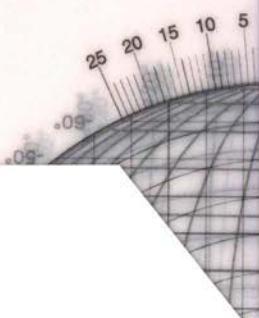
a) Сунце - Посматрање - Приручници
ID=46553612



Zoran Tanasijević, geograf i astronom-amater. Rođen 14. februara 1960. godine u Moravcima kod Ljiga. Osnovnu školu završio u Ljigu, gimnaziju i Geografski fakultet u Beogradu. Od 1990. godine zaposlen u Istraživačkoj stanici Petnica gde vodi program geografije.

Amaterskom astronomijom se zanima od 1975. godine kroz posmatranja Sunca, kometa, meteora i promenljivih zvezda. Posmatranjem i istraživanjem Sunčeve aktivnosti bavi se od 1977. godine. Godinama je rukovodio grupom za Sunce pri Astronomskoj programskoj akciji Mladih istraživača Srbije. Objavio je veći broj stručnih i popularnih radova iz amaterske astronomije.

Sada se bavi uticajem Sunčeve aktivnosti na planetu Zemlju sa posebnim osvrtom na klimu.



ISP

EX LIBRIS

ISP



ISBN 86-7861-013