

P E R S E | D | 195

G O D I Š N J A K Z A P O S M A T R A N J E M E T E O R A

B R O J 2

YU ISSN 0354-866X

These stars
no one else can see
Trapeze the height of thee
vanish as they fall

Rickie Lee Jones, iz pesme „Deep Space
(An Equestrienne In The Circus Of The
Falling Star)“ sa albuma „Magazine“

© 1983 Easy Money Music (ASCAP)



Petničke sveske



P

E

R - 95 S

D E

GODIŠNJA KAZA POSSMATRANJE METEORA BROJ 2

IMPRESSUM

PERSEIDI – GODIŠNjak za posmatranje meteora
YU ISSN 0354-866X

Broj 2 (1995. godina); ISBN 86-7861-011-5

Pripremili:

članovi petničke grupe za posmatranje meteora

Uredništvo:

Tamás Cservenák

Vladimir Lukić

Dragana Okolić

Branislav Savić

Stanislav Žabić

Urednik:

Stanislav Žabić

Idejno rešenje korica:

Isidora Nikolić

Pomoć pri tehičkoj realizaciji:

Nataša Miladinović

Daniela Okolić

Samir Salim

Vesna Slavković

Priprema fotografije na naslovnoj stranici:

Vladimir Nenezić

Fotolabaratorija:

Nataša Đerić

Korektura:

Tanja Petrović i Snežana Žabić

Završna redakturna teksta:

Mr Silvana Nikolić

Štampa: „Valjevoprint” Valjevo, Milorada Ristića 35

Štampano u 222 numerisana primerka

Izašlo u Istraživačkoj stanici Petnica, p. p. 118, 14000 Valjevo

tel. (014) 781180, fax (014) 781212

e_mail isp@prcko.hobbiton.co.yu

© ISP, decembar 1995.

Sadržaj

Da vidimo gde smo... 5

Članci & info

Elementarna fizička teorija meteora 11

Izvlačenje informacija sa fotografija 21

Analiza fotografije – kako to uraditi na jednostavniji način 33

Primer određivanja radijanta sa fotografija 38

Video PosmatranjE meteoRA 41

Meteorski kalendar za godinu 1996. 53

Nebo nad Belogradčikom i nebo nad Berlinom 65

Posmatranja

Aktivnost Perseida u 1994. 73

Perseidi 1995 75

Leonidi 1995 77

Mape & prilozi

Magnitude nekih poredbenih objekata 81

Direktno određivanje granične magnitude 82

Poligoni za određivanje granične magnitude 83

Spisak literature... 94

Nova imena, nove adrese... 95

Da vidimo где smo...

Od prvog broja našeg „Godišnjaka za posmatranje meteora” prošlo je više od godinu dana. Tek sada, na samom kraju 1995, u rukama ponovo držimo novi, drugi, vrući broj. Šta da vam kažem, tako je to kad časopis prave studenti i učenici (kojima je ipak glavni cilj da što pre klijnu iz ove zemlje) – treba nam vremena. Od prošlog broja pa do ovoga ekipa se brojčano znatno smanjila. Rekao bih, to je jedina dobra stvar koja se desila u pravljenju ovog broja. Neki su se posvetili studijama, neki su otišli van zemlje, a neki shvatili da meteori ipak ne (s)padaju u njihovu šolju čaja...

Prvi broj je ostavio snažan utisak na evropsku javnost. Pregršt poхvala za njega nam stiže iz Bugarske, sa IMC-a '94 (međunarodne meteorske konferencije). Pokazalo se i da naši rezultati dobijeni na akciji Perseidi '94 nimalo ne zaostaju za svetskim, mada je našoj Dragani, Savanu i Luletu zastala knedla u grlu kada su videli „najnoviji nemački izum” – MOVIE, odnosno VIPERU (kako ju je krstio naš Tomi).

Dalekog avgusta devedeset četvrte malo smo se pocepali. Dragana i Lule su po crnogorskim vrletima posmatrali te čuvene Perseide, Savan je bdeo u Petnici, a Bobi, Samir, Natzy, Raša (nećak čuvenog Steve „jedna žličica vegete” Karapandže), Ana (ona sada posmatra isto ovo naše nebo u blizini Daytona, Ohio, nek nam je živa i zdrava), Stomi (ne znam ko joj je stric, ali znam da nebo još uvek posmatra iz Srbije, neki dan sam je video iz trolejbusa) i ja bili smo na Rajcu. Ponekad su nas obilazili Savan i Staša (Samirova draga). Eh, to je bilo toliko davno da su i sećanja već skoro isparila...

No setimo se ipak nekih detalja... Milda nas je odbacio u samo njemu svojstvenom stilu na Rajac da tamo provedemo desetak dana (vratite nam Mildu!). Sve je bilo u redu, predivan krajolik (Bobijev zavičaj, a Tasina baza), solidna hrana, bojleri koji su po pravilu bili prazni, konstantna kašnjenja na posmatračka mesta, neobično niske temperature za to doba godine, Anina i Rašina povišena telesna temperatura koja je potrajala dan-dva (vidi „solidna hrana”), moje kasete sa country muzikom i Beach Boysima, Milenina, Anina i Rašina neprestana nostaligija za čokoladama itd.

Idilu su prekinuli Tasini geografi. A ko bi drugi? Zauzeli su našu veliku sobu, zavrнули kolor-sijalice, upalili svoje kasetofone sa moćnim basovima i tekno muzikom. Meteoraši su se stisli u Bobijevu sobu (3 sa 3). Natzy je prešla kod geografa, a meteorašima se pridružio Bijeljina. Ni jedno veče nije prošlo bez njegovih beskrajnih filozofija izloženih sa njemu svojstvenim akcentom.

*Sede s leva na desno:
Raša, Stomi, Saki, Ana,
Žabac i Bobi.
Snimljeno u Slavkovici
kada se ekipa vraćala
sa Rajca.
Foto: Marconelly.*



Posebna glupost se desila na noć maksimuma – buđavi oblaci (dal' se još neko seća Male Slade?). Ipak, posmatrački materijal nikad nije bio toliki i tako sređen. Usvojili smo Rašin nebeski koordinatni sistem sa centrom u Kasiopeji, koji se pokazao vanredno preciznim. Po njemu je, recimo, Deneb „ona sjajna zvijezda dvadesetak stupnjeva od Kasiopeje”.

Nade da će se ekipa vratiti u Petnicu kombijem razuverila je surova stvarnost. Svi smo se skotrljali sa Rajca do Slavkovice i nastavili autobusom do Valjeva. Usput je Samir izašao u Ljigu i otišao auto-stopom za Beograd. Koristeći istu vrstu prevoza, ostatak ekipe je iz Valjeva stigao u Petnicu. Ana, Milena i Raša su tamo ostali još nekoliko dana obradujući podatke.

Za sam početak (tada) nove devedeset pete Dragana, Tanja (lektorka), Bane (koga sve ređe zovemo Lokner, stare rane brzo zacjeljuju), Lule, Savan i ja otišli smo do Medvednika sa idejom da posmatramo Quadrantide. Ideja je bila prilično hrabra kada se ima u vidu da su temperature u to doba na srpskim planinama opasno niske. Naše mame su bile oduševljene. Stalno je padao sneg (sledi, bilo je oblačno), tako da smo većinu vremena proveli uz laganu vatrlicu u planinarskom domu. Da cela stvar ne bi sasvim propala, sve to smo na brzaka proglašili „preliminarnim sastankom redakcije”, na kojem smo odlučili da je deadline za predaju članaka Osni mart (Dan žena)! Lako se da primetiti da rok nije ispoštovan. Ali zašto žene ne bi imale bar dva dana??!

Nećete verovati, ali u tom domu na Medvedniku sa nama su ponovo bili Hurryevi atletičari, uključujući i samog Hurryja. Čovek je ovog puta bio STVARNO ljubazan. Ne samo da nije pominjaо stonotenisku mrežicу (vidi hroniku iz prošlog broja), nego je bio baš fin.



Treballi su posmatrati Quadrantide: Dragana, Tanja i Žabac (po redu u koloni) na Medvedniku.
(Foto: Lukić)

U martu su nam u gostima bili Anelia, Neli i Vladimir iz Stare Zagore, Bugarska. Kako kažu, u Petnici, Valjevu i Beogradu bilo im je predivno, a ja se opet iskreno nadam da su ovi „stranci“ tek prvi u nizu njih koji će biti gosti naše male grupe za promatranje meteora. Sudeći po tome kakve je kontakte Dragana ostvarila na IMC '95 (ovog puta u Nemačkoj), „stranci“ će nam dolaziti sve češće. Hmmm, nama ili njoj, pitanje je sad... Ma, poslaćemo mi nju njima...

Pre svog odlaska u Nemačku, Dragana je uspešno organizirala akciju Perseidi '95. Nažalost, ja nisam bio prisutan zahvaljujući naglom političkom zaokretu ka mirovnoj politici, pa vam ne mogu ništa reći o tome ko je sve bio i šta je radio na toj akciji.

Ovaj broj Godišnjaka je finaliziran za vreme akcije Leonidi '95. Dragana je ponovo organizatorka, prisutni su Marija (koju zovu Cuki), Iris (čitaj Ajris), Vesnica (koju bih ja volio zvati Vesničetinica, ali ona ne da pa ne da), Tomi, Bella, Ermanoski (hvala mu za konstrukciju Šeherezade, punjačice za baterije), Vesna (Palomar), Savan i ja (doduše opravdano sam izostao prvi dan zbog fenomenalnog koncerta Granta Harta u Beogradu). Na akciji su bili i jednodnevni posetoci Saša i Lule uz pratnju jednosatne positeljke Marije.

Samo su dve noći bile (pretežno) vedre. Ipak obrađeno je brdo podataka, po ko zna koji put je sređen i software u tu svrhu. Nikako ne treba zaboraviti da je uraden lavovski deo posla vezanog za ovaj novi broj Godišnjaka koga upravo prelistavate. Prijatno vam bilo.

Stanislav Žabić

*Grupa je dobiula
lektora. Kad bi još znao
da gleda i u nebo...
Lule, TANJA i Dragana
u vreme čuvenog
"posmatranja"
Quadrantida.
(Foto: Žabac)*



čuvenog "posmatranja" u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

zadovoljstvo učenja i učenja učenju. U vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je u vreme kada je u Srbiji bilo mnogo lektora i da je

Č L A N

C - & - N F O

O

H

A

I

D

O

O

H

A

I

D

Elementarna fizička teorija meteora

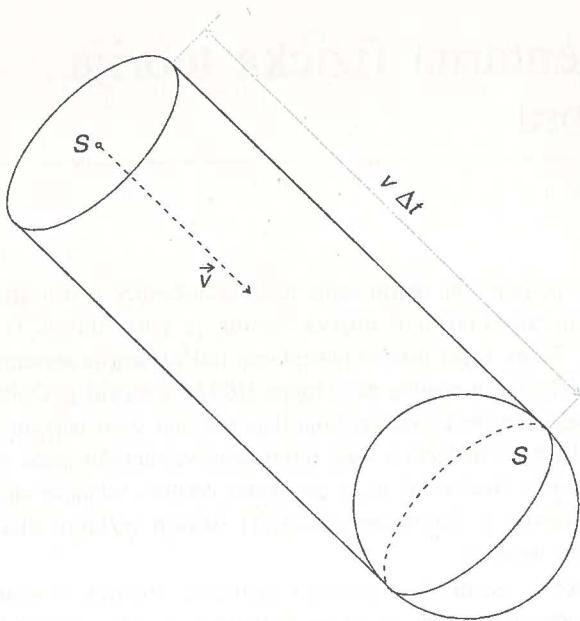
Iako je potpun opis sagorevanja meteorske čestice u atmosferi veoma složen, osnovna skica ove pojave veoma je jednostavna (i prilično „klasična”). Takav kroki pruža elementarna fizička teorija meteora (Single Body Theory), čije je osnove dao Hoppe (1937), a razvili je Öpik i Whipple. To je fenomenološka teorija koja daje načelu vezu između osnovnih fizičkih parametara meteora i time provizornu vremensku sliku meteorske pojave. U ovom članku dat je, u osnovnim crtama, scenario sagorevanja meteorske čestice u Zemljinoj atmosferi isписан jezikom elementarne fizičke teorije meteora.

Dolazeći iz kosmičkog prostora meteorska čestica – *meteoroid* – kreće se u odnosu na Zemlju nekom brzinom v *. Zahvaljujući toj brzini čestica mase m poseduje kinetičku energiju $\frac{1}{2}mv^2$ koja je odgovorna za sve potonje procese koji se dešavaju u Zemljinoj atmosferi. Ali, do sagorevanja meteoroida – *meteora* – dolazi tek ako je ispunjen uslov da su linearne dimenzije meteorske čestice (d) znatno veće od srednjeg slobodnog puta (λ) za jonusferu, sloj Zemljine atmosfere u kojem se prevashodno dešavaju meteorske pojave. Ukoliko navedeni uslov nije ispunjen, tj. ako je $d \approx \lambda$, do fizičkih procesa karakterističnih za meteor ne dolazi, već takve meteorske čestice, gubeći svoju kinetičku energiju i brzinu pri sudarima sa česticama atmosfere, nakon vremenskog perioda reda mesec dana, padaju na površinu Zemlje u obliku meteorske prašine – *mikrometeorita*.

U sudarima sa česticama atmosfere meteoroid razmenjuje impuls i energiju. Na taj način mu se smanjuje kinetička energija makroskopskog kretanja, usled čega se povećava kinetička energija mikroskopskog kretanja čestica atmosfere i kinetička energija elemenata kristalne rešetke meteoroida. Drugim rečima, povećava se toplotna energija meteoroida i okolne atmosfere. Pod pretpostavkom da je $d \gg \lambda$, ukupna masa čestica atmosfere sa kojim će se meteoroid sudariti u intervalu vremena dt iznosi $\rho_a S v dt$, gde je S površina maksimalnog poprečnog preseka čestice, okomitog na pravac kretanja, a v – geocentrična brzina meteoroida. $S v dt$ je očigledno elementarna zapremina atmosfere koju meteoroid „prebriše” u vremenskom intervalu dt (slika 1), dok je ρ_a gustina okolne atmosfere. Dakle, u našem pristupu uopšte ne posmatramo pojedinačne sudare, već atmosferu tretiramo kao kontinuum, i razmatramo ukupnu masu vazduha sa kojom se čestica sudari u jedinici vremena.

Poprečni presek meteoroida S zavisi od njegove geometrije i (relativnog) smera kretanja. Ovu geometrijsku veličinu zgodno je iz praktičnih

* Brzina kojom se meteorske čestice kreću u odnosu na Zemlju (geocentrična brzina meteoroida) ima vrednosti između 11,1 km/s (II kosmička brzina za visinu 100 km od površine Zemlje) i 72 km/s (III kosmička brzina za 1 AU plus brzina kretanja Zemlje oko Sunca, pod pretpostavkom da se radi o česticama koje su članovi Sunčeva sistema).



Slika 1: Za vreme Δt meteorid efektivnog poprečnog preseka S krećući se brzinom v sudari se sa molekulima atmosfere koji su se nalazili u cilindru zapremine $Sv\Delta t$.

razloga povezati sa veličinama koje su fizičke, te su samim tim dostupnije merenju, odnosno proceni: masom i gustinom meteoroida. Masa se može proceniti na osnovu kretanja čestice, a gustina na osnovu hemijskog sastava meteoroida, odnosno spektra meteora. Očigledno je da važi

$$S = A V_m^{2/3},$$

gde je V_m zapremina meteoroida. Kako je $V_m = M / \rho_m$ (M je masa meteoroida a ρ_m njegova gustina), to je

$$S = A \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{2/3}.$$

Koeficijent proporcionalnosti A naziva se *koeficijentom forme*. Lako se vidi da je A za sferu poluprečnika r

$$A = \frac{\pi r^2}{\left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right)^{2/3}} = \left(\frac{3}{4} \right)^{2/3} \pi^{1/3} = 1.21,$$

dok, na primer, za kocku uzima vrednosti između 1 i 1.73 u zavisnosti od toga da li se kocka kreće duž pravca koji je okomit na stranicu ili duž glavne dijagonale. Za tela nepravilnog oblika pri rotirciji koeficijent forme približno iznosi 1.

Usporenje meteoroida

Dakle, masa vazduha na koju, u intervalu vremena dt , „naleti“ meteoroid iznosi:

$$dm = \rho_a S v dt , \quad (1)$$

odnosno, izražavajući S preko koeficijenta forme A :

$$dm = A \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{\frac{2}{3}} \rho_a v dt . \quad (1a)$$

Drugacije rečeno, dm je masa vazduha sa kojom se u intervalu vremena dt sudari meteoroid i kojoj predaje svoj impuls. U početnoj fazi pojave, kada do ablacijskog raspadanja meteoroida još ne dolazi i kada mu masa ostaje praktično nepromenjena, priraštaj (defekt) impulsa meteorske čestice uslovljen je samo promenom brzine. Usled toga meteoroid gubi impuls $M dv$. S druge strane, uzima se da priraštaj impulsa gasa zatvorenog u cilindru $S v dt$ iznosi $v dm$, budući da se u ovom slučaju promene brzine mogu zanemariti (priraštaj impulsa usled promene brzine daleko je manji od priraštaja uslovljenog promenom mase gase).

Priraštaj impulsa gasa proporcionalan je gubitku impulsa meteoroida, te je:

$$M dv = - \Gamma v dm ,$$

odnosno, s obzirom na (1):

$$M \frac{dv}{dt} = - \Gamma S \rho_a v^2 . \quad (2)$$

Γ je koeficijent otpora i izražava koji se deo impulsa meteoroida predaje česticama atmosfere. Jednačina (2), koja ustvari predstavlja II Njutnov zakon za kretanje meteoroida kroz atmosferu, naziva se *balističkom jednačinom* ili „jednačinom kočenja“ meteora.

Izgleda očitim da Γ uzima vrednosti manje od jedinice. To bi odgovaralo slučaju nepotpune predaje impulsa, recimo, da se deo čestica

gasa iz „elementarnog” cilindra ne sudara sa njim, već ga „optače”. Međutim, u slučaju kada dolazi do reaktivnog impulsa usled znatnijeg prisustva čestica atmosfere koje se odbijaju od površine meteoroida ili isparavanjem nastalih molekula samog meteoroida, vrednost Γ može biti veća od 1. Obično se uzima da Γ ima vrednosti između 0.5 i 1.5 [4].

Iz relacije (2), uzimajući u obzir (1a), lako se dolazi do izraza za usporenie meteoroida pri kretanju kroz atmosferu usled otpora vazduha:

$$a \equiv \frac{dv}{dt} = -\Gamma A M^{-\frac{1}{3}} \rho_m^{-\frac{2}{3}} \rho_a v^2. \quad (3)$$

To je poznata Whippleova jednačina koja predstavlja osnovnu relaciju u fizičkoj teoriji meteora.

Ablacija

Neka je Z specifična toplota ablacija, tj. količina toplote potrebna da se otopi jedinica mase meteorskog tela. Tada je $dM Z$ količina toplote potrebna da se otopi masa dM . Potrebna količina toplote dobija se na račun smanjenja kinetičke energije makroskopskog kretanja meteoroida. Ta kinetička energija proporcionalna je masi gasa dm na koju, u intervalu vremena dt , „naleti” meteoroid, tj. ona iznosi:

$$K = \frac{1}{2} v^2 dm$$

odnosno, s obzirom na (1):

$$K = \frac{1}{2} S \rho_a v^3 dt. \quad (4)$$

To je zapravo kinetička energija mase vazduha koju obuhvata „elementarni cilindar” koji se kreće brzinom v , a izraz $\frac{1}{2} S \rho_a v^3$ predstavlja snagu procesa. Od kinetičke energije (4) na ablaciju se troši samo jedan deo, koji je određen koeficijentom prenosa toplote Λ , pa jednačina ablacija, odnosno jednačina gubitka mase meteoroida usled topljenja i isparavanja meteorskog tela, ima oblik:

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{\Lambda}{2Z} S \rho_a v^3 \quad (5)$$

ili, uzimajući u obzir (1a):

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{\Lambda A}{2Z} \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{\frac{2}{3}} \rho_a v^3 \quad (5a)$$

Primetimo da gubitak mase meteoroida po jedinici vremena usled ablacije zavisi od trećeg stepena brzine. Ta činjenica objašnjava zašto sporiji meteori znatno duže „traju”. Kao što je već napomenuto, koeficijent Λ predstavlja deo energije koju je potrebno utrošiti da bi usled ablacije meteoroid izgubio jedinicu mase u jedinici vremena. Očito da je $\Lambda < 1$, a obično se uzima da je $\Lambda = 0.5$. Specifična toplota ablacije Z zavisi od sastava meteoroida. Za gvozdene i kamene meteoroide, koji su najčešći, ima približno istu vrednost – $8 \times 10^6 \text{ J/kg}$.

DODATAK: INTEGRALNA FORMULA ZA GUBITAK MASE METEOROIDA

Ako u (5) zamenimo $S \rho_a v^2$ prema jednačini (2), dobija se:

$$\frac{dM}{M} = \frac{\Lambda}{2 \Gamma Z} v dv.$$

Pod pretpostavkom da koeficijenti Γ , Z i Λ ne zavise od mase M i brzine v i uzimajući da je

$$\sigma = \frac{\Lambda}{2 \Gamma Z},$$

ova se jednačina lako integrali i dobija integralna relacija za ablaciju:

$$M = M_\infty \exp\left[-\frac{\sigma}{2} (v_\infty^2 - v^2)\right].$$

Ovde je M_∞ doatmosferna masa, a v_∞ doatmosferna brzina meteoroida; M je trenutna masa, tj. ona masa koju meteoroid ima u trenutku kada se kreće brzinom v . Vrednost označena sa σ naziva se *koeficijentom ablacije*.

Analitički izraz koji opisuje kako opada masa sa visinom može se dobiti samo u specijalnom slučaju. Razdvajajući promenljive u jednačini (5a) i stavljajući da je $v \cdot dt = ds$, gde je ds priraštaj puta, dobijamo:

$$M^{\frac{1}{\Lambda}} - M_\infty^{\frac{1}{\Lambda}} = - \frac{\Lambda A}{6 Z \rho_m^{\frac{2}{\Lambda}}} \int_{\infty}^s v^2 \rho_a ds,$$

gde je dostmosferna masa M_∞ zapravo ona masa koju je meteorska čestica imala pre otpočinjanja procesa ablacije i drobljenja. Ova jednačina u opštem slučaju nije analitički rešiva. Ali, prepostavljajući

da je $v = \text{const}$, stavljajući da je $ds = dh / \cos z$, gde je dh priraštaj visine, a z zenitna daljina radijanta meteora, i uvezši u obzir da je gustina atmosfere:

$$\rho_a = \rho_0 \exp\left(-\frac{\mu_a g h}{k T}\right) \quad (*)$$

(ρ_0 – gustina atmosfere na nivou mora, μ_a – srednja masa molekula vazduha, g – ubrzanje sile Zemljine teže, h – visina, k – Boltzmanova konstanta, a T – temperatura u kelvinima), dobija se izraz koji daje zavisnost opadanja mase meteoroida od visine, pri njegovom prolasku kroz atmosferu:

$$M^{\frac{1}{2}} = M_{\infty} - \frac{\Lambda A V^2 H}{6 Z \rho_m^{\frac{1}{2}} \cos z} \rho_a ,$$

gde je sa $H = (k T) / (\mu_a g)$ označena tzv. visina homogene atmosfere.

Zračenje

Pod energijom zračenja meteora obično se podrazumeva energija koju on izrači u intervalu 4500 – 5700 Å talasnih dužina elektromagnetskog spektra. Neka je W energija koju izrači meteor u ovom intervalu talasnih dužina. Tada je intenzitet zračenja

$$I = \frac{1}{4 \pi} \frac{dW}{dt} .$$

Energija koja se troši na zračenje proporcionalna je kinetičkoj energiji isparene meteorske materije. Stoga se, prema (5), jednačina zračenja meteora može napisati u obliku:

$$I = \frac{\tau^*}{4 \pi} \frac{v^2}{2} \frac{dM}{dt} = - \frac{\tau^*}{4 \pi} \frac{\Lambda}{4 Z} S \rho_a v^5 = - \frac{\tau \Lambda}{4 Z} S \rho_a v^5 ,$$

pri čemu je uzeto da je $\tau = \tau^* / (4 \pi)$. U razvijenijem obliku, uzimajući u obzir (5a), jednačina zračenja glasi:

$$I = - \frac{\tau \Lambda A}{4Z} \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{2/3} \rho_a v^5. \quad (6)$$

Ovde je τ koeficijent sjaja koji izražava deo kinetičke energije meteoroida koja se troši na zračenje. τ obično uzima vrednosti između 3×10^{-4} i 2×10^{-2} . Koeficijent τ u opštem slučaju zavisi od brzine, a verovatno i od mase i drugih parametara. Međutim, još uvek nije dovoljno poznat oblik te zavisnosti. Za slabe meteore sa $v > 24$ km/s, obično se koristi Öpikov B-model, u kojem se prepostavlja da je $\tau = \tau_0 v^n$, pri čemu n uzima vrednosti manje od 0. Vrednosti za n dobijene na osnovu posmatranja su kontradiktorne, što ukazuje na to da je ovaj model previše jednostavan. Stoga se uzimaju sledeći eksperimentalno određeni oblici zavisnosti koeficijenta τ od brzine:

$$\tau(v) = \begin{cases} 6.04 \times 10^{-4} (v - 8.8)^{-0.35} & \text{ako je } v \leq 16 \text{ km/s} \\ 0.024 (v + 8.8)^{-1} & \text{ako je } v > 16 \text{ km/s} \end{cases} \quad (7)$$

pri čemu se v izražava u km/s.

Jonizacija

Neka je α linearna gustina jonizacije, tj. broj jona (ili elektrona) koji nastaje na jedinici dužine puta. Ako se meteoroid kreće kroz atmosferu brzinom v , za interval vremena dt preći će put $v dt$, pa će usled toga nastati $dN = \alpha v dt$ jona. S druge strane, taj broj je proporcionalan broju otopljenih atoma meteorske materije koji zapravo i izazivaju jonizaciju, a koji iznosi $(1/\mu_m) dM$, gde je dM masa otopljenih meteorske materije za interval vremena dt , a μ_m srednja masa jednog takvog atoma. Neka je β koeficijent jonizacije, odnosno srednji broj slobodnih elektrona koji nastaje od jednog atoma istopljene meteorske materije pri sudaru sa atomima atmosfere. Tada očito važi:

$$\alpha v dt = - \frac{\beta}{\mu_m} dM, \quad (8)$$

pa zamenjujući $\frac{dM}{dt}$ prema (5), linearna gustina jonizacije iznosi:

$$\alpha = \frac{\beta \Lambda}{2 \mu_m Z} S \rho_a v^2,$$

odnosno, uzimajući u obzir (5a), dobija se:

$$\alpha = \frac{\beta \Lambda A}{2 \mu_m Z} \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{\frac{2}{3}} \rho_a v^2. \quad (9)$$

Drugi način da se odredi linearna gustina ionizacije je analogan pristupu koji je korišćen za sjaj meteora: razmatra se gubitak kinetičke energije gasa zatvorenog u „elementarnom” cilindru. Neka je η srednja energija ionizacije po jonu. Tada je energija ionizacije u jedinici vremena:

$$\alpha \cdot v \cdot \eta = - \iota \cdot \frac{v^2}{2} \frac{dM}{dt}, \quad (10)$$

odnosno:

$$\alpha = \frac{\iota \Lambda A}{4 \eta Z} \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{\frac{2}{3}} \rho_a v^4,$$

gde je ι bezdimenzionalni koeficijent ionizacije. Na osnovu kombinovanih podataka radiolokacionih i vizuelnih posmatranja Geminida i Perseida, Millman i McKinley (1956) su našli da za intervale brzina meteora 35 – 60 km/s, odnos τ/ι (što je zapravo isto što i odnos $I / (\alpha \cdot v \cdot \eta)$) iznosi približno v^2 . Kako iz relacija (8) i (10) sledi da je

$$\iota = 2 \cdot \frac{\beta \eta}{\mu_M} \cdot \frac{1}{v^2},$$

to je $\beta / \tau \approx v^4$, što nam, znajući vrednosti za τ (na primer iz relacija (7)), omogućava da procenimo vrednosti koeficijent ionizacije β u jednačini (9).

Primer

Kako „funkcioniše” elementarna fizička teorija meteora u najjednostavnijem slučaju, ilustrovano je na sledećem primeru za koji je mali program napisao glavni urednik ovog (dvo)godišnjaka (Stanislav Žabić, za one koji ne znaju), a koji nazvamo „Marina”, u čast gospodice Brozović iz Splita koja je svojedobno i sama izradila jednu verziju nečeg sličnog. Program prikazuje kako se tokom vremena menjaju osnovni fizički i geometrijski parametri meteora. Na osnovu unetih početnih podataka: visine, brzine,

mase i zenitne daljine radijanta „Marina” računa trenutnu visinu, brzinu, masu i sjaj meteora za svaki stoti deo sekunde.

U datom primeru uzeto je da konstante imaju sledeće vrednosti (u zagradama su oznake u listingu): molarna gasna konstanta $R = k \times N_A = 8.314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ (r), /k – Boltzmanova konstanta a N_A – Avogadrov broj/, molarna masa vazduha $\mu_a \times N_A = 0.029 \text{ kg (mi)}$, radijus Zemlje 6400 km (rz), ubrzanje sile Zemljine teže na nivou mora $g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$ (go), gustina atmosfere na nivou mora $\rho_0 = 0.122 \text{ kg/m}^3$ (roa), temperatura okolne atmosfere $T = 200 \text{ K (tk)}$. Sledeći parametri meteora uzeti su kao fiksni: koeficijent forme meteorske čestice $A = 1$ (alfa), gustina meteoroida $\rho_m = 5.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ (rok), specifična toplota isparavanja meteorske materije $Z = 8.0 \times 10^6 \text{ J/kg (zeta)}$, koeficijent prenosa toplote $\Lambda = 0.5$ (lamb). Ubrzanje a (a) računa se po formuli (3), gubitak mase usled ublacijske $\frac{dM}{dt}$ ($dmdt$) po formuli (5a), intenzitet I (is) po (6), a gustinu atmosfere ρ_a (ra) po formuli (*); na osnovu intenziteta i udaljenosti meteora od posmatrača (s) računa se magnituda (mg).

```

program Marina;

const go=9.81; rz=6400000; roa=0.122; t=0.01; alfa=1;
      zeta=8000000; lamb=0.5; rok=0.005; tk=200;
      gama=0.9; mi=0.029; r=8.134;

var   v1, h1, m1, zul: real;
      v, h, m, zu, tau: real;
      g, ra, a, dv, dh, s, dmdt, is, mg: real;
      i: integer;

begin;
  writeln ('Unesi brzinu [km/s], visinu [km], masu [g]
            i zenitnu udaljenost [st]');
  readln (v1,h1,m1,zul);
  v:=v1*1000; h:=h1*1000; m:=m1/1000; zu:=zul*pi/180;
  i:=0;
  writeln (' Brzina Masa Visina Intenzitet Magnituda');
  while (i<200) and (v>=1500) and (m>=0.00005) do begin;
    i:=i+1;
    g:=go*sqr(rz/(rz+h));
    ra:=roa*exp(-mi*g*h/(r*tk));
    a:=-gama*alfa*exp((-1/3)*ln(m))
       *exp((-2/3)*ln(rok))*ra*sqr(v);
    dv:=a*t; v:=v+dv;
    dh:=v*t*cos(zu); h:=h-dh;
    s:=h/cos(zu);
    dmdt:=-lamb*alfa*exp((2/3)*ln(m/rok))
           *ra*exp(3*ln(v))/(2*zeta);
    m:=m+dmdt*t;
    if v>16000 then tau:=0.024/(v/1000+8.8)
        else tau:=6.04E-4*exp((-0.35)*ln(v/1000-8.8));
    is:=tau*lamb*alfa*exp((2/3)*ln(m/rok))
        *ra*exp(5*ln(v))/(4*zeta);
    mg:=-14.01-2.5*ln(is/sqr(s))/ln(10);
    writeln (v/1000:8:3, m*1000:8:3,
             h/1000:9:3, is:11:3, mg:8:3);
  end;
end.

```

$$\alpha = \frac{\beta \Lambda}{2 \mu_m Z} S \rho_a v^2,$$

odnosno, uzimajući u obzir (5a), dobija se:

$$\alpha = \frac{\beta \Lambda A}{2 \mu_m Z} \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{\frac{2}{3}} \rho_a v^2. \quad (9)$$

Drugi način da se odredi linearna gustina jonizacije je analogan pristupu koji je korišćen za sjaj meteora: razmatra se gubitak kinetičke energije gasa zatvorenog u „elementarnom” cilindru. Neka je η srednja energija jonizacije po jonu. Tada je energija jonizacije u jedinici vremena:

$$\alpha \cdot v \cdot \eta = - \iota \cdot \frac{v^2}{2} \frac{dM}{dt}, \quad (10)$$

odnosno:

$$\alpha = \frac{\iota \Lambda A}{4 \eta Z} \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{\frac{2}{3}} \rho_a v^4,$$

gde je ι bezdimenzionalni koeficijent jonizacije. Na osnovu kombinovanih podataka radiolokacionih i vizuelnih posmatranja Geminida i Perseida, Millman i McKinley (1956) su našli da za intervale brzina meteora 35 – 60 km/s, odnos τ/ι (što je zapravo isto što i odnos $I / (\alpha \cdot v \cdot \eta)$) iznosi približno v^2 . Kako iz relacija (8) i (10) sledi da je

$$\iota = 2 \cdot \frac{\beta \eta}{\mu_M} \cdot \frac{1}{v^2},$$

to je $\beta / \tau \approx v^4$, što nam, znajući vrednosti za τ (na primer iz relacija (7)), omogućava da procenimo vrednosti koeficijenta jonizacije β u jednačini (9).

Primer

Kako „funkcioniše” elementarna fizička teorija meteora u najjednostavnijem slučaju, ilustrovano je na sledećem primeru za koji je mali program napisao glavni urednik ovog (dvo)godišnjaka (Stanislav Žabić, za one koji ne znaju), a koji nazvasmo „Marina”, u čast gospodice Brozović iz Splita koja je svojedobno i sama izradila jednu verziju nečeg sličnog. Program prikazuje kako se tokom vremena menjaju osnovni fizički i geometrijski parametri meteora. Na osnovu unetih početnih podataka: visine, brzine,

Izvlačenje informacija sa fotografija

Pretpostavimo da ste nakon mnogo časova provedenih pod vedrim nebom, savlađujući probleme sa rosom, žičanim okidačima, Praktikinim mehanizmom i satelitima, nakon udisanja isparenja raznoraznih hemikalija u foto-labu, konačno dobili ono što ste tako željno očekivali – sliku vašeg ljubimca. Ne trag satelita ili štraftu koju je napravio avion, nego pravi meteor.

Da bi te slike bile upotrebljive za još nešto osim za razgledanje potrebno je da budu zadovoljeni neki sitni uslovi. Jedan snimak je nedovoljan, treba imati *bar dva* snimka istog meteora sa dva različita, dovoljno udaljena punkta. Svaki od tih snimaka treba da je snabdeven „ličnom kartom“ u kojoj su obavezno zabeleženi početak i kraj ekspozicije, i trenutak pojavlivanja meteora.

Sada se postavlja pravo pitanje – šta raditi dalje?

(i) dobijanje koordinata (α, δ) tačaka meteorske putanje¹

Najpre treba odrediti nebeske koordinate objekta snimljenog na filmu. Razmotrićemo osnovnu ideju ovog postupka i neka njena poboljšanja radi dobijanja veće tačnosti. Glomazne jednačine ne treba da uplaše čitaoca, jer su, prateći ih korak po korak, relativno jednostavne.

(i.i) ono što prvo pada na pamet

Posmatrajmo prvo fotografiju sa mnoštvom zvezda (dakle, ne tragova). Identifikovali smo snimljeni deo neba, odnosno prepoznali neke od zvezda. Iz kataloga znamo njihove koordinate².

Kako naći koordinate (α, δ) nepoznate tačke na snimku, npr. neke zvezde? U principu, možemo skinuti koordinate zvezda (X, Y), u proizvoljno izabranom Dekartovom koordinatnom sistemu na snimku, i iz pretpostavljenog tipa veze sa (α, δ), metodom najmanjih kvadrata (u daljem tekstu MNK) dobiti koeficijente u jednačinama $f(X, Y) = (\alpha, \delta)$. Zvezde se uvek biraju u okolini tačke čije koordinate tražimo, da bi za sve važio isti tip zavisnosti. Ostaje samo da se primeni ta zavisnost i na koordinate (x, y) tražene tačke. Problem se krije iza fraze „pretpostavljeni tip veze“. Ispostavlja se da nije uvek moguće naći zadovoljavajuću vezu (tj, dobiti dovoljnu tačnost) sa razumno malo koeficijenata.

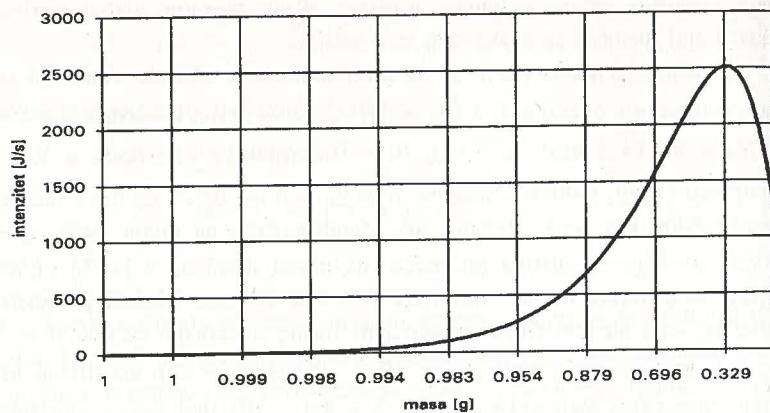
Ako bismo imali zvezde neposredno oko tražene tačke, čak bi i linearna veza bila O. K, ali na žalost, to gotovo nikad nije slučaj. Vrlo je

1

Namerno nije rečeno „početka i kraja meteora“. Kasnije ćemo videti zašto.

2

Treba se setiti da se kataloške koordinate odnose na neku epohu i da ih, uračunavanjem precesije, treba dovesti na trenutak posmatranja. Od broja referentnih zvezda i merenih tačaka, čitalac će sam odlučiti da li će popravku primeniti na same zvezde, ili na konačan rezultat.

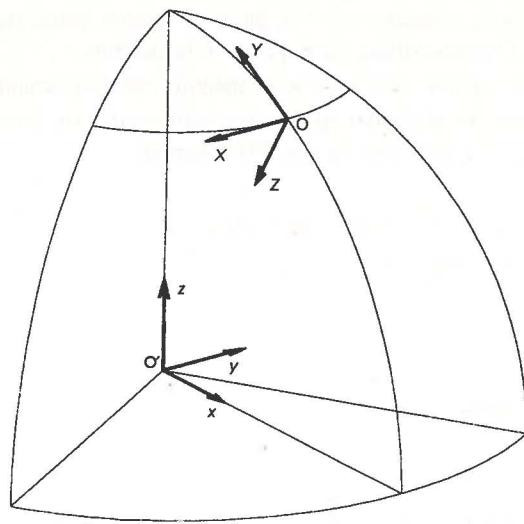


Slika 2: Zavisnost intenziteta zračenja meteora od mase meteoroida. Kao što se sa grafika vidi, meteor je najsjajniji kada je utrošeno oko 2/3 mase meteoroida. Treba napomenuti da na horizontalnoj osi masa nije data linearno, već kao funkcija vremena.

Za početne vrednosti: brzina - 60 km/s, visina - 100 km, masa meteoroida - 1 g i zenitna daljina - 10° , dobijen je model meteora za koji je na slici 2 prikazana zavisnost sjaja od mase.

Branislav Savić

LIT: 1. ASTAPOVICH I. S. 1958. *Meteornye yavleniya v atmosfere Zemli*. Moskva: Gos. izdat. fiziko-matematicheskoy literatury; 2. BABADZHANOV P. B. 1987. *Meteor i ih nablyudenie*. Moskva: Nauka; 3. BELLOT RUBIO L. R. 1994. Dependence of The Population Index On The Radiant Zenithal Distance. *WGN* 22-1 (February 1994): 13-26; 4. BRONSHTEIN V. A. 1981. *Fizika meteornyh yavlenij*. Moskva: Nauka; 5. MCKINLEY D. W. R. 1961. *Meteor Science and Engineering*. New York: McGraw-Hill Paperbacks.



Slika 1: Dekartov koordinatni sistem na sferi ($OXYZ$) i koordinatni sistem u centru projekcione sferesfere ($O'xyz$)

zvezde. To, međutim, nisu koordinate koje mi možemo meriti – nama trebaju one u koordinatnom sistemu O ! Njih ćemo dobiti transformacijom koordinatnog sistema O u O' . Ova transformacija se sastoji od tri uatzastopne elementarne transformacije koordinatnog sistema O' :

– transliranjem duž vektora $O'O$ dovodimo oba koordinatna sistema u isto ishodište

– rotacijom oko z ose za $\pi / 2$ poklapaju se x i X osa

– rotacijom oko x ose za $-(\pi / 2 + \delta_s)$ dovodimo $O(x, y, z) =$

$$= O'(X, Y, Z)$$

Rezultat sva tri koraka je sledeća transformacija koordinata:

$$X = -y$$

$$Y = -x \sin \delta + z \cos \delta$$

$$Z = -x \cos \delta - z \sin \delta + 1$$

(3)

Sada, koracima koji su svaki za sebe jednostavni, ali je celo izvođenje prilično dugo (pa ovde neće biti navedeno), iz (1), (2), (3) dobijamo koordinate $(X, Y) = f(\alpha, \delta)$, koje u principu možemo meriti direktno sa filma!

$$X = -\operatorname{tg}(\alpha - \alpha_s) \cos q / \cos(q - \delta_s) \quad (4.X)$$

$$Y = \operatorname{tg}(q - \delta_s) \quad (4.Y)$$

gde je q pomoćna veličina, definisana sa:

$$\operatorname{tg} q = \operatorname{tg} \delta / \cos(\alpha - \alpha_s) \quad (5)$$

3

Čak i ovaj (specijalni) slučaj radi dovoljno dobro samo ako je centar snimka centar snimka u samom polu (tačke iste deklinacije čine kružnice na snimku), mada ga je moguće adaptirati i na druge položaje fotoaparata.

4

Zgodna osobina ove projekcije je da velike krugove nebeske sfere projektuje u prave na ravni – što nam garantuje da će naši meteori biti prave linije. Međutim, gornji rezon važi SAMO za tanka sočiva – kod širokougaonih i fish-eye objektiva situacija je sasvim drugačija. Za ovakve slučajeve koristi metod (i.i) ili vidi literaturu [1].

važno napraviti dobar izbor koordinatnog sistema i koordinata. Npr. ako je tačka severnog nebeskog pola na snimku, nju treba uzeti za početak koordinatnog sistema, a za koordinate $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ i $\phi = \arctg(y/x)$. Tada je $\delta = \delta(r)$ i $\alpha = \alpha(\phi)$.³

Na snimcima kada je približno $\delta = 0$ tačke iste deklinacije formiraju približno prave; dakle, jednu osu (recimo X) je zgodno uzeti duž tog pravca, pa je $\alpha = \alpha(X)$ i $\delta = \delta(Y)$ (u prvoj aproksimaciji).

Ovo je jedan potpuno opšti postupak, u koji ni na kakav način ne ulaze parametri snimka (centar snimka, žična daljina), i koji se može uvek primeniti. Sa druge strane, samo za neke specijalne slučajeve on nam daje zadovoljavajuću tačnost. Srećom, on je i previše uopšten za naše potrebe. Značajna pojednostavljenja mogu se dobiti iz geometrije problema.

(i.ii) Šta daje geometrijska optika

Posmatrajmo sada na koji način se formira lik zvezde na filmu. Sočivo objektiva (žične daljine F) transformiše lik nebeske sfere u ravninsku sliku na filmu, koji se nalazi tačno u žiči sočiva. Istu ovaku sliku dobijamo kada uzmemo „globus neba”, poluprečnika F, i iz centra projektujemo površinu globusa na ploču koji tangira sferu. Takva projekcija naziva se gnomonska ili stereografska.⁴

Nadimo kako zavise koordinate (X, Y) zvezde na filmu (što je veličina koju mi merimo) od koordinata zvezde (α, δ) i centar snimka (α_s, δ_s) (što je tačka u kojoj ravan filma tangira globus). Za početak ćemo smatrati da je žična daljina $f = 1$, tj. imamo jediničnu projekcionu sferu. Uvedimo Dekartove koordinatne sisteme u tačkama O(X, Y, Z) (tačka tangiranja ravni) i O'(x, y, z) (centar projekcione sfere). Ose su orijentisane na sledeći način. Osa X usmerena je duž projekcije paralela ($\delta = \text{const}$) u smeru opadanja rektascenzije, osa Y duž projekcije meridijana, u smeru rasta deklinacije, osa Z spaja OO'; xO'y je ravan ekvatora – osa x je usmerena prema tački tangiranja, y suprotno od X, i z prema severnom polu (vidi sliku 1).

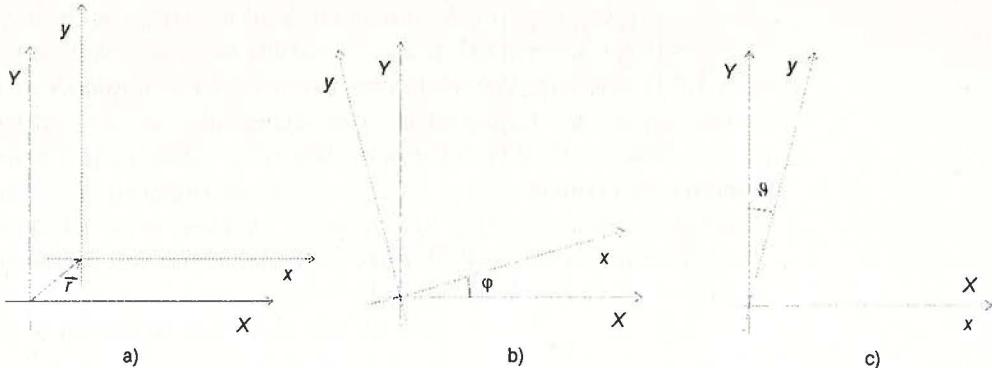
Jednačina tangentne ravni u O je:

$$x \cos \delta_s + z \sin \delta_s = 1 \quad (1)$$

U istom sistemu parametarska jednačina prave duž koje se projektuje zvezda sa koordinatama (α, δ) je:

$$\begin{aligned} x &= t \cos (\alpha - \alpha_s) \cos \delta \\ y &= t \sin (\alpha - \alpha_s) \cos \delta \\ z &= t \sin \delta \end{aligned} \quad (2)$$

gde je t parametar. Rešavanjem ovog sistema jednačina (1) + (2) mogli bismo dobiti koordinate (x, y, z) tačaka u koje se na ravni filma projektuju



Slika 2: Tri elementarna tipa odstupanja realnog koordinatnog sistema od idealnog: a) realni sistem je transliran za vektor \vec{r} ; b) realni sistem je rotiran za ugao φ ; c) ose realnog sistema nisu međusabno normalne.

Ekvivalentne relacije se dobijaju i za slučaj odstupanja ose y od Y . Relacije (8), (9) i (10) mogu se skupiti zajedno u Turnerove jednačine:

$$X - x = a x + b y + c \quad (11x)$$

$$Y - y = d x + e y + f \quad (11.y)$$

gde su $a - f$ konstante ploče. Naravno, u idealnom slučaju, sve su nule!⁸

Pošmatrajmo sada sistem (11). U njemu imamo dve merene veličine (x, y) i sa njima, preko nama (za sada) nepoznatih koeficijenata, povezane (X, Y) veličine potrebne nam za dalji rad. Šest nepoznatih koeficijenata bismo mogli odrediti preko poznatih zvezda: uzimimo tri poznate zvezde sa snimka, i za njih izmerimo (x_i, y_i) i izračunajmo (procedurom datom u (i.ii)) njihove standardne koordinate (X_i, Y_i). Zamenom tih veličina u (11) dobijamo 6 jednačina sa isto toliko nepoznatih. Sada je lako naći koeficijente $a - f$.

(i.iv) može i bolje

Za ljubav tačnosti, zbog koje i sprovodimo ceo ovaj postupak, nećemo se zadovoljiti sa samo tri zvezde. Koristeći veći broj referentnih zvezda i MNK formalizam, tačnije ćemo odrediti konstante ploče.⁹

Sisteme jednačina ćemo pisati u matričnom obliku. Imamo:

$$\xi = \begin{bmatrix} X_1 - x_1 \\ X_2 - x_2 \\ \dots \\ X_n - x_n \end{bmatrix}, \quad \eta = \begin{bmatrix} Y_1 - y_1 \\ Y_2 - y_2 \\ \dots \\ Y_n - y_n \end{bmatrix}.$$

8

Iako se nazivaju konstantama ploče (ili, u našem slučaju filma), ove veličine zapravo karakterišu naše merenje, a ne sam film. Prilikom merenja zvezda na različitim delovima istog snimka (različiti koordinatni sistemi), one neće biti iste.

9

Metoda najmanjih kvadrata nam daje još jednu informaciju. Informaciju o intervalu pouzdanosti određivanja ovih veličina, što nam trenutno nije od interesa.

Jasno je da je koordinata $Z = 0$, jer je to upravo jednačina ravni filma u sistemu O ! Ove koordinate se nazivaju standardnim.

Jednačine (4) nam daju kako se projektuju zvezde poznatih koordinata na film, a nama treba upravo suprotno – želimo naći (α, δ) zvezde kojih smo izmerili (X, Y) sa filma. Iz (4), (5) dobijamo:

$$\operatorname{tg}(\alpha - \alpha_s) = -X \cos(q - \delta_s) / \cos q \quad (6.\alpha)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} q \cos(\alpha - \alpha_s) \quad (6.\delta)$$

5

Ovde treba paziti na znak: pri računanju α i δ iz (6) rešenje se dobija u kodomenu funkcije arctg , tj.

$-\pi/2 < Q < \pi/2$. Kada je $\cos(q) = 0$ (6.a), rezultat treba uvećati za π (i takav uvrstiti u (6.b)).

6

Primetimo da ukoliko bi postigli idealan koordinatni sistem, bilo bi dovoljno samo jedno merenje za nalaženje koordinata zvezde. Ispitujem čitaocu je jasno da je to suviše lepo da bi bilo ostvarljivo, što će reći „greške ne prestaju da postoje time što ih zanemaruju“.

7

Ovde jeste važno da se merni koordinatni sistem što je moguće bolje poklapa sa standardnim – tj. razmatranje sledećih odstupanja nam ne rešava problem na taj način da dalje možemo komotonu raditi sa bilo kojim koordinatnim sistemom. Za opštije razmatranje vidi [1].

gde je⁵

$$q = \delta_s + \operatorname{arctg} Y. \quad (7)$$

(i.iii) realno merenje

U prethodnom odeljku smo dobili jednačine kojima bismo mogli naći ekvatorske koordinate zvezde na osnovu izmerenih (X, Y) neke zvezde, pretpostavljajući poznavanje centra snimka i jediničnu žižnu daljinu. Pored toga, implicitno je pretpostavljeno idealno orijentisanje koordinatnog sistema, podsetimo se: X osa usmerena je duž paralela, Y duž meridijana i ishodište je u centru snimke. Mi, ipak, moramo računati da to nećemo postići.⁶

Odvođemo razmatrati tri vrste odstupanja našeg koordinatnog sistema od idealnog (vidi sliku 2). Sa (x, y) su označene koordinate koje merimo, a sa (X, Y) , kao i ranije, standardne koordinate.

(a) merni koordinatni sistem je transliran za vektor $r = (\xi, \eta)$ u odnosu na standardni, tj. njihova ishodišta se ne poklapaju. Jednačine kojima prelazimo sa mernog na standardni koordinatni sistem su:

$$\begin{aligned} X - x &= \xi \\ Y - y &= \eta \end{aligned} \quad (8)$$

(b) merni koordinatni sistem je zarotiran za ugao ϕ u odnosu na standardni. Ovo popravljamo jednačinama:

$$\begin{cases} X = x \cos \phi - y \sin \phi \\ Y = x \sin \phi + y \cos \phi \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} X - x = -2x \sin^2(\phi/2) - y \sin \phi \\ Y - y = x \sin \phi - 2y \sin^2(\phi/2) \end{cases} \quad (9)$$

(c) ose mernog koordinatnog sistema nisu uzajamno normalne. Recimo da y odstupa za mali ugao ϑ od Y . Tada je:

$$\begin{cases} y = Y \cos \vartheta \\ x = X - Y \sin \vartheta \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} Y - y = y(\cos \vartheta - 1) \\ X - x = y \sin \vartheta \cos \vartheta \end{cases} \quad (10)$$

Ovde je nezgoda u tome što je skala X i x bitno različita (ne zaboravimo: X je svedeno na jediničnu F , a x je mereno na F bitno različitom od 1). Razlike $X - x$ i $Y - y$ više nisu bliske nuli (za velike F a' i e' su približno -1), one čak nemaju neki fizički smisao – to su jednostavno razlike brojeva. Kako su formule za metodu najmanjih kvadrata (12) izvedene pod pretpostavkom da su veličine $X - x$ i $Y - y$ mala odstupanja merene od prave vrednosti, mi ga više ne možemo koristiti (vidi gornju napomenu). Dakle, u slučaju da ne znamo koliko je F koristimo samo deo opisan pod (i.iii). Postoji precizno tretiranje problema i u ovom slučaju, koje je preopširno da bi ovde bilo navedeno.

(i.vi) završne napomene

Ostaje samo da se urade još neke sitnice. Najpre, postavlja se pitanje kako odrediti neophodni centar snimka? Teško da će zabeleška tokom posmatranja o centru snimka biti dovoljna. Procedura opisana u (i.i) može biti od koristi. U (srećnom) slučaju dve zvezde oko samog centra snimka pomaže čak i jednačina prave kroz njih. Međutim, jedini *pravi* način da se ovo odredi je metod simpleksa i njemu slični, opet jednostavni, ali opširni za opisivanje. Razmatrajući celu navedenu proceduru za opštiji slučaj, kada merni koordinatni sistem može biti proizvoljno postavljen, ispostavlja se da pravi centar snimka čak ne mora dati najbolji rezultat!

Prilikom orientacije mernog koordinatnog sistema treba se setiti da je naša x -osa tangenta na tragove zvezda u centru snimka. Ceo opisani postupak se odnosi na merenje koordinata zvezda kao tačkastih objekata, ali ga nije teško uopštiti na lučne tragove (što je upravo ono što mi imamo). Mogu se, recimo, izračunati koordinate tačke koja odgovara početku ekspozicije (početak traga), i krajnji rezultat popraviti po rektascenziji za vreme proteklo od početka ekspozicije do pojave meteora (kao $\alpha = \alpha - t$). Isto treba uraditi i za kraj traga zvezde.

Postavlja se veliko pitanje: čemu sve ovo? Čini se da je cena koju plaćamo za poboljšanje rezultata prevelika. Za slučaj kada imamo sve relevantne podatke (centar snimka i žižna daljina F), čeka nas MNK formalizam sa glomaznim poslom nalaženja inverznih matrica, kada nemamo F metodu najmanjih kvadrata ne možemo ni primeniti, a kroz sve se provlači nedovoljno poznavanje centra snimka. Sagledavši sve ovo naša dosadašnja diskusija izgleda prilično akademска и neprimenjiva. Ova samokritika nas, nadam se, navodi na zaključak da stvari ne stoje tako.

Najpre treba uočiti da nas prethodna razmatranja oslobađaju neugodnog naglašanja funkcionalne zavisnosti iz (i.i).

Prividna glomaznost računa je danas posao računara. Iako se celo izvođenje na momente moglo činiti komplikovanim, konačne jednačine su krajnje jednostavne. Nadam se da se istrajni čitalac, koji je propratio postupak do kraja, uverio da ovo jednostavno izvođenje daje mogućnost da na

$$\mathbf{N} = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & 1 \end{bmatrix}$$

Jednačine (11) postaju:

$$\mathbf{N} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \xi \quad \text{i} \quad \mathbf{N} \begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = \eta.$$

I, napokon:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = (\mathbf{N}^T \mathbf{N})^{-1} \mathbf{N}^T \xi,$$

$$\begin{bmatrix} d \\ e \\ f \end{bmatrix} = (\mathbf{N}^T \mathbf{N})^{-1} \mathbf{N}^T \eta.$$

(i.v) uvećanje

Uvrstimo, najzad i žižnu daljinu u račun. Kako se ona ogleda samo u poluprečniku projekcione sfere, deluje kao faktor uvećanja na merene veličine (x, y) iz jednačina (11). Dakle, da bi realni slučaj sveli na jediničnu sferu, za koju smo sve izveli, treba uvrstiti u (11):

$$x = x_{\text{mereno}} / K; \quad y = y_{\text{mereno}} / K \quad (12)$$

10

U trenutku kada je ovo pisano aparatura za merenje sa negativa nije postojala u ISP, niti je bilo izgleda da bi se nešto slično moglo u dogledno vreme nabaviti.

Međutim, ne znamo uvek koliko je F , npr. ako ne merimo direktno sa negativa, već sa snimaka!¹⁰

Uvrštavanjem (12) u (11), i elementarnim transformacijama, svodimo sistem (11) na:

$$X - x = a' x + b' y + c'$$

$$Y - y = d' x + e' y + f'$$

Ovde su nove konstante:

$$\begin{aligned} a' &= (a + 1)/F - 1; & b' &= b / F; & c' &= c \\ d' &= d / F; & e' &= (e + 1) / F; & f' &= f, \end{aligned}$$

a x i y merene veličine.

$$\operatorname{tg} \alpha_r = \frac{C^{(1)} A^{(2)} - C^{(2)} A^{(1)}}{A^{(1)} B^{(2)} - A^{(2)} B^{(1)}} \quad (15)$$

Gornji indeksi označavaju snimak na koji se konstante odnose. Kada poznajemo $\operatorname{tg}(\alpha_r)$, lako je naći i $\operatorname{tg}(\delta_r)$, recimo izražavanjem preko $\cos(\alpha_r)$:

$$\operatorname{tg} \delta_r = \frac{B^{(1)} C^{(2)} - B^{(2)} C^{(1)}}{A^{(1)} B^{(2)} - A^{(2)} B^{(1)}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_r}} \quad (16),$$

ili slično preko $\sin(\alpha_r)$.

Ovim smo dobili (α_r, δ_r) na osnovu dve tačke sa putanje sa svakog snimka. Razumno je da te tačke budu što udaljenije jedna od druge, tj. početak i kraj meteora. Mi se ovim nećemo zadovoljiti. Uz slične komentare kao u (i.iv), uvodimo i ovde MNK formalizam. Prepišimo jednačine (15) i (16) u obliku pogodnom za primenu metode najmanjih kvadrata:

$$\begin{aligned} & (A_{ij}^{(1)} B_{ij}^{(2)} - A_{ij}^{(2)} B_{ij}^{(1)}) \operatorname{tg} \alpha_r = \\ & = (C_{ij}^{(1)} A_{ij}^{(2)} - C_{ij}^{(2)} A_{ij}^{(1)}) \Leftrightarrow x_{ij} \operatorname{tg} \alpha_r = y_{ij} \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} & (A_{ij}^{(1)} B_{ij}^{(2)} - A_{ij}^{(2)} B_{ij}^{(1)}) \operatorname{tg}(\delta_r) \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_r} = \\ & = (B_{ij}^{(1)} C_{ij}^{(2)} - B_{ij}^{(2)} C_{ij}^{(1)}) \Leftrightarrow X_{ij} \operatorname{tg} \delta_r = Y_{ij} \end{aligned} \quad (18)$$

U gornjim jednačinama je eksplisitno navedena pripadnost koeficijenata A , B i C pojedinim parovima (i, j) merenih tačaka.¹²

Iz (17) i (18) je očigledno da $\operatorname{tg}(\alpha_r)$ i $\operatorname{tg}(\delta_r)$ tražimo pomoću metode najmanjih kvadrata kao koeficijente pravaca, računajući x i y , i X i Y iz parova tačaka (i, j) .

(ii.ii) određivanje visine meteora

12

Naravno, $i \neq j$, ali i više od toga: i dalje zahtevamo da su tačke u paru što je moguće više udaljene. Pri tome se ne moraju iscrpiti sve kombinacije (i, j) .

Za određivanje visine meteorske pojave sa fotografija postoji mnoštvo metoda, koje sve u osnovi imaju triangulaciju – standardni geodetski i astrometrijski metod za određivanje udaljenosti do objekata. Razne modifikacije postoje za slučaj snimanja sa više od dva punkta ili, pak, za neke posebno (ne)povoljne odnose među elementima snimka (recimo kada je ugao između pravca meteora i linije između punktova suviše mali).

Kako triangulacija (za naš slučaj) „radi“ u horizontskom koordinatnom sistemu, prethodno je potrebno na ranije opisan način dobijene ekvatorske koordinate prebaciti u mesni horizontski koordinatni sistem. Poznavajući elementarnu primenu kosinusne teoreme čitalac će lako sa slike reprodukovati dobijanje veličine H .

inteligentan način izbegnemo moguće greške koje se javljaju u načinu koji smo skloni bez razmišljanja primeniti. Što je najvažnije, svako ko je razumeo ovde izloženi postupak, bez problema će iz literature prihvati i jedan uopšteniji prilaz, koji se zapravo koristi u praksi, a na koji smo se više puta pozvali u odeljku (i). Za ovu dogradnju najtoplje preporučujem lit. [1], odakle je i preuzet veliki deo ovde napisanog.

(ii) određivanje koordinata radijanta, visine i brzine metora

Dobivši podatke o koordinatama tačaka na meteorskoj putanji mi još ništa „korisno“ nismo saznali o samoj pojavi. U ovom odeljku ćemo videti kako se dobijaju koordinate radijanta snimljenog meteora i brzina kretanja meteorske čestice kroz atmosferu. Razmotrićemo razne faktore koji meteorsku pojavu čine topocentričnom.

(ii.i) presek trajektorija = topocentrični radijant

U ovom delu napokon ulaze u igru oba snimka. Pretpostavimo da imamo na svakom snimku koordinate dve tačke sa putanje. Obeležimo ih sa $(\alpha_1^{(1)}, \delta_1^{(1)}) \dots (\alpha_2^{(2)}, \delta_2^{(2)})$, što predstavlja skraćeni zapis za $(\alpha_1^{(1)}, \delta_1^{(1)}), (\alpha_2^{(1)}, \delta_2^{(1)}), (\alpha_1^{(2)}, \delta_1^{(2)}), (\alpha_2^{(2)}, \delta_2^{(2)})$ gde donji indeksi označavaju redni broj tačke na putanji, a gornji – redni broj snimka. Putanja meteora se na nebu projektuje po velikom krugu nebeske sfere. Za snimke napravljene sa razdvojenih punktova ti krugovi su različiti. Kako je radijant ista tačka na oba snimka, on je određen presekom ovih krugova.¹¹

Jednačina velikog kruga na sferi je:

$$\operatorname{tg} \delta_r \sin(\alpha_1 - \alpha_2) + \operatorname{tg} \delta_1 \sin(\alpha_2 - \alpha_r) + \operatorname{tg} \delta_2 \sin(\alpha_r - \alpha_1) = 0 \quad (13)$$

U pisanju su izostavljeni gornji indeksi. (α_r, δ_r) su koordinate radijanta, koje su iste za oba snimka, i nama su nepoznate veličine. Razvijajnjem sinusa i pregrupisavanjem članova dobijamo:

$$A \operatorname{tg} \delta_r + B \sin \alpha_r + C \cos \alpha_r = 0 \quad (14)$$

gde su:

$$A = \sin(\alpha_1 - \alpha_2)$$

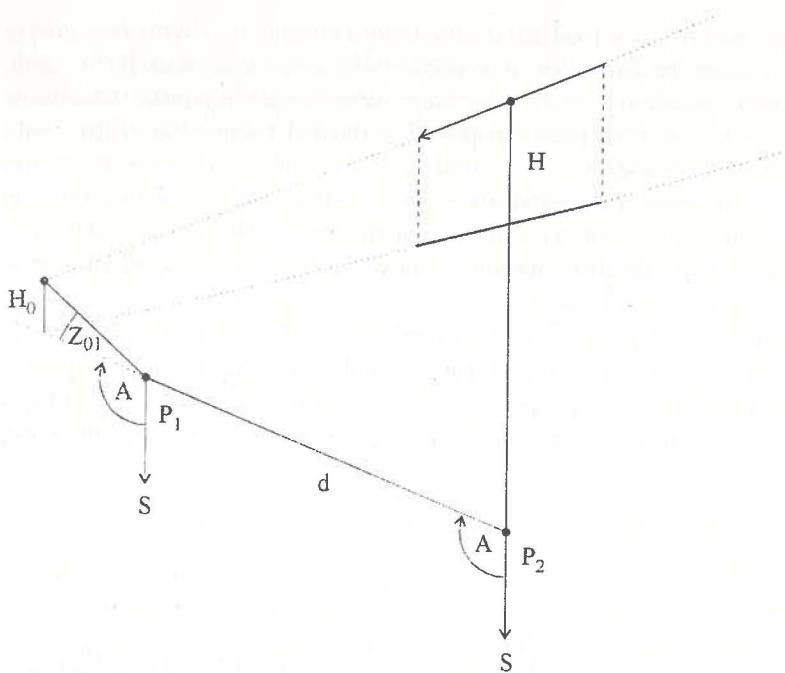
$$B = \operatorname{tg} \delta_2 \cos \alpha_1 - \operatorname{tg} \delta_1 \cos \alpha_2$$

$$C = \operatorname{tg} \delta_1 \sin \alpha_2 - \operatorname{tg} \delta_2 \sin \alpha_1.$$

Koeficijenti A , B i C u jednačini (14) su različiti na snimcima 1 i 2. Ukoliko sada iz (14) izrazimo $\operatorname{tg}(\delta_r)$ i izjednačimo ga na oba snimka dobija se:

11

Pri tome treba voditi računa o dvoznačnosti rešenja – veliki krugovi se sekut u dve tačke. Za radijant, naravno, biramo ono rešenje koje je bliže početku meteora.



Sl. 4: Objašnjenje uz metod Stanjukovića - Fedinskog, H_0 je visina tačke preseka trajektorije meteora koja prolazi kroz punktove P_1 i P_2 .

$$\operatorname{ctg} z_{\text{o}} \sin(A_2^{(i)} - A_1^{(i)}) + \operatorname{ctg} z_2 \sin(A_1^{(i)} - A_{\text{o}}^{(i)}) + \operatorname{ctg} z_1 \sin(A_{\text{o}}^{(i)} - A_2^{(i)}) = 0 \quad (20)$$

Veličina A_{o} nema indeks koji označava pripadnost punktu, jer je ona ista za oba punkta i jednaka je azimutu jednog punkta u odnosu na drugi!¹⁴

Kako su sve ostale veličine poznate, iz (20) možemo izračunati $\operatorname{tg} Z_0^{(i)}$ i visinu probroja trajektorije kroz ravan dobiti kao:

$$H_0 = \frac{d}{\operatorname{tg} z_0^{(1)} - \operatorname{tg} z_0^{(2)}}$$

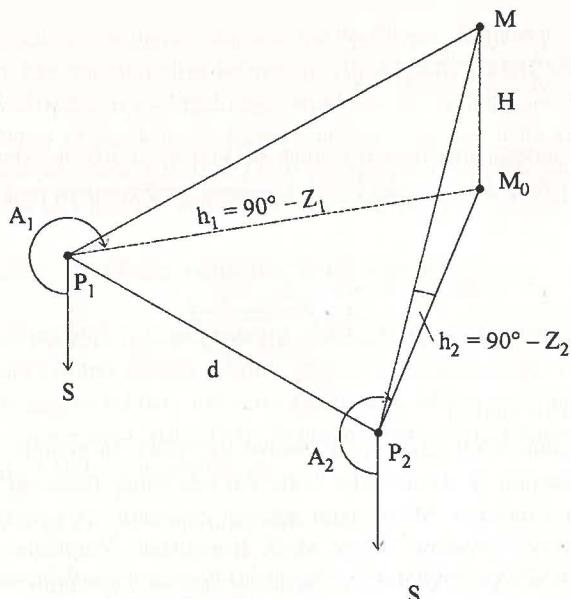
što se lako vidi sa slike.

Zatim se, što se malo manje lako vidi sa slike, ali je u pitanju obična proporcija, nalazi visina H proizvoljne tačke sa putanje:

$$H = H_0 \times \frac{\operatorname{tg} z_r^{(i)} \cos A_r^{(i)} - \operatorname{tg} z_0^{(i)} \cos A_{\text{o}}^{(i)}}{\operatorname{tg} z_r^{(i)} \cos A_r^{(i)} - \operatorname{tg} z^{(i)} \cos A^{(i)}} \quad (21)$$

¹⁴

U slučaju da je tačka probroja upravo između punktova, veličine $A_0^{(1)}$ i $A_0^{(2)}$ se razlikuju za ugao 180° . Osim razlike u znaku sinus-a, ovo ne uvodi nikakvu novinu.



Sl. 3: Standardna trigonometrijska metoda za određivanje visine tačke snimljene sa dva različita punkta P_1 i P_2

$$H = \frac{d}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 z^{(1)} + \operatorname{tg}^2 z^{(2)} - 2 \operatorname{tg} z^{(1)} \operatorname{tg} z^{(2)} \cos(A^{(2)} - A^{(1)})}} \quad (19)$$

gde su sa $z^{(i)}$ i $A^{(i)}$ obeleženi zenitna daljina i azimut tačke na meteorskoj putanji iz i -tog punkta kojoj tražimo visinu, a d rastojanje između punktova.

Nezgodna strana direktnе primene ovog metoda je što zahteva da identifikujemo *istu* tačku meteorskog traga na oba slike. Ovo nije jednostavno ni kada su tražene tačke upravo početak i kraj meteora (što i jeste najčešći slučaj), zbog različite udaljenosti od pojave, osjetljivosti filma i slično. Pogledajmo zato kako radi jedan od metoda koja ne postavlja ovaj neugodni zahtev.

Metoda Fedinskog i Stanjkovića zahteva poznavanje svih veličina u horizontskom koordinatnom sistemu i dozvoljava izračunavanje visine svake tačke na putanji, što je jako bitno za slike dugih meteora, gde se uz pomoć ove metode lako dobijaju podaci o promeni kretanja meteorske čestice usled otpora atmosfere i sl.¹³

Posmatrajmo trajektoriju meteora (ili njen produžetak) do preseka sa vertikalnom ravni koja sadrži oba punkta, tj. do preseka sa velikim krugom određenim ovim punktovima (vidi sliku 4). Postavimo, u skladu sa ranijim oznakama, jednačinu velikog kruga koji sadrži bilo koje dve tačke na trajektoriji meteora (obeležene donjim indeksima 1 i 2) i tačku prodora trajektorije kroz pomenutu ravan (obeleženu donjim indeksom 0):

učinilo zemaljskom i topocentričnom. Brzina i radijant (tj. brzina kao vektorska veličina) moraju se korigovati kako bi se eliminisali uticaji otpora vazduha i sile Zemljine teže (tzv. zenitno privlačenje), kao i neinercijalnost topocentričnog sistema referencije (dnevna i godišnja aberacija). Nešto ipak treba ostaviti i za sledeći broj Godišnjaka. Za onoga koji žuri, preporučujem literaturu [3], u kojoj su ove popravke pregledno izložene.

Vladimir Lukić

LIT: 1. STEYAERT, C. 1990. *Photographic Astrometry – Theory and Practice (IMO Monograph № 1)*. Potsdam: The International Meteor Organization; 2. RENDTEL J. 1993. *Handbook For Photographic Meteor Observations (IMO Monograph № 3)*. Potsdam: The International Meteor Organization; 3. ASTAPOVICH, I. S. 1958. *Meteornye yavleniya v atmosfere Zenli*. Moskva: Gos. izdat. fiziko-matematicheskoy literatury.

Analiza fotografije - kako to uraditi na jednostavniji način

U prethodnom tekstu moglo se saznati kako obraditi fotografije na precizan način. Međutim, ponekad je i jednostavnija analiza sasvim zadovoljavajuća. Ovde u kratkim crtama navodimo „recept” za jednu takvu obradu koja je daleko jednostavnija, ali i nepreciznija.

Prvi deo: određivanje radijanta

Pred sobom imamo meteore fotografisane aparatom bez praćenja, uredno ispisano dokumentaciju (sledi, to nisu radili Tomi i Dragana) i kvalitetno razvijene filmove (dakle, Nata je dobro oprala). Da bismo odredili tačku iz koje prividno izleću meteori treba pronaći snimke dva traga meteora koji pripadaju istom roju. To mogu biti dva traga na jednoj fotografiji, ili po jedan sa dve fotografije snimljene iste noći. Naravno, za svaku fotografiju moramo znati kada je bio početak i kraj ekspozicije, kao i kada se pojavio snimljeni meteor. Pri ovome ćemo se pomoći podacima dobijenim vizuelnim posmatranjima.

Na svakom od snimljenih meteorskih tragova (jedan od njih označimo sa A , a drugi sa B) odredićemo barem po dve tačke u kojima meteorski trag preseca dnevni luk okolnih zvezda. Označimo te tačke sa A_1 i A_2 (vidi crtež), odnosno B_1 i B_2 . Za svaku od ove dve plus dve tačke (imamo dva

gde su indeksima r određene koordinate radijanta, a veličine bez indeksa se odnose na koordinate proizvoljne tačke sa putanje. Kao što se vidi, tekuće koordinate (A, z) se uzimaju samo iz jednog punkta. Ukoliko je potrebno mogu se uneti i popravke za razliku nadmorskih visina i zakrivljenost Zemlje.

Za određivanje visine neke tačke sa putanje meteora ovim metodom, dovoljno ju je identifikovati na jednom snimku. No, njena direktna primena, opet, ne daje „idealne“ rezultate, jer se u dobijanju (21) pretpostavlja da je putanja meteora prava linija. Kada ovaj uslov nije ispunjen, moguće je (21) primenjivati lokalno, tj. računati radijant i tačku proboga samo iz tačaka sa za nas trenutno zanimljivog dela putanje. Ovo je jako važno imati na umu pri posmatranju pomenutih dugih meteora i efekata za njih vezanih. Kod kraćih meteora, možemo smatrati da je putanja prava linija.

(ii.iii) brzina meteora

Pretpostavljajući da je čitalac upoznat sa standardnim pristupom merenju vremena preleta meteora tokom fotografskih posmatranja, krenimo odmah na obradu podataka.¹⁵

Ono što prvo pada na standardni um (a, opet standardno, nije najsrećnije rešenje) je da prebrojimo broj segmenata na tragu meteora na filmu, i poznajući frekvenciju zaklanjanja oborotora lako nađemo vreme trajanja preleta meteora (prebrojavanjem prekida na tragu, dakako). Potrebna dužina traga meteora može se dobiti iz nađenih visina početka i kraja meteora, i poznatih horizontskih koordinata tih tačaka, dovoljno elementarno da je ne bi trebalo navoditi. Ipak:

$$l^2 = (h_2 - h_1)^2 + h_1^2 \operatorname{ctg}^2 z_1 + h_2^2 \operatorname{ctg}^2 z_2 + 2 h_1 h_2 \operatorname{ctg} z_1 \operatorname{ctg} z_2 \cos(A_2 - A_1)$$

gde su h_i visine, a (Z_i, A_i) horizontske koordinate dve tačke sa putanje. Ovako dobijena brzina je srednja i ova receptura je primenljiva samo na jako kratke meteore.

Metoda Fedinskog i Stanjukovića omogućava da se brzina nađe za pojedine delove putanje. Prednost je mogućnost izračunavanja trenutne brzine duž trajektorije i praćenje njene promene pri prolasku kroz atmosferu. Sve ostalo je isto kao u prvom slučaju.¹⁶

(ii.iv) i šta smo dobili?

Dobijeni rezultati nam daju neke informacije o meteorskoj pojavi, onakvoj kakvu smo je mi videli sa Zemlje. Kao takvi, oni su značajni za statistiku meteorskih pojava, i daju zanimljive informacije o kretanju tela kroz Zemljinu atmosferu. Međutim, za „ono pravo“, tj. za određivanje putanje čestice u Sunčevom sistemu, ovi podaci se još ne mogu koristiti. Da bismo odredili elemente putanje čestice, moramo ukloniti sve što je pojavu

15

Za one koji nisu upoznati: iznad objektive makar jednog fotoaparata treba biti postavljen oborotor - jedan „ventilator“, koji će pri prolazu meteora iseći njegovu putanju na filmu, zaklanjujući krilcima propeleru objektiv u jednakim razmacima - dakle kako je bitna stabilnost rotacije oborotora.

16

Pri računanju brzine po segmentima, jedino je moguće koristiti metodu Fedinskog i Stanjukovića, koja se koristi podacima sa jednog punkta; i u slučaju da na oba punkta postoje propeleri gotovo je nemoguće postići njihovu sinhronizovanost.

Bitno je da svi trenuci budu istovetno dati (ili po lokalnom, ili po svetskom vremenu). Ako želimo veću tačnost, izraz u srednjoj zagradi treba pomnožiti sa 1.0027. Taman kada saznote zašto se na taj način povećava tačnost, shvatićete da vam ona za ovakvu obradu neće ni trebati.

Kada smo odredili sve koordinate $\alpha_{A_1}, \delta_{A_1}, \alpha_{A_2}, \delta_{A_2}, \alpha_{B_1}, \delta_{B_1}, \alpha_{B_2}, \delta_{B_2}$ (sve rektascenzijske treba izraziti u stepenima!), pronađimo i presek velikih krugova na kojima ova dva traga leže. Prvo izračunavamo:

$$X = \sin \alpha_{A_1} \cos \alpha_{A_2} - \cos \alpha_{A_1} \sin \alpha_{A_2}$$

$$Y = \operatorname{tg} \delta_{A_1} \cos \alpha_{A_2} - \operatorname{tg} \delta_{A_1} \sin \alpha_{A_2}$$

$$Z = \operatorname{tg} \delta_{A_1} \sin \alpha_{A_2} - \operatorname{tg} \delta_{A_1} \cos \alpha_{A_2}$$

$$X' = \sin \alpha_{B_1} \cos \alpha_{B_2} - \cos \alpha_{B_1} \sin \alpha_{B_2}$$

$$Y' = \operatorname{tg} \delta_{B_1} \cos \alpha_{B_2} - \operatorname{tg} \delta_{B_1} \sin \alpha_{B_2}$$

$$Z' = \operatorname{tg} \delta_{B_1} \sin \alpha_{B_2} - \operatorname{tg} \delta_{B_1} \cos \alpha_{B_2}$$

Odatle dobijamo koordinate presečne tačke:

$$\operatorname{tg} \alpha_R = \frac{ZX' - XZ'}{YX' - XY'}$$

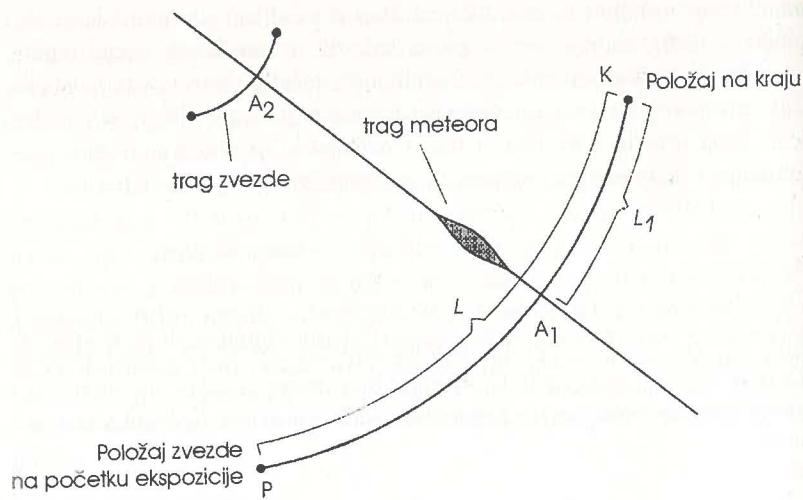
$$\operatorname{tg} \delta_R = \cos \alpha_R \times \frac{YZ' - ZY'}{YX' - XY'}, \text{ ili } \operatorname{tg} \delta_R = \sin \alpha_R \times \frac{YZ' - ZY'}{ZX' - XZ'}$$

Pri izračunavanju samih uglova (arctg je funkcija inverzna tangensu) moramo paziti da su dobijene vrednosti u odgovarajućem kvadrantu, a ako to nije slučaj, dodajemo 180° .

Drugi deo: nalaženje visine meteorske pojave

Za određivanje visine meteora potrebni su nam snimci istog meteora napravljeni sa dva različita mesta (A i B) i podaci o početku i kraju ekspozicije, o trenutku proleta meteora i geografskom položaju mesta sa kojih su fotografije snimljene. Prilikom odabira lokacija valja voditi računa o tome da one ne budu ni previše blizu, ni previše udaljene jedna od druge (optimalno rastojanje je 20 - 30 km).

Kao i kod određivanja položaja radijanta, i ovde određujemo rektascenzijsku α i deklinaciju δ one tačke na tragu meteora čiju visinu hoćemo da odredimo. Ovu tačku treba odabrati tako da se lako može identifikovati na oba snimka. To može biti neki uočljiv i prepoznatljiv detalj na tragu, na primer specifičan bljesak. Logično se nameće da to bude tačka početka ili kraja traga, samo treba imati u vidu da vidljivi počeci (ili krajevi) tragova



Crtež predstavlja jedan od dva raznatrana traga meteora (A). Na njemu su odredene tačke A₁ i A₂, kao što je to objašnjeno u tekstu. Lukovi predstavljaju tragove odabranih zvezda. Sa P je označen položaj jedne od njih na početku ekspozicije, a sa K je označen položaj na kraju ekspozicije. Sa L je označen luk PK, a sa L₁ luk A₁K.

učinilo učevi mačaju svezktz ztpimčktz t mčajsiuz – rektascenziju i deklinaciju. Da bismo to uradili, moramo identifikovati okolne zvezde. To znači:

1) Prepoznati okolne zvezde. To za početnika može biti dosta težak deo posla, jer se zvezde za vreme ekspozicije prividno pomeraju usled rotacije Zemlje, pa ih, umesto kao tačke, vidimo kao lukove. Za detekciju koristimo odgovarajuće karte, a možemo se potpomoći i time što ćemo negative projektovati na te karte. Svako već ima svoju taktiku. Pri tome je jako važno paziti da se negativi ne oštete.

2) Utvrditi ekvatorske koordinate detektovanih zvezda – rektascenziju α^* i deklinaciju δ^* . Pri tome treba koristiti bilo koji zvezdani katalog, ili skinuti koordinate sa karte.

Koordinate tačaka preseka pronaći ćemo na sledeći način: deklinacija tačke će se poklapati sa deklinacijom odgovarajuće zvezde, jer sve tačke na dnevnom luku imaju istu deklinaciju. Dakle, važi $\delta = \delta^*$.

Za određivanje rektascenzije potrebno je naći odnos dužine luka L_1 i celog luka L (vidi crtež). Jedan od načina na koji se to može uraditi je pomoću šestara. Broji se koliko se otvara šestara sadrži u L_1 , odnosno u L . Rektascenzija se računa po sledećoj formuli:

$$\alpha = \alpha^* - [t_k - t_m - (L_1/L) \times (t_k - t_p)]$$

gde su α^* – rektascenzija odgovarajuće zvezde, t_p – trenutak početka ekspozicije, t_m – trenutak proleta meteora, t_k – trenutak kraja ekspozicije.

zma, znajući frekvenciju obrtanja propelera f (za ispravan oborotor ona je konstantna):

$$\Delta t = \frac{n}{f}$$

Srednja brzina sada se nalazi kao:

$$v = \frac{s}{\Delta t}$$

Ako, pak, želimo da vidimo kako se brzina menjala u toku leta meteora, analziraćemo brzine za razne segmente meteorskog traga.

Četvrti deo: procena sjaja

Trag koji je ostavio meteor uporedićemo sa lučnim tragovima zvezda. Neka zacrnjenje traga meteora odgovara zacrnjenju traga zvezde sa poznatim sjajem m^* (ponovo detekcija zvezde i očitavanje sjaja iz kataloga ili sa karte). Meteor će imati sjaj:

$$m = m^* - 2.5 \log (\omega / \omega^*),$$

gde je ω ugaona brzina meteora, a ω^* ugaona brzina zvezde. Kako tražimo samo odnos ove dve ugaone brzine, one treba da budu u istim jedinicama, npr. s^{-1} , pa je

$$\omega = \Delta\lambda / \Delta t$$

$\Delta\lambda$ je ovde dužina traga meteora u stepenima, a Δt se određuje kao u prethodnom delu, dakle uz obrtni mehanizam.

Ugaona brzina zvezde je:

$$\omega = (15 \times \cos \delta^*) / 3600$$

Sjaj možemo odrediti za razne delove traga i tako naći kako se menjao sjaj meteora u toku leta.

I to je to.

Samir Salim (sačinio)
Stanislav Žabić (začinio)

LIT: I. MUMINOVĆ, M. 1982. *Praktična astronomija* (II izdanje). Sarajevo: U.A.D. CEDUS.

na dva različita snimka ne moraju nužno odgovarati istoj tački na trajektoriji meteora.

Dakle, odabrali smo jednu tačku sa trajektorije i nju smo identificovali na oba snimka. Tražićemo visinu baš te tačke. Znajući trenutak proleta meteora (t_m), transformisaćemo rektascenziju α i deklinaciju δ u horizontske koordinate azimut a i zenitnu daljinu z , koristeći obrasce koje možemo naći u udžbenicima sferne astronomije ili pomoću odgovarajućeg kompjuterskog software-a. Pored tih tačaka (a_A i z_A , odnosno a_B i z_B), treba odrediti azimut ka mestu B kada ga posmatramo iz mesta A (a_{AB}) i obrnuto, mesta A gledano iz mesta B (a_{BA}). To možemo uraditi pomoću geografske mape i uglomera. Ako uzmemmo da je mesto A zapadno u odnosu na B , a nalazi se na bliskom meridijanu, važiće:

$$a_{AB} \approx a_{BA} + 180^\circ$$

Odredimo:

$$p = a_{AB} - a_A$$

$$q = a_B - a_{BA}$$

$$r = 180^\circ - p - q$$

Ako je d razdaljina između mesta A i B , visina meteora će biti:

$$h = d \times (\sin q / \sin r) \times \operatorname{ctg} z_A$$

ili

$$h = d \times (\sin p / \sin r) \times \operatorname{ctg} z_B$$

Odredivši na opisani način visine bar dve različite (po mogućnosti međusobno dovoljno udaljene) tačke sa trajektorije, lako možemo dobiti predstavu o prostornom položaju meteora.

Treći deo: računanje brzine meteora

Ovde nam je potrebno sve što smo koristili i prilikom određivanja visine, s tim što barem jedna od fotografija mora biti snimljena uz obrtni mehanizam (oborotor – vidi u prošlom broju o čemu se radi).

Put koji je meteor prešao između dve tačke čije smo visine prethodno odredili izračunava se pomoću jednostavne formule:

$$s = \frac{h_1 - h_2}{\cos z_R}$$

gde je z_R zenitna daljina radijanta koju odruđujemo obrascima iz ekvatorskih koordinata radijanta.

Vreme koje je meteoru bilo potrebno da pređe put s se određuje brojanjem odsečaka traga n na fotografiji snimljenoj pomoći obrtnog mehani-

Zbog položaja ovih presečnih tačaka kroz njih su, za svaki meteor, od tri moguće povučene po dve trajektorije. Za svaku od trajektorija napisna je jednačina velikog kruga u ekvatorskom sistemu koordinata:

$$\operatorname{tg} \delta_R \sin(\alpha_2 - \alpha_1) + \operatorname{tg} \delta_2 \sin(\alpha_1 - \alpha_R) + \operatorname{tg} \delta_1 \sin(\alpha_R - \alpha_2) = 0$$

Linearizacijom jednačine velikog kruga, što se postiže razvijanjem argumenta u zagradama po adicioneim formulama, za svaku trajektoriju napisana je linearna relacija oblika:

$$X_i x + Y_i y = Z_i, \quad (1)$$

gde koeficijenti predstavljaju, kao što je i u prethodnom članku navedeno, (repetitio mater studiorum est):

$$X = \sin \alpha_2 \cos \alpha_1 - \cos \alpha_2 \sin \alpha_1$$

$$Y = \operatorname{tg} \delta_1 \cos \alpha_2 - \operatorname{tg} \delta_2 \cos \alpha_1$$

$$Z = \operatorname{tg} \delta_1 \sin \alpha_2 - \operatorname{tg} \delta_2 \sin \alpha_1,$$

a promenljive:

$$x = \frac{\operatorname{tg} \delta_R}{\cos \alpha_R} \quad \text{i} \quad y = \operatorname{tg} \delta_R. \quad (2)$$

Sistem jednačina (2) daje formule:

$$\alpha_R = \operatorname{arctg} y \quad \text{i} \quad \delta_R = \operatorname{arctg} \frac{x}{\sqrt{1 + y^2}}. \quad (2a)$$

Rešavanjem sistema jednačina (1) za sve četiri moguće kombinacije preseka izabranih trajektorija dobijene su četiri presečne tačke. Na osnovu određenih x i y za svaku tačku, korišćenjem obrasca (2a) odredene su rektascenzija i deklinacija ovih preseka. Dobijene su sledeće vrednosti:

	α	δ
A:	$41^\circ 22' 35''$	$+56^\circ 30' 14''$
B:	$53^\circ 22' 37''$	$+61^\circ 12' 03''$
C:	$39^\circ 12' 07''$	$+55^\circ 38' 28''$
D:	$48^\circ 02' 02''$	$+54^\circ 49' 27''$

Najverovatnije koordinate radijanta određene su kao aritmetička sredina ovih vrednosti, tj. rektascenzija i deklinacija radijanta određene su po formulama:

Primer određivanja radijanta sa fotografija

Nakon recepta za određivanje radijanta meteorskog roja, nudimo vam i tortu – primer za to. Torta nije bog zna kakva, ali ju je zato lako napraviti – taman za početnike. Materijal je uvozni. To su fotografije meteora koje su dobijene ljubaznošću Valentina Grigorea iz Rumunije. Fotografije su snimljene u rumunskom mestu Bunila tokom avgusta 1994. za vreme aktivnosti Perseida. Prijatno!

Izabrane su dve fotografije (pozitiva) Perseida koje su snimljene sa *istog punkta* 12/13 avgusta 1994. Za njih su poznati sledeći podaci (vreme je UT):

	I fotografija	II fotografija
poč. eksposicije	23h 41m 12s	22h 23m 51s
prolazak meteora	23h 43m 23s	22h 56m 53s
kraj eksposicije	00h 23m 23s	23h 01m 43s

Za svaki meteor određene su po tri tačke kroz koje prolazi pravac meteora. Radi lakšeg izračunavanja njihovih koordinata, ove tačke su birane tako da budu preseci pravca kretanja meteora sa lukovima ili produžecima lukova zvezda. Kako je za početni trenutak uzet početak eksposicije, koordinate presečnih tačaka su računate po formuli:

$$\alpha = \alpha^* - k(t_k - t_p) + (t_m - t_p)$$

gde je α^* rektascenzija zvezde sa čijem se lukom seče pravac meteora [1], k – odnos luka od početke tačke do preseka i celog luka, t_k – vreme kraja eksposicije, t_p – vreme početka eksposicije, t_m – vreme prolaska meteora.

Deklinacija preseka δ je ista kao i deklinacija zvezde δ^* . Na ovaj način dobijene su koordinate presečnih tačaka.

	α	δ
prvi meteor:	1. 029° 46' 30"	+49.°0
	2. 022° 42' 45"	+42.°2
	3. 022° 00' 30"	+41.°0
drugi meteor:	4. 007° 06' 30"	+28.°7
	5. 358° 44' 15"	+15.°0
	6. 357° 54' 30"	+12.°5.

VIdeo PosmatranjE meteoRA

1. Uvod

Ideja za korišćenje video opreme u posmatranju meteora se prvi put pojavila 1992. godine na Međunarodnoj meteorskoj konferenciji (IMC) u Smolenici. Tada su dva kanadska amatera dala shematski prikaz njihovog video sistema pomoću kojeg su posmatrali meteore i pokazali način na koji su nalazili i analizirali meteore snimljene na video traci. Jedna od najvažnijih činjenica je da su uspeli doći dotada samo sanjanu graničnu magnitudu sa tom opremom. Slaba tačka njihove opreme je bilo malo vidno polje kamere. Tako su, podstaknuti ovim činjenicama, gospodin Sirko (ko kaže da nema sira?) i njegove kolege na Archenhold opservatoriji u Berlinu (Archenhold Observatory) odlučili da naprave sličan uređaj, ali sa povećanim vidnim poljem i što je najvažnije od već postojeće opreme na opservatoriji. Molim Vas, ugnezdite se udobno (ali ne da zaspite!), počinje priča o VIPERI!

Vatreno krštenje VIPERE je bilo 12. avgusta 1992. godine. Iako je nebo tada bilo oblačno, a Mesec je sabotirao njezin naučno-istraživački rad, uspeli su uhvatiti prvo tuce meteora. Pokazalo se da je efikasnost video sistema uporediva sa običnim posmatračem (uf, ta tehnologija). Nakon prvih uspešnih rezultata, poboljšali su opremu i počeli su da rade na analizi video snimaka pomoću računara, a usput su VIPERU vozali tamo-amo, tek vežbe radi. U novembру 1992. uspeli su snimiti još 20-tak meteora. Nakon toga je VIPERA (kao i cela grupa posmatrača – pešaka) preživela 15 stepeni Celzijusa ispod nule, uhvatila je oko 60 meteora za vreme Quadrantida, i radila je punih 15 sati za vreme maksimuma Perseida avgusta 1993. (tek da shvatimo vrednost VIPERE: ja nisam izdržao ni 8!). Do danas je zabeleženo otprilike 500 meteora na traci. Godine su prolazile, a g. Sirko je odlučio da skine veo tajne sa cele stvari i da je pokaže svetu. VIPERU, of course.

2. Koji će mi vrag video kamera u poljskom krevetu?

Posmatranje meteora pomoću video opreme ima nekoliko prednosti nad vizuelnim (ljudskim) i fotografskim posmatranjem. Vidno polje i granična magnituda VIPERE uporedivo su sa istim kod vizuelnog posmatrača (koji uz to lažira rezultate). Korišćenjem VIPERE imate tačno snimljen svaki dogadjaj na nebu. Sa brzinom od 50 sličica u sekundi u mogućnosti ste da tačno odredite početak i završetak događaja, a pored toga možete da pratite sam razvoj i strukturu mетеorskog traga. Meteorski trag i brzina meteora se može veoma tačno izračunati. Nemate „nisam-

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}, \quad \bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n} \quad (3)$$

(u našem slučaju je broj tačaka $n = 4$).

Dobijene su sledeće vrednosti:

$$\bar{\alpha} = 45^\circ.497, \quad \bar{\delta} = 58^\circ.292.$$

Greške su određene po formulama:

$$\Delta \alpha = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}, \quad \Delta \delta = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta})^2},$$

pri čemu je dobijeno:

$$\Delta \alpha = 3^\circ, \quad \Delta \delta = 1^\circ.$$

Konačno, za koordinate radijanta može se pisati:

$$\alpha_R = 45^\circ \pm 3^\circ, \quad \delta_R = +59^\circ \pm 1^\circ.$$

U literaturi [2] može se naći da su koordinate radijanta za 12/13 avgust $\alpha \approx 46^\circ$ i $\delta \approx +59^\circ$. Kako je prečnik radijanta oko 5° može se zaključiti da se dobijeni rezultati slažu sa onima iz literature.

Međutim, izračunate greške znatno su veće od onih koje su uobičajene kod određivanja radijanta pomoću fotografija. Glavni razlog tome verovatno je to što su tragovi meteora na korišćenim fotografijama bili prilično sitni (oko 2 cm) s obzirom na debljinu tragova zvezda. Dalje, za merenje je korišćen lenjir sa milimetarskom podelom (!?), lukovi su aproksimirani dužima... Zapravo, greške, ovolike kolike su, rezultat su ne baš adekvatne primene grubog metoda na, za ovakvu namenu, neadekvatne fotografije. Ali, primer je primer.

Ivan Branković

LIT: 1. MIKHAJLOV A. A. 1973. *Atlas zvezdnogo neba 1950.0*. Leningrad: Akademija nauk SSSR; 2. BABADZHANOV, P. B. 1987. *Meteory i ih nablyudenie*. Moskva: Nauka; 3. ASTAPOVICH, I. S. 1958. *Meteorneye yavleniya v atmosfere Zemli*. Moskva: Gos. izdat. fiziko-matematicheskoy literatury; 4. MCKINLEY D. W. 1961. *Meteor Science and Engineering*. New York: McGraw-Hill Paperbacks.

osetljivost za posmatranje neba, umetanjem foto-multiplikatora pred kameru dostići ćemo traženu osetljivost. Uredaj bi trebao da bude jedno-stepeni multiplikator, sa ekransom promera 2 cm ili većim, i sa što je moguće manje elektronskog šuma. Nabavka opisanog multiplikatora je veoma problematična, i predstavlja jedan od najvećih izazova.

Idealno rešenje bi bilo nabavka foto-multiplikatora novije generacije, takozvani „channel-plate”. Kao i obično, takvi multiplikatori su veoma skupi za amatere astronome, pa se mora iznaći neko bezbolno rešenje. U Sirkovom slučaju, jednostepeni foto-multiplikator je već bio dostupan na njihovoj opservatoriji. Moguće rešenje bi bila nabavka stare opreme od vojske (pff), koja je ponekad dostupna sa manjom cenom i odgovarajućeg je kvaliteta. Kod nas sam video samo istrošene uniforme i bačene titovke, i možda po koju porciju hrane (dakako iz XX stoljeća), ali modernu tehnologiju (?!) iz druge polovine XX stoljeća?!?

Da bismo dobili široko vidno polje, potrebne su dobre leće za multiplikator. U ovom slučaju, odgovaraju fotografске leće sa dobrom svetlosnom karakteristikom i kratkom žižnom duljinom (ova poslednja reč je posvećena Žabi).

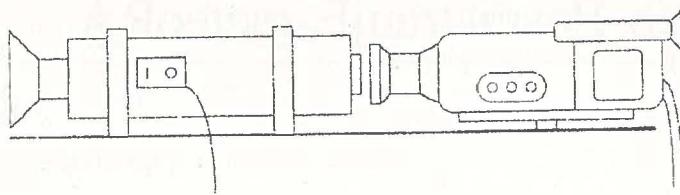
4. Kako sad ja da nađem Kalorifer na snimku?

Dolaskom zore imaćete u ruci video traku sa snimkom od nekoliko sati i nekoliko meteora na njemu. Snimak ne bi trebalo da sadrži Kalorife-re. Sad bi trebalo naći te meteore zabeležene na traci. Ali kako? Ako ste vršili vizuelno posmatranje uporedno sa snimanjem, tada nije problem naći meteore, pošto vam je poznato vreme pojave svakog meteora. Ako niste posmatrali, tada vam preostaje da izaberete između tri stvari: da odgledate traku sami, da prepustite posao računaru, ili da sve batalite.

Prvi način je veoma jednostavan i ne zahteva mnogo posla, već vremena. Potrebno je pregledati celu traku, baš kao *9 & po nedelja* ili *ET vanzemaljca*. Posmatrate na uobičajen način, samo što to radite iz vaše omiljene fotelje, a ne iz vašeg omiljenog poljskog kreveta, a pri ruci vam je i daljinski upravljač sa premotavanjem unazad. Na ovaj način možete prikupiti veoma tačne podatke o meteorima.

Prava stvar je, međutim, automatizovano traženje meteora na traci pomoću računara. Sirko već duže vreme radi na rešavanju ovog dela posla, koji je još uvek nezavršen. Osnovna ideja je da se digitalizuje veći broj slika u sekundi, i da se proveri prisustvo meteora. Ovaj zadatak zahteva jači računar sa video-digitalizatorom (frame-grabber).

Problem koji čini automatizovano traženje meteora skoro nemogućim je jak elektronski šum foto-multiplikatora, koji se obično javlja u sredini vidnog polja kamere. U Sirkovom slučaju, šum je bio do jačine druge prividne veličine. Pored toga, najviše meteora se na pojedinačnim sličicama snimka javlja kao u obliku pokretnih tačkica, zbog brzog vremena



Slika 1. Ovo je generalna šema VIPERE. Središnji deo je foto-multiplikator bez svoje optike. Da bi uhvatio što veći deo neba, na prednjem kraju foto-multiplikatora se nalazi jedan širokougaoni objektiv (f / 2.8, 20 mm), koji preslikava nebo na ulazni ekran multiplikatora. Na drugom kraju multiplikatora se nalazi kamkorder koji snima u makro-načinu (macro mode). Sve tri komponente su pričvršćene na nosač sa ekvatorijalnom montažom. Sa VIPEROM se mogu snimati čak i zvezde slabije od šeste magnitude, a vidno polje kamere je oko 70 stepeni. Vreme se snima sa tačnošću od 0.1 sekunde, što je obično preciznije od vizuelnih posmatrača (ovi nas opet zezaju?).

siguran" (UFO, šerpe i Kaloriferi) događaje. Meteor se ili desio i imate njegove tačne podatke, ili se nešto drugo desilo.

VIPERA funkcioniše poput foto kamere, međutim, radi duže vreme i možete paralelno sa njom vizuelno posmatrati bez prekida (super, odmah otpuštamo tehnološki višak – Vučka!).

Svaki snimljen meteor može se odložiti na video traci, ili kao računarski zapis, u obliku digitalizovane slike.

Naravno, nije sve tako lepo kao što izgleda. Kao prvo, može se primetiti da VIPERA zavisi od mrežnog napajanja, što znači da je potrebna napajanje celog sistema ograničena funkcijom dužine vašeg produžnog kabla. Tako sistem gubi u mobilnosti i nezavisnosti nasuprot foto kamerama i vizuelnom posmatraču (Vučko, vraati se!).

Dруго, hardware je, za sada, veoma skup. Ako biste sve komponente VIPERE danas naručili, koštalo bi Vas oko 10 000 DM (u Nemačkoj, natürlich). Međutim, situacija na ovom polju će se sigurno popraviti u budućnosti, a većina tričarija je već sada dostupna u nekim domaćinstvima i opservatorijumima.

Treća grupa problema tiče se samog posmatranja, pošto su još nerazrađeni problemi kao što su traženje meteora na traci i skidanje svih podataka meteora. Ovim problemima ćemo se još baviti kasnije.

3. Šta da mi tata kupi?

Kao što i samo ime sistema nagoveštava, za snimanje neba potrebna Vam je video kamera. Jedini potrebni uslovi za tu kameru su da bude što osetljivija i da može automatski snimati vreme. Najobičniji kamkorder (sećate li se *Back To The Future* sa Michael J. Foxom?) u potpunosti ispunjava zadate uslove. Glavni deo sistema je foto-multiplikator. Pošto danas još nema video kamere dovoljno moćne da dostigne potrebnu

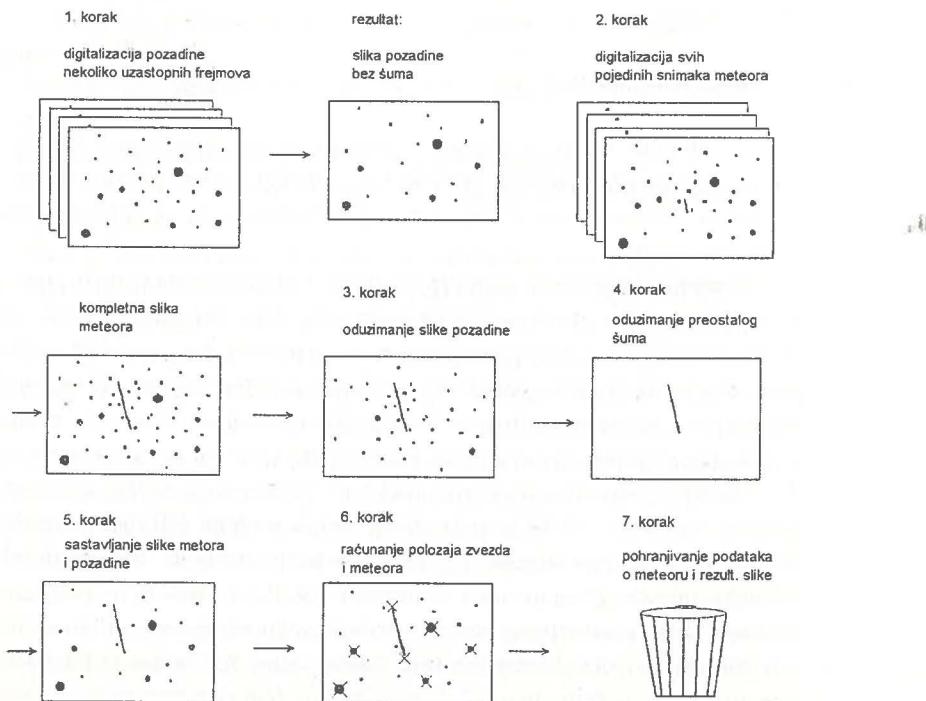
može naći samo meteore svetlige od prve i druge prividne veličine. Znači, još se ima šta raditi na ovom polju. Mladi informatičari, šta čekate? (Odgovor: da nađete sponzora!)

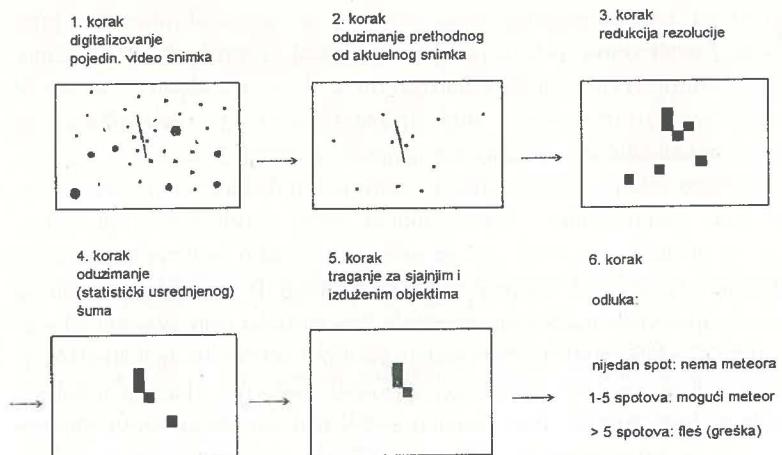
5. Analiziramo, ali kako?

Ovaj deo video posmatranja i analize meteora nije toliko težak koliko samo traženje meteora na snimku. Snimljenom meteoru možemo da radimo šta nam srce zaželi: možemo odrediti prividnu veličinu, vreme početka i trajanja, ucrtati ga u gnomonsku mapu za skidanje koordinata traga i računanje brzine. Analize vršene pomoću računara su čak tačnije (ipak ćemo te otpustiti, Vučko!). Od opreme vam je potrebno isto ono što ste već dovoljni za traženje meteora, i još malo software-a.

Sledeći korak je sastavljanje obe slike, i na kraju smanjivanje svetline pozadine (nakon svih ovih sabiranja i džidžamidža, ono što je na slici bilo crno, promenilo je intenzitete u sivo, pa sad treba izvršiti redukciju svetlosti pozadine da bismo ponovo došli do normalne slike). Rezultat ove radnje je manje-više prekrasna slika meteora koju možete videti na slici 4.

Slika 3. Slika pokazuje način na koji dobijamo sliku celog meteora sa snimka, i šta se po kom redosledu dešava. Kao prvo, sastavimo nekoliko slika, da bi dobili čistu sliku pozadine bez šuma. Sledče što radimo je kompozicija slika meteora da bi ga dobili celog na jednoj slici. Posle ovog se raznim metodama otarasimo šuma na slici. Koje su to metode. Širko ne objašnjava.





Slika 2. Slika prikazuje algoritam koji su Sirk & The Gang razvili za automatizovano traženje meteora. Prvi korak je računanje razlike trenutne i prethodne slike. Rezultat ovog koraka je slika sa uklonjenim stacionarnim objektima (zvezde, Mesec, Sunce, M31). Na slici su ostale samo one „tačkice“ koje se na prethodnoj slici nisu pojavljivale ili se nisu nalazile na istom mestu. Sledеće, smanjimo rezoluciju slike sa 512x512 (PAL TV format) na 128x128 piksela, usrednjavajući po 16 piksela. Ova redukcija rezolucije ukloni veći deo statističkog šuma. Nakon toga izračunamo razliku slike i maske prosečnog šuma, zbog toga što je elektronski šum u sredini vidnog polja mnogo veći nego na ivicama. Na kraju proverimo ima li kandidata za meteore na slici: to su duguljasti svetli objekti.

promene sličica u sekundi. Stoga svaka nova tačkica na snimku ne znači obavezno meteor, pa vam je za razlikovanje meteora od šuma potreban pronicljiviji algoritam. Još kad bi uporedio sa traženjem meteora mogao da se igra Tetris!!!

Za hvatanje tamnijih i kraćih meteora pozajmite neku Alfu ili VAX-a sa faxa, ili vaš računar mora da bude brzzz i da raspolaže sa iole pametnim algoritmom („Ne trebaju nam brze mašine, već samo brzi algoritmi“ Z. J. B., PMF NS). Iskustva govore da računari klase PC 486 sa minimalno 50 MHz imaju dovoljno brzine da digitalizuju nekoliko slika u sekundi i da ih obrade u realnom vremenu. Ovaj problem bi se mogao rešiti puštanjem trake u „slow motion“ modu, međutim, tada vam je potreban skuplji rekorder i ceo dan za analizu trake. Postoji i drugi način: sa malo lemljenja i boljim video rekorderom možemo postići aktivnu vezu računar-video, gde računar upravlja videom. Pitati o SIRC busu na SONY rekorderima. Sirkovu adresu možete pronaći u „Who is who in IMO“.

Sirk je napisao assembler program, koji je u stanju da na PC 486 sa 66 MHz digitalizuje i obradi 8 slika u sekundi. Ova brzina izgleda sasvim pristojna za nalaženje meteora, ali su za svaku traku potrebna dva prolaza. Broj prepoznatih meteora pomoću računara sa Sirkovim algoritmom je dosta mali. Zbog velikog šuma Sirkovog foto-multiplikatora, taj kompiš

Tačno određivanje linearnih kordinata meteora na sličicama nije tako lako. Šum signala koji se javlja u ovom slučaju je mnogo veći nego kod stacionarnih objekata, javlja sa tzv. rep. Tako je ovaj problem rešen ljudskom intervencijom: kordinate meteora se ručno unose sa uvećane slike. Na taj način dostiže se preciznost do na piksel.

Kada su linearne kordinate objekata na slikama poznate, treba ih konvertovati u ekvatorijalne kordinate. U cilju toga, korisnik mora identifikovati najmanje 3 referentne zvezde. Program poseduje bazu od 150 poznatih zvezda. Ove zvezde su polazne tačke za dalja preračunavanja, a već u ovom koraku su nam poznate grube ekvatorijalne koordinate objekata sa slike. Sledеći korak je identifikacija svih objekata sa slike pomoću zvezdanog kataloga (Sirko se koristi zvezdanim katalogom koji sadrži zvezde do 7. prividne veličine). Sada, kad su poznati svi objekti na slici, određivanje ekvatorijalnih kordinata može glatko da se izvede. U cilju što veće tačnosti, objekti koji imaju najveću grešku u poziciji (što može biti greška obrade) se izostavljaju iz liste referentnih zvezda i, kao finalni korak, računaju se tačne koordinate.

U slučaju kada se koristi montaža sa praćenjem za snimanje neba, okruženje postaje još udobnije. Tada je potrebno samo na početku odrediti kordinate zvezda, računar pamti kordinate, i stalno ih prepoznaće u kasnijoj obradi. Sada znamo linearne kordinate meteora i tačnu transformaciju iz linearne u ekvatorijalni sistem, tako da možemo odrediti koordinate meteora.

Ostaje još pitanje koji algoritam koristiti za određivanje transformacije iz linearne u ekvatorijalni sistem. U literaturi se navode sledeće mogućnosti:

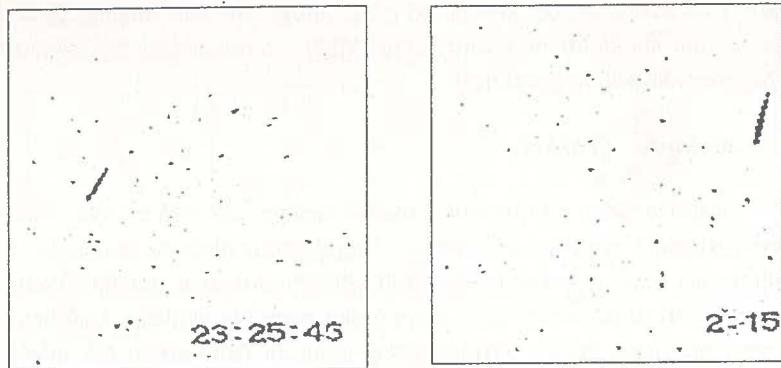
a) određivanje koordinate meteora pomoću zvezda iz neposredne okoline meteora, i

b) korišćenjem koordinata zvezda sa ccloga frame-a.

Sirko se odlučio da prvo rastegne sliku, pa da primeni drugi metod, sa zvezdama ccloga frame-a.

Sirko je izradio nekoliko test-slika na Tehničkom univerzitetu u Berlinu, napravljenih VIPEROM u osnovnoj konfiguraciji. Distorzija kvadratiča je veoma izražena, i ona je sve veća ka ivicama slike. Ova distorzija veoma liči na pojavu kod „fish-eye“ objektiva, koja se može opisati eksponencijalnom funkcijom. Primenom inverzne funkcije na frame, osim što dobijamo ispravne linearne kordinate, možemo dobiti i ispravnu sliku pomoću digitalne obrade. Pomoću ovog metoda smo uklonili svu distorziju sa slike, a ostatak smeća će uzeti u obzir transformacija koordinata. Transformacija se linearno fituje, koristeći zvezde cele slike.

Ubuduće će se koristiti određivanje kordinata pomoću susednih zvezda, pošto to povećava tačnost za faktor 2. Rezultat svega ovoga je datoteka sa ekvatorijalnim kordinatama meteora pohranjenim u *PosDat* formatu, tako da podaci budu pristupačni drugim programima tipa *RADIANT*, koje možemo primeniti odmah nakon analize.



Slika 4. Slika predstavlja krajnji rezultat nakon svih sabiranja i podešavanja pozadine

Ove slike se mogu odložiti u obliku računarskog zapisa bilo kog standarnog formata (najrasprostranjeniji su TIF, GIF, JPeG, itd.), i one čine osnovu za računanje kordinata mетеorskog traga.

Računanje koordinata vršimo pomoću posebnog programa, koji traži svetlige zvezde u okolini meteora, i računa apsolutnu poziciju meteora vodeći računa o zakrivljenosti vidnog polja na rubovima. Na kraju dobijemo poziciju meteora sa tačnošću od nekoliko lučnih minuta. Svi podaci se odlažu u IMO-vom *PosDat* formatu da bi bili pristupačni za dalja izračunavanja.

6. Analiziramo, ali šta?

U gornjem tekstu je objašnjen osnovni princip nalaženja i digitalizacije meteora. Sada ćemo se pozabaviti sa svakom vrstom moguće analize ponosaosob. Sve ove mogućnosti pokriva software, koji su Sirko & The Gang već razvili.

Traženje koordinata meteora je dosta omražen posao među amaterima. Osnova za nalaženje kordinata je čista slika meteora (očišćena od raznih smetnji) koja sadrži zvezde do 6. prividne veličine, i početna i krajnja slika meteora. Slika pozadine je dobijena usrednjavanjem 10 uzastopnih sličica, i uklanjanjem fona neba (koji nije konstantan u vidnom polju). Druga dva potrebna frame-a su iz serije digitalizovanog celog meteora.

Računar prvo potraži svetle tačke na pozadinskoj slici i izračuna linearne kordinate 30-50 zvezda. Zbog samih osobina VIPERE, zvezde nisu samo tačkice na snimku, već poseduju neku „debljinu” u radijusu od nekoliko piksela. Program traži centre svih tih fleka, tako da je dobijena tačnost čak bolja od jednog piksela. Probleme oko raznih smetnji prouzrokovanih distorzijom ili elektronskim šumom smo već otklonili tako što smo prethodno očistili sliku.

potrebno utrošiti sate i sate ako se žele analizirati kompletne trake koje su snimljene za vreme nekog maksimuma.

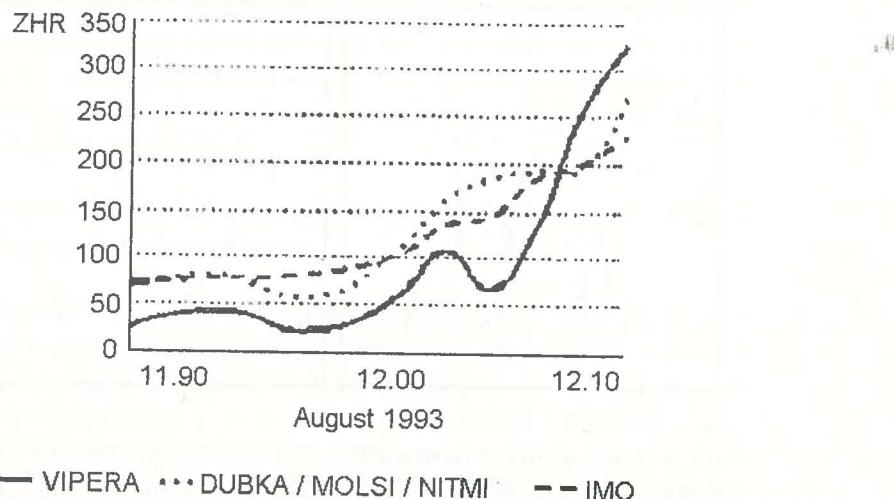
7. Obradujemo li?

Kada je baza meteora popunjena izvesnom količinom tačnih podataka, možemo ih na razne načine protumačiti. Slede ideje za neke vrste analiza i analize traka Perseida snimljenih 1993. i 1994. godine.

Računanje ZHR postaje veoma interesantno, uzimajući u obzir efektivnost VIPERE, kao i objektivnost, koja ihaha prelazi objektivnost posmatrača. Za ZHR nam nisu potrebni svi ovi podaci, već samo lista svih meteora datog roja i vremena njihovog pojavljivanja. Eto, sudbina se pojgrala sa Sirkom, pa se morao žrtvovati u ime svih nas (i čitalaca ove knjižice), da ručno (očno) pregledava sve trake iz 1993. godine. Naravno, metod računanja ZHR bi se morao prilagoditi VIPERI, ali se u ovoj fazi smatralo da VIPERA najviše liči (mada nije crnokosa) na posmatrače fizikalce (zbog vidnog polja od 60°). Lmg se računao na isti način kao i u poljskom krevetu: brojanjem vidljivih zvezda u nekom od poligona.

Grupisanje meteora je tema koju dugo nije bilo moguće povoljno istražiti, zbog nepouzdanih posmatranja (opet!). Sirk je pokazao da su lična ubedjenja posmatrača loša mera za određivanje grupisanja meteora. Sa VIPEROM smo u mogućnosti da tačno određujemo vremenski interval između meteora. Ovo su pokazali i kanadski meteoraši. Sirk svoje podatke još nije propustio kroz analizu ovoga tipa.

Sliak 5. Grafik prikazuje krivu VIPERINOG ZHR na dan 11/12 avgusta 1993, uporeden sa vizuelnim posmatranjima, i oficijelnim IMOvim rezultatima. Sličnost krivih je očita, ali se pokazalo da je pri maksimumu (koji se desio negde oko zore) osjetljivost posmatrača spala ispod VIPERE. Ovo bi značilo da posmatrači teže podnose svetlo nebo od VIPERE, ali to tek treba da se dokaze.



Određivanje magnitude meteora možemo vršiti pomoću intenziteta piksela koje čine zvezdu ili meteor. Ne možemo uzimati u obzir samo najsjajniji piksel u zvezdi, već moramo uzeti u obzir sve piksele, koji čini „fleku” u slici. Ako sumiramo intenzitete svih tačaka koje čine zvezdu, i logaritmujemo tu vrednost, dobijamo tačnu ocenu pravidne veličine objekta. Ovaj metod radi čak i na objektima koji se nalaze na ivici vidnog polja. Magnitude referentnih zvezda su poznate iz kataloga, pa je sve što program mora da radi kalibriranje izračunatih vrednosti sa slike sa onim u katalogu, i tada su nam i magnitude meteora poznate.

Ovaj algoritam radi zadovoljavajuće u skoro svim slučajevima. Veće greške nastaju samo u slučaju veoma slabih ili veoma svetlih meteora. Ovo možemo izbeći ručnom procenom magnitude meteora, ili pamentijim algoritmom.

Vreme, trajanje i brzina meteora. Za razliku od fotografskog metoda, ovde se ovi parametri veoma lako određuju. Za tačno vreme se možemo obratiti časovniku kamkordera, koji u donji desni čošak „lepi” tačno vreme. Trajanje meteora se isto lako određuje računanjem frame-ova u kojima se meteor pojavljuje, i znajući činjenicu da PAL video standard koristi 50 prepletenih frame-ova u sekundi sa pauzama od tačno 0.02s među njima. Konačno, brzinu izračunamo iz ugaone udaljenosti između početka i kraja, kao i trajanja meteora.

Slika meteora nije baš obavezna u celoj obradi, ali video meteor (novi pojam) u obliku nekoliko brojki i parametara u bazi nije mnogo maštovit. Zato, za svaki obrađeni meteor generiše se slika iz svih njegovih frame-ova, očišćene pozadine, rastegne se, poveća kontrast, okrene se u odgovarajući položaj i na koncu snimi na disk u JPeG formatu. Na kraju se dobije slika koja govori više od svih brojki, a ne zahteva skoro nimalo mesta na disku.

Rezultat svega ovoga se ogleda u sledećem. Generisan je novi entry u *PosDat* bazi koji izgleda nekako ovako:

Record#	REF_NO	HOUR	MIN	SEC	MAG	VEL	TYPE	RABEG	DECBEG	RAEND	DECEND	ACC	ID	REM
173	8	21	2	7	1.2	26	10	301.5	53.4	295.1	47.3	2	AAJ	0.28s

Na disku se nalazi i file ne veći od 4 kB koji se zove AAJ-008.JPG koji sadrži sliku meteora. Koristeći VIPERU u njenoj standardnoj konfiguraciji, sa ovim software-om se dobija tačnost od 10' u svakoj koordinati zvezde ili meteora, što je blizu veličine jednog piksela na prvobitnoj (ne-transformisanoj) slici. Čak ako se tačnost koordinata zvezda poveća novim algoritmom, tačnost koordinata meteora se jednostavno ne može povećati zbog ručno određene pozicije. Sjaj meteora se određuje do tačnosti od 0.^m3, izuzev meteora slabije od 4 ili svetlijih od -2 magnitude. Tačnost brzine meteora veoma zavisi od pozicije meteora na snimku, ali greška ne prelazi 2 s⁻¹ za veoma kratke meteore. Za kompletну analizu meteora je potrebno oko 5 minuta, što je sasvim zadovoljavajući rezultat, ali je ipak

Posmatranja iz dve baze omogućavaju da se odrede trajektorije meteora. Promene u software-u su minimalne. Potrebno je izračunati sve koordinate meteora na svim frame-ima, a ne samo početak i kraj. Ovaj dodatni podatak izgleda ovako nekako:

date	:	13/14.08.94
time of the meteor	:	22:02:07.76 - 22:02:08.04 UT
duration	:	0.28 s
starting point	:	$\alpha = 301.5$
end point	:	$\alpha = 295.1$
number of reference stars	:	34
mean position error	:	9.9'
mean velocity	:	26 s^{-1}
maximal brightness	:	1.2 m

single positions

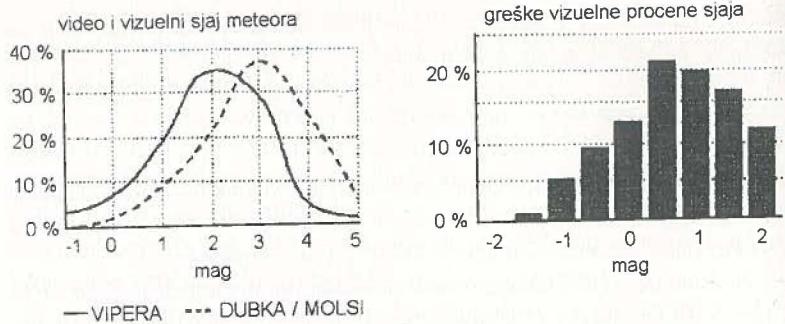
22:31:07.76 UT	:	$\alpha = 301.5^\circ$	$\delta = 53.4^\circ$	2. ^m 8
22:31:07.80 UT	:	$\alpha = 300.7^\circ$	$\delta = 52.5^\circ$	1. ^m 9
22:31:07.84 UT	:	$\alpha = 299.7^\circ$	$\delta = 51.7^\circ$	1. ^m 6
22:31:07.88 UT	:	$\alpha = 298.8^\circ$	$\delta = 50.9^\circ$	1. ^m 2
22:31:07.92 UT	:	$\alpha = 297.7^\circ$	$\delta = 49.8^\circ$	1. ^m 2
22:31:07.96 UT	:	$\alpha = 296.8^\circ$	$\delta = 49.1^\circ$	1. ^m 3
22:31:08.00 UT	:	$\alpha = 296.1^\circ$	$\delta = 48.3^\circ$	1. ^m 6
22:31:08.04 UT	:	$\alpha = 295.1^\circ$	$\delta = 47.3^\circ$	2. ^m 3

Potpuniji eksperimenti nisu vršeni na ovom polju, pošto se Sirku nije poklopilo posmatranje sa Holandanima (čudni neki ljudi, izgleda da nisu znali da koriste opremu na odgovarajući način (ma, volim ja Holandane!)).

Spektre meteora je teško uhvatiti foto kamerom, jer je za to potreban svetlij meteor, i brz operator kamere (Vučko nepodesan). Kao i sve ostalo, snimanje spektra sa video opremom bi trebalo da olakša celu stvar i omogući snimanje spektara slabijih meteora. Ovde bi veliku ulogu igrala i sama automatizacija procesa.

8. Zaključci, moguća poboljšanja VIPERE, software-a, kao i mogući problemi sa novom tehnologijom

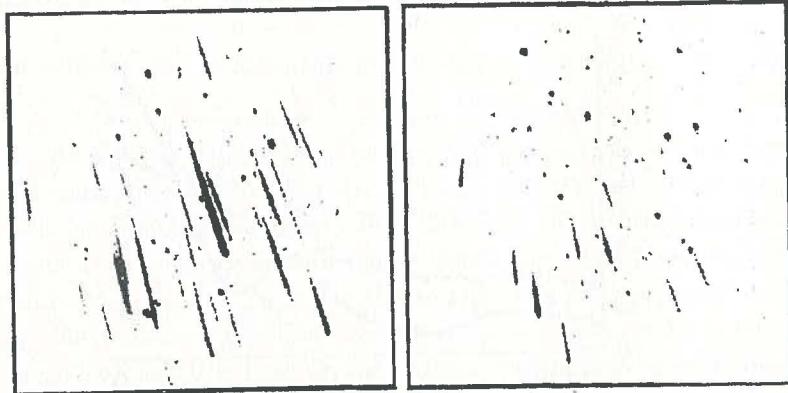
Hardware je po rečima Sirka na zadovoljavajućem nivou. Nadolazeći problemi automatizovanog traženja meteora za brzu analizu će biti od suštinske važnosti u budućnosti. Jedan od mogućih načina je korišćenje bolje (skuplje) opreme da bi se izbegli neki od problema. Trenutno se ima u vidu više mogućnosti. Možda već postoje video kamere dovoljno osetljive da učine foto-multiplikator i njegov šum suvišnim, a sigurno će se u budućnosti pojavit i bolji video-digitalizatori koji će biti u stanju



Slika 6. Levo: Distribucija po magnitudama za video i vizuelno posmatranje. Desno: Greške vizuelne procene magnituda.

Test za procenu magnitudo meteora. Video analiza omogućava procenu magnitudo meteora tokom celog događaja. Iz analize Perseida 1994. godine uočeno je da su ocene sjaja kod pešaka manje nego kod VIPERE. Grafici sadrže analizu 68 video posmatranja, upoređenih sa 125 vizuelnih ocena magnituda. Prvi grafik predstavlja distribuciju po magnitudama za video i za vizuelna posmatranja (vidi sliku 6). Pomeraj krive je jasno razlučiv. Drugi grafik predstavlja razliku između ocena magnituda, gde je uzeto u obzir da se vizuelnim načinom magnitudo ocenjuju s tačnošću od 1 magnitude, dok VIPERA to radi sa tačnošću od 0.1 magnitude.

Određivanje radijanta potoka se vrši pomoću već postojećeg softver-a (koji jeste dostupan Luletu, što ne znači da ga je prosledio ostalima). Kada je poznato koji meteori pripadaju roju, mogu se izraditi impresivne sličice tipa ove, ili ove (slika 7).



Slika 7. Najsjajniji Perseidi snimljeni 09/10, 12/13 i 13/14 u Krampferu, Nemačka. Levo se nalaze Perseidi u letnjem trouglu, dok su desno Perseidi u Pegazu i Andromedi.

Meteorski kalendar za godinu 1996.

Dobrodošli u još jednu posmatračku godinu! U ovom kalendaru, vrlo kozmopolitski, dati su osnovni podaci o najinteresantnijim i najznačajnijim rojevima vidljivim tokom 1996. godine sa svih dijelova Zemlje. Priložena je tablica koja sadrži podatke za svaki trenutno poznat roj (prema katalogu IMO), bilo da se radi o fotografskoj, radio ili vizuelnoj aktivnosti. Pažnja je nešto više usmjerena na male rojeve i rojeve interesantne za teleskopsko praćenje. Naravno, standardni meteorski rojevi sa većom aktivnošću nisu zaboravljeni.

Sakupljanje, analiziranje i prezentovanje podataka dobijenih na osnovu posmatranja omogućavaju da upotpunimo naša znanja o meteorskoj aktivnosti. Idealno bi bilo da se ti podaci prikupljaju tokom cijele godine, kada god to dozvoljavaju posmatrački uslovi. Takvo dugotrajno posmatranje najčešće je nemoguće, pa ovaj posmatrački kalendar pomaže planiranju posmatranja, da bi se najbolje iskoristilo raspoloživo vrijeme, uzimajući u obzir sve (ne)povoljnosti vezane za određeni roj.

Drugo, rezultati sa samo nekoliko izolovanih lokacija ne mogu obezbijediti neophodnu cjelovitost. Samo uz pomoć posmatranja širom cijelog svijeta može se napraviti dovoljno kompletna slika meteorskog fluksa u blizini Zemlje. Stoga posmatranjima treba prići sa ozbiljnošću i koordinirano sa ostalim posmatračima. To znači da treba koristiti standardizovane metode, jer je na taj način olakšana komunikacija i razmjena informacija između posmatrača, a omogućava se i obrada podataka na globalnom nivou. Stoga je ovaj kalendar aktivnosti meteorskih rojeva usaglašen sa kalendarom Međunarodne organizacije za meteore (IMO) za 1996. godinu.

Kalendar je napisan tako da na osnovu meteorske aktivnosti možete planirati svoje slobodno vrijeme, što je mnogo bolji običaj nego dosadašnji, po kom su posmatranja bila planirana na osnovu rasporeda vannastavnih aktivnosti.

Vizuelna i fotografска tehnika već dugo su popularne, ali one dozvoljavaju posmatranje samo u toku noći i veoma zavise od vremenskih uslova, mesečine i zagadenosti atmosfere. Nasuprot romantičnim stranama ove metode stoji dugotrajan i ozbiljan rad, koji često može biti otežan posmatračkim uslovima. Teleskopska posmatranja su do sada bila manje popularna, ali s obzirom na mogućnosti koje pružaju, ne smiju biti nepravedno zanemarena. Pomoću njih je moguće odrediti detaljniju strukturu radnjanta roja. Sa video tehnikom se tek počinje i ona još uviјek, pored prednosti koje pruža, ima i bitne nedostatke u odnosu na teleskopsko i fotografsko posmatranje, prvenstveno zbog problema koji se javljaju

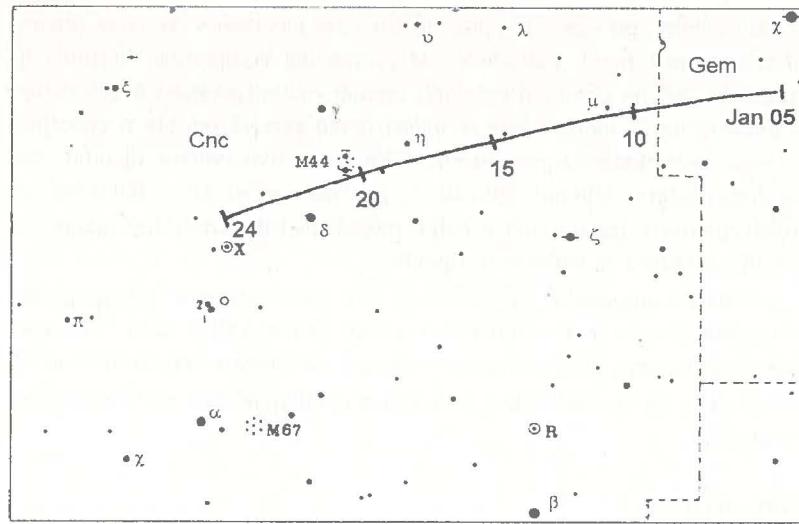
komprimovati sliku dovoljno dobro da bismo je mogli snimiti na disk. Kao rezultat dobijamo uštedu odlaganja video trake i nekoliko konverzija signala, što čini ceo sistem sigurnijim i jeftinijim. Širenjem CCD-a veće rezolucije (1000×1000 elemenata) može se pojaviti potpuno novi metod posmatranja. Tako bismo, na primer, mogli koristiti CCD čip i računare u realnom vremenu bez ikakvog odlaganja podataka. Međutim, tada će se pojaviti novi problemi. Ostavimo to budućnosti. Ako su ovakvi CCD čipovi dostupni, oni su sigurno osetljiviji od video kamere, i možda će da zamene video posmatranje. Ali, dotada se moramo boriti sa dosadnim šumovima i *slow motion* snimcima.

Software čeka. Čeka na bistre umove da ga usavrše. Okruženje koje je Sirko napravio prepoznaje, pronalazi podatke meteora i odlaze ih u bazu u *PosDat* formatu, tako da su rezultati svakom dostupni. Ovo okruženje je ipak još na nivou prototipa. Mnoge rutine su niskog nivoa i neće biti lako prenosive na druge računarske sisteme. Nakon svih testiranja, potrebno će biti duže vreme da se prepriče veliki deo software-a koji bi bio prenosiv. Implementacija automatskog traženja meteora sa trake takođe čeka na izradu.

Zasad, ipak ćemo dovlačiti vreće za spavanje i poljske krevete na lokalitet, a video kameru koristiti za snimanje pospanih amatera, danju, naravno!

Tamás Cservenák

LIT: 1. MOLAU, S. 1993. MOVIE – Meteor Observation with Video Equipment. In: P. Roggmans (ed.), *Proceedings IMC, Puimichel 1993*. International Meteor Organization: 71 – 75; 2. MOLAU, S. 1994. MOVIE – Analysis of Video Meteors. *Proceedings IMC, Belogradchick 1994*. International Metcor Organization: 51 - 61.



δ Leonidi

Aktivnost: februar 15 – mart 10;

Maksimum: februar 25 ($\lambda_\odot = 336^\circ$); ZHR = 2;

Radijant: $\alpha = 168^\circ$ $\delta = +16^\circ$;

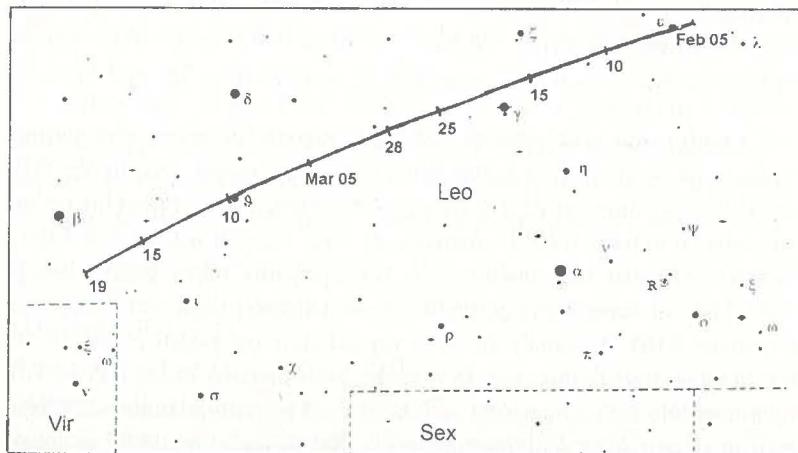
Drift radijanta: $\Delta\alpha = +0.^\circ 9$, $\Delta\delta = -0.^\circ 3$;

Radius 5° ;

$V_\infty = 23$ km/s; $r = 3.0$;

TFC: $\alpha = 140^\circ$, $\delta = +37^\circ$ i $\alpha = 151^\circ$, $\delta = +22^\circ$ ($\beta > 40^\circ$ N);

Još jedan mali roj sa veoma slabom aktivnošću u kome dominiraju meteori slabog sjaja. Zbog ovih svojih osobina predstavlja tipičnog kandidata za teleskopsko posmatranje. Moguće je posmatrati i vizuelno, ali u tom slučaju posmatrači moraju biti posebno pažljivi. Neophodno je ucr-



prilikom praktične upotrebe nove metode. Bez obzira na to, ona će u budućnosti sigurno dobiti veći značaj.

Radio tehnika ima tu prednost što se posmatranja mogu obavljati u svim vremenskim uslovima, nezavisno od oblačnosti, mjesecine ili vještačkog svijetlosnog zagadenja i predstavlja jedini način na koji je moguće vršiti posmatranje 24 sata dnevno i sa svih geografskih širina. Sve ove metode korištene zajedno daju kompletну sliku meteorske aktivnosti. Njihovo djelimično preklapanje omogućava tačnije izračunavanje podataka i određivanje nivoa aktivnosti, od veoma velike bolidske (korištenje all-sky fotografskih patrola) do ekstremno male radio ili teleskopske aktivnosti.

Ne treba zaboraviti da se na ovaj način omogućava i praćenje kontinuiranosti pozadinskog fluksa sporadika. Iako se prate sa manjom pažnjom nego rojevi, sporadici daju osnovu za kalibriranje svih ostalih aktivnosti, i predstavljaju zanimljive objekte za proučavanje.

Januar, februar, mart

Ove godine teško da će biti nešto od uobičajene proslave Nove godine uz Quadrantide. Mjesec je pun već 5. januara, pa će posmatranje Quadrantida biti onemogućeno mjesecinom tokom cijelog perioda njihove aktivnosti. Treba uložiti malo više entuzijazma i obratiti pažnju na dva mala roja: δ Cancri (to su u stvari Canceridi), koji je najpovoljniji za posmatranje u ovom periodu i δ Leonide, koji su aktivni krajem februara.

δ Cancri

Aktivnost: januar 1 – 24;

Maksimum: januar 16 ($\lambda\varpi = 297^\circ$); ZHR = 4;

Radijant: $\alpha = 130^\circ$ $\delta = +20^\circ$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +0.^{\circ}7$, $\Delta\delta = -0.^{\circ}2$;

Radius u α = 10° , u δ = 5° ;

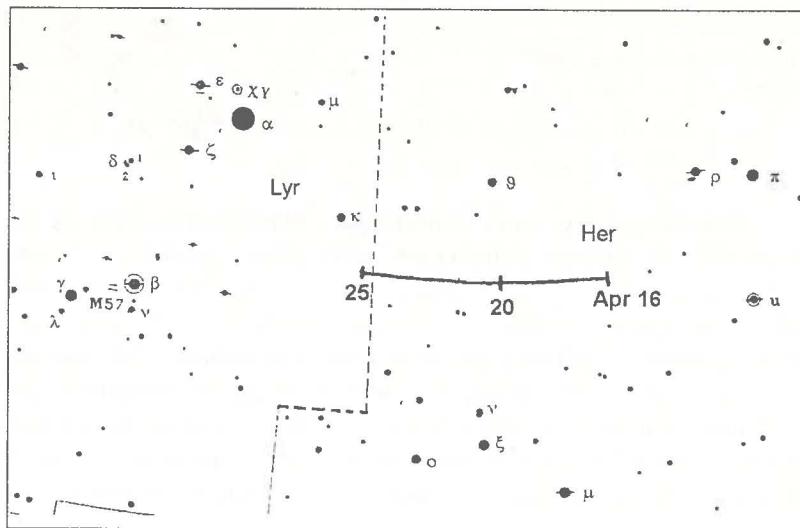
$V_\infty = 28$ km/s; $r = 3.0$;

TFC:

$\alpha = 115^\circ$, $\delta = +24^\circ$ i $\alpha = 140^\circ$, $\delta = +35^\circ$ ($\beta > 40^\circ$ N);

$\alpha = 120^\circ$, $\delta = -03^\circ$ i $\alpha = 140^\circ$, $\delta = -03^\circ$ ($\beta < 40^\circ$ N).

Ovaj mali meteorski roj ima dosta veliku i kompleksnu oblast radijanta, koja se sastoji od nekoliko subcentara, a sami meteori su većinom slabog sjaja. Zbog svega toga je najpogodniji za teleskopsko posmatranje. Malo je vjerojatno da će ZHR dostići veću vrijednost od 5, najvjerojatnije će biti manji od 3. Bez obzira na to, činjenica da je Mjesec u fazi samo četiri dana prije mladog Mjeseca, podstiče da se naoružamo strpljenjem i iskoristimo duge zimske noći. To je jedini način da se vidi šta će se u stvari desiti.



nom vremenu. Maksimum aktivnosti poklapa se sa rastućim, ali ipak tankim srpom Mjeseca vidljivim u isto vrijeme kada je radijant na korisnoj visini iznad horizonta. Varijacije u aktivnosti ne favorizuju određeno mjesto posmatranja, iako bi posmatranje proračunatog maksimuma trebalo biti najpovoljnije iz Azije.

Juli, avgust, septembar

Desilo se da su meteori mislili na nas, tako da je period dugog toplog ljeta i školskih raspusta bogat različitim, velikim i malim rojevima. Svoju aktivnost nastavljaju mali rojevi, čiji izvori leže u blizini ekliptike. Aktivnost se ogleda u sljedećim rojevima: Sagittaridi, Aquaridi i Capricornidi. Najpoznatiji od njih, naši stari znanci: Južni δ Aquaridi i α Capricornidi ove su godine izgubljeni za posmatrački kalendar, zbog punog Mjeseca u blizini njihovog maksimuma, krajem jula ove godine. U ovom pogledu nešto su bolji Sjeverni δ Aquaridi i ι Aquaridi čiji su maksimumi oko 9. i 20. avgusta.

Nakon toga, u septembru, aktivni su Piscidi. U septembru i oktobru aktivna su još dva mala, ali poznata roja: κ Cygnidi i Aurigidi. U 1996. posebno je dobro lociran maksimum δ Aurugida, i pada oko 9. septembra. Nadaleko poznati Perseidi su tu i ove godine sa povoljnim Mjesecom.

Pegazidi

Aktivnost: jul 7 – 13;

Maksimum: jul 11 ($\lambda\circ = 108^\circ$); ZHR = 3;

Radijant: $\alpha = 340^\circ$ $\delta = +15^\circ$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +0.^{\circ}8$, $\Delta\delta = +0.^{\circ}2$;

tavati meteore, pri čemu je potrebna što veća preciznost, da bi se pripadnici ovog roja mogli razlikovati od pripadnika kompleksa Virginida ili sporadika. Mi na sjevernoj polulopti imamo znatnu prednost u pokrivanju aktivnosti, jer će radijant koji se nalazi pored glave Lava biti u povoljnoj poziciji za cijelonočno posmatranje. Ako pak u ovo vrijeme planirate put na Jug, možete računati s tim da ni posmatranja sa južne polulopte ne treba ignorisati, jer ste tada u boljoj mogućnosti da zabilježite mnoge od ostalih radijanata kompleksa Virginida.

Oba ova roja, dakle i δ Cancri i δ Leonidi pripadnici su kompleksa Virginida. Ovo je prvi ekliptički roj u toku godine koji je nešto više rasut duž svoje putanje. Njegova aktivnost dolazi do izražaja krajem prve četvrtine godine, pa se smatra da δ Cancri predstavljaju ranu aktivnost ovoga kompleksa.

April, maj, juni

Aktivnost meteora se povećava na prelazu iz aprila u maj i to u vidu aprilskih Lyrida, π Puppida i η Aquarida. π Puppidi i η Aquaridi ove godine, zbog nepovoljne faze Mjeseca, neće biti pogodni za posmatranje. Lyride ćemo detaljnije opisati. U maju i junu do izražaja dolazi dnevna aktivnost rojeva kao što su o Cetidi, Arietidi, ξ Perseidi i β Tauridi, koju je moguće pratiti radio metodom. Eklipitički kompleks nastavlja aktivnost sa kasnim Virginidaima i još jednim malim rojem, Sagittaridima.

Lyridi

Aktivnost: april 16 – 25;

Maksimum: april 21, 21^h UT ($\lambda_\odot = 32.^{\circ}1$);

ZHR: promenljiv - do 90, obično 15;

Radijant: $\alpha = 271^\circ$ $\delta = +34^\circ$;

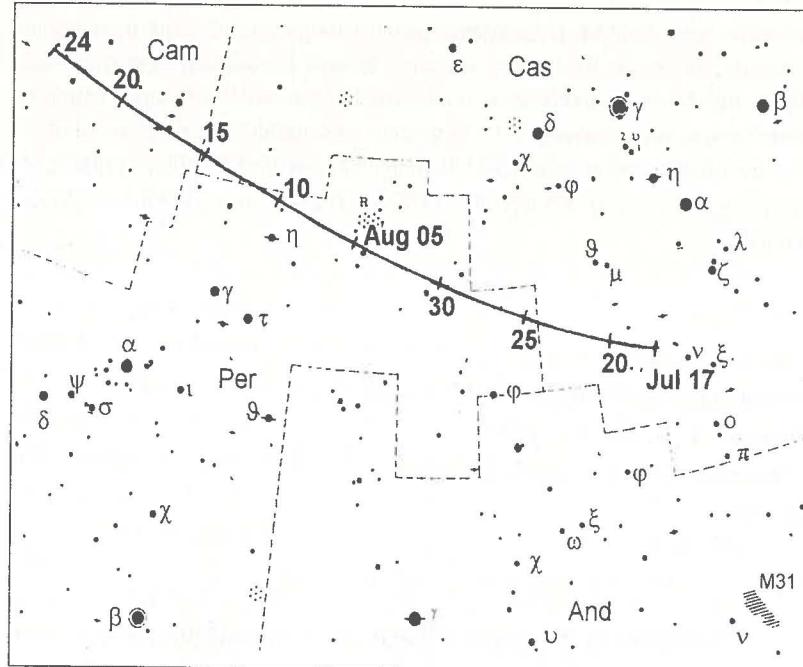
Drift radijanta: $\Delta\alpha = +1.^{\circ}1$, $\Delta\delta = -0.^{\circ}0$;

Radius 5° ;

$V_\infty = 49$ km/s; $r = 2.9$;

TFC: $\alpha = 262^\circ$, $\delta = +16^\circ$ i $\alpha = 282^\circ$, $\delta = +19^\circ$ ($\beta > 10^\circ$ S).

Lyridi imaju jednu odličnu osobinu – pogodni su za sve vrste posmatranja, i sa sjeverne i sa južne hemisfere. Maksimalne vrijednosti ZHR dostižu se za samo sat ili dva i mogu biti promjenljive. Proteklih godina bilježena je aktivnost od 15 meteora po satu, osim u nekoliko slučajeva kada je aktivnost bila znatno veća. Najzapaženija takva pojавa bila je 1982, kada su Amerikanci primjetili veoma karakterističan maksimum i za vrijednost ZHR izračunali 90. Ova nepredvidljivost podstiče nas na što kompletnije posmatranje, bar do trenutka kada budemo mogli reći sa više sigurnosti bilo šta o slijedećem neuobičajenom povećanju aktivnosti. Pošto radijant izlazi tokom noći, posmatranja će biti moguća oko 22:30 po lokal-



Meteorski roj koji je posljednjih godina postao popularan u širokoj javnosti nije razočarao meteoraše priredivši im uzbudljiva posmatranja sa visokim vrijednostima ZHR, iako se nisu ispunila očekivanja iz 1993., kada je očekivan zaista spektakularan pljusak. U 1991. i 1992. ZHR je iznosio preko 400, a u 1993 oko 300. 1994. aktivnost je nešto opala, ZHR je iznosio oko 220. Iako je 1995. pun Mjesec pomrsio račune, posmatranje je i dalje bilo vrijedno pažnje, a vrijednosti ZHR su ponovo bile oko 200.

Poznato je da je za ovakvu aktivnost zaslužan povratak roditeljske komete Perseida, P/Swift-Tuttle, koja je krajem 1992. prošla kroz perihel. Prilikom je izbačen materijal iz kometskog jezgra koji se rasprostire po kometskoj putanji. Smatra se da se slično desilo i prilikom prethodnog povratka komete, 1862. Upravo to je jedno od objašnjenja za nagli porast aktivnosti.

Priliku za posmatranje Perseida ne treba propustiti ni ove godine, jer dešavanje „čuda“ nije isključeno ni 1996, iako nam po proračunima ne gine smanjenje aktivnosti. Još jedan poticatelj na posmatranje su sjajni posmatrački uslovi koje nam daruje priroda. Oba maksimuma padaju u vrijeme kada je Mjesec u fazi samo dva dana prije mladog. Primarni maksimum proračunat je, na veliko oduševljenje Evropljana, za 12. avgust u 0h UT (možda koji sat ranije). Ni Amerikanci neće ostati kratkih rukava, jer je predviđeno vrijeme za tradicionalni maksimum 12 avgust u 12h UT.

Perseidi su i ovoga puta otvoreni za primjene novih posmatračkih metoda i nove opreme, jer će povećana aktivnost potrajati nekoliko noći. Vizuelnom i fotografskom metodom moći će se sasvim zadovoljavajuće pokriti aktivnost. Teleskopska posmatranja u blizini glavnog maksimuma

Radius u 5° ;

$V_{\infty} = 70 \text{ km/s}; r = 3.0$;

TFC:

$\alpha = 320^{\circ}, \delta = +10^{\circ}$ i $\alpha = 332^{\circ}, \delta = +33^{\circ}$ ($\beta > 40^{\circ}$ N);

$\alpha = 357^{\circ}, \delta = +02^{\circ}$ ($\beta < 40^{\circ}$ N).

Posmatranje ovog malog roja sa veoma kratkom aktivnošću nije nimalo lako, jer samo par oblačnih noći znači potpuni gubitak za vizuelno posmatranje. Međutim, ove je godine Mjesec u fazi dan-dva pred mladi Mjesec za vrijeme maksimuma aktivnosti, tako da bi svi sa sjeverne hemisfere trebalo da pokušaju pokriti aktivnost. Ne propustite dobru priliku da vidite Pegaside. Možda ćete već slijedeće godine biti osuđeni na posmatranje Pegasida sa Divčibara. Roj je povoljniji za posmatranje u drugoj polovini noći. I za vrijeme maksimuma ZHR je veoma nizak, a kako su meteori brzi i slabog sjaja, biće posla i za teleskopsko posmatranje.

Julski Phoenicidi

Aktivnost: jul 10 – 26;

Maksimum: jul 14 ($\lambda_{\odot} = 111^{\circ}$); ZHR = promenljiv 3 – 10;

Radijant: $\alpha = 32^{\circ}, \delta = -48^{\circ}$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +1.^{\circ}0, \Delta\delta = +0.^{\circ}2$;

Radius u 7° ;

$V_{\infty} = 47 \text{ km/s}; r = 3.0$;

TFC: $\alpha = 041^{\circ}, \delta = -39^{\circ}$ i $\alpha = 066^{\circ}, \delta = -62^{\circ}$ ($\beta < 10^{\circ}$ N).

Ovaj roj moguće je posmatrati samo sa južne polulopte, pa ako neko planira ljetnji raspust u Novom Zelandu, Južnoj Americi, Africi ili slično, neka se pobliže raspita kod odgovornih u IMO ili neka konsultuje literaturu.

Perseidi

Aktivnost: jul 17 – avgust 24;

Maksimum: avgust 12, 00^hUT ($\lambda_{\odot} = 139.^{\circ}6$) i avgust 12, 12^hUT;

ZHR: primarni maks. promjenljiv 200 – 400, sekundarni maks. = 100;

Radijant: $\alpha = 46^{\circ}, \delta = +58^{\circ}$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +1.^{\circ}4, \Delta\delta = +0.^{\circ}2$;

Radius 5° ;

$V_{\infty} = 28 \text{ km/s}; r = 3.0$;

TFC:

$\alpha = 019^{\circ}, \delta = +38^{\circ}$ i $\alpha = 384^{\circ}, \delta = +74^{\circ}$ prije 2h po lok. vr.

$\alpha = 043^{\circ}, \delta = -38^{\circ}$ i $\alpha = 073^{\circ}, \delta = +66^{\circ}$, lok. vr. ($\beta > 20^{\circ}$ N);

PFC:

$\alpha = 300^{\circ}, \delta = +40^{\circ}$ i $\alpha = 000^{\circ}, \delta = +20^{\circ}$, ili

$\alpha = 240^{\circ}, \delta = +70^{\circ}$ ($\beta > 20^{\circ}$ N);

se posmatrati i sa severne i sa južne hemisfere, a Mjesec je u povoljnoj fazi za vreme njihovih aktivnosti.

Pošto ne može baš sve biti savršeno, ostaju Coma Berenicidi i Ursidi, aktivni krajem decembra, čije je posmatranje onemogućeno mjesečinom. U ovom periodu su aktivna i dva već dobro poznata i posmatrana meteor-ska roja: Leonidi u novembru i Geminidi u decembru.

Leonidi

Aktivnost: novembar 14 – 21;

Maksimum: novembar 17 ($\lambda_\odot = 235^\circ$);

ZHR: periodičan, do nivoa pljuskova, u posljednje vrijeme 15 – 19;

Radijant: $\alpha = 153^\circ \delta = +22^\circ$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +0.^{\circ}7, \Delta\delta = -0.^{\circ}4$;

Radius 5° ;

$V_\infty = 71 \text{ km/s}; r = 2.5$;

TFC:

$\alpha = 140^\circ, \delta = +35^\circ$ i $\alpha = 129^\circ, \delta = +06^\circ$ ($\beta > 35^\circ \text{ N}$); ili

$\alpha = 156^\circ, \delta = -03^\circ$ i $\alpha = 129^\circ, \delta = +06^\circ$ ($\beta > 35^\circ \text{ N}$).

PFC:

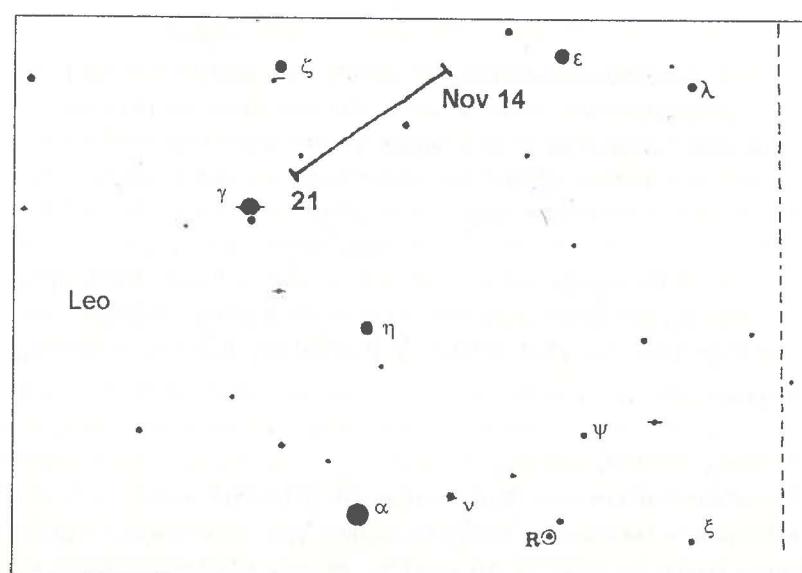
$\alpha = 120^\circ, \delta = +40^\circ$ prije 0^h po lokalnom vremenu ($\beta > 40^\circ \text{ N}$),

$\alpha = 120^\circ, \delta = +20^\circ$ prije 4^h po lokalnom vremenu;

$\alpha = 160^\circ, \delta = 00^\circ \text{ N}$ poslije 4^h po lokalnom vremenu ($\beta > 0^\circ \text{ N}$);

$\alpha = 120^\circ, \delta = +10^\circ$ prije 0^h po lokalnom vremenu;

$\alpha = 160^\circ, \delta = -10^\circ$ poslije 0^h po lokalnom vremenu ($\beta < 0^\circ \text{ N}$).



pružaju mogućnost za razjašnjenje prirode mogućeg višestrukog radijanta Perseida, što se ne može tako uspješno postići vizuelnom i fotografskom metodom. U ovom pogledu bi od koristi mogla biti i video posmatranja. Radio posmatranjima mogli bi se pokriti eventualni neposmatrani maksimumi. Takođe, radio tehnika je veoma važna u slučaju otkazivanja posmatrčke sreće kod vizuelnih i fotografskih posmatranja – pojave oblačnosti.

κ Cygnidi

Aktivnost: august 3 – 25;

Maksimum: august 18 ($\lambda\odot = 145^\circ$); ZHR = 3;

Radijant: $\alpha = 286^\circ \delta = +59^\circ$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +0.^{\circ}2, \Delta\delta = +0.^{\circ}1$;

Radius 6° ;

$V_\infty = 25$ km/s; $r = 3.0$;

PFC: $\alpha = 330^\circ, \delta = +60^\circ$ i $\alpha = 300^\circ, \delta = +30^\circ$.

Taman kada se perseidska euforija nakon maksimuma stiša i kada nam ostane samo još obrada podataka, mali meteorski roj κ Cygnidi dostiže maksimum svoje aktivnosti. Njihov uobičajeni ZHR iznosi 3, ali je do sada bilo nekoliko pokazatelja promjenljivosti aktivnosti. Ipak, na osnovu podataka koje imamo, još uvijek smo daleko od toga da možemo reći da razumijemo prirodu ovog roja, za koju su vezane razne nejasnoće.

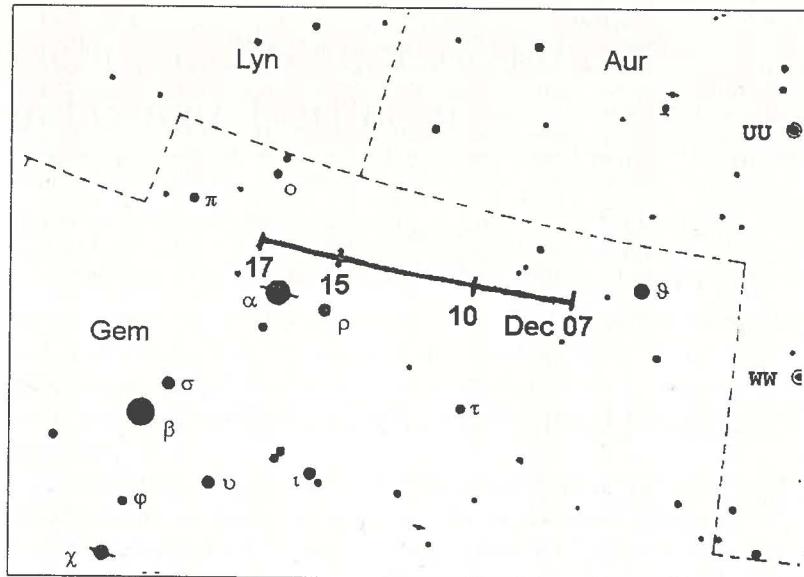
Mlad Mjesec 14. avgusta uveliko ide u korist posmatrača, a posmatrati se može samo sa sjeverne hemisfere. Zbog svega toga IMO ove godine specijalno preporučuje upravo ovaj roj.

Vrijednosti populacionog indeksa za κ Cygnide, koje se kreću od 3.0 ka više, upućuju na korišćenje teleskopske metode kao veoma korisne. I vizuelna i fotografска metoda mogu da posluže svrsi, a ne treba smetnuti s umu ni da su u dosadašnjim posmatranjima zabilježene pojave sjajnih i sporih bolida. Radijant κ Cygnida je prividno stacionaran, što je rezultat njegove blizine sjevernom ekliptičkom polu, koji se nalazi u Zmaju.

Oktobar, novembar, decembar

Tromjeseče je sa kršem malih meteorskih rojeva. Priča počinje sa ϵ Geminidima, čiji je maksimum 20. oktobra. Oni se mogu sasvim lijepo uklopiti u već uobičajeno posmatranje Orionida, čiji je maksimum jedan dan kasnije. Mjesec je u periodu aktivnosti ovih rojeva u povoljnoj fazi.

Nakon toga na red dolaze Tauridi, meteorski roj koji se sastoji od niza malih rojeva raspoređenih duž ekliptike. Ostali mali rojevi koji su aktivni u ovom tromjesečnom periodu su decembarski Phoenicidi, Puppid – Velidi, decembarski Monocerotidi i σ Hidridi. Skoro svi ovi rojevi mogu



Radius 5° ;

$V_{\infty} = 35 \text{ km/s}; r = 2.6$;

TFC:

$\alpha = 087^{\circ}, \delta = +20^{\circ}$ i $\alpha = 135^{\circ}, \delta = +49^{\circ}$ prije 23^{h} po lok. vr;

$\alpha = 087^{\circ}, \delta = +20^{\circ}$; $\alpha = 129^{\circ}, \delta = +20^{\circ}$ poslije 23^{h} ($\beta > 40^{\circ}$ N)

$\alpha = 120^{\circ}, \delta = -03^{\circ}$ i $\alpha = 084^{\circ}, \delta = +10^{\circ}$ ($\beta < 40^{\circ}$ N).

PFC:

$\alpha = 150^{\circ}, \delta = +20^{\circ}$; $\alpha = 060^{\circ}, \delta = +40^{\circ}$ poslije 23^{h} ($\beta > 20^{\circ}$ N);

$\alpha = 135^{\circ}, \delta = -05^{\circ}$; $\alpha = 080^{\circ}, \delta = 0^{\circ}$

Geminidi spadaju u dobro poznate rojeve koji se već tradicionalno posmatraju. 1996. godina biće idealna za posmatranje Geminida, jer je u toku cijelog prerađivača aktivnosti nebo potpuno oslobođeno nepoželjnog uticaja mjesecine. Za Geminide bi se moglo reći da su raštrkani roj bogat svijetlim srednjim brzim meteorima. Maksimum aktivnosti Geminida je promjenljiv po intenzitetu, a ni vremenski nije stabilan; ovo su posledice toga što je roj nehomogen po svojoj strukturi.

Po svemu sudeći, u 1996. Evropljani i Azijati biće privilegovani prilikom posmatranja maksimuma. Krajem osamdesetih, vrijednosti ZHR bile su oko 100, a 1993. čak 140. Raspodjela mase u okviru roja prouzrokovala je da je maksimum meteora slabijeg sjaja pogodnih za teleskopsko posmatranje, udaljen za skoro cijeli jedan stepen od vizuelnog maksimuma, a teleskopski rezultati pokazuju da se vizuelni i teleskopski radijant nalaze u udaljenim regionima sa više od tri moguća centra. Novi podaci pomoći će u dalnjem razrješavanju ovog pitanja, pa su sve posmatračke metode i u ovom slučaju podjednako vrijedne.

Ovaj roj najpoznatiji je po svojim periodičnim meteorskim pljuskovima koji se dešavaju otprilike svake 33 godine, kada se njegova kometa P/Temple-Tuttle vraća u perihel. Slijedeći takav događaj se treba desiti 1998 - 2000. Aktivnost Leonida pokazala je prve znake povećanja u 1994. Prilične smetnje pri posmatranju je izazvala mjesecina, spriječivši tačno izračunavanje ZHR, ali najbolje procjene ukazuju na vrijednosti od oko 60 po satu. Aktivnost ovoga roja u 1996. trebalo bi da bude najbolje vidljiva sa područja Dalekog Istoka i Australije, ali svi ostali podaci su također dobrodošli i posmatrači treba da budu na oprezu.

Potpuno je jasno da je baš povratak roditeljske komete Leonida najbolja šansa za nas da pratimo razvoj aktivnosti Leonida, jer su danas posmatračke metode znatno poboljšane i posmatranja su koordinirana, što je ovoga puta kod Leonida posebno važno. Od 1991. IMO rukovodi specijalno uspostavljenim projektom „International Leonid Watch“, koji širom svijeta prikuplja profesionalna i amaterska proučavanja Leonida.

U našim krajevima maksimum Leonida se približava uz porast Mjesечevog srpa do prve četvrтине. Radijant, doduše, izlazi tek oko 1h po lokalnom vremenu, ali bez obzira na to noći su dovoljno duge, pa je uz malo sreće s vremenskim prilikama moguće organizirati kvalitetno posmatranje.

σ - *Hydridi*

Aktivnost: decembar 03 – 15;

Maksimum: decembar 11 ($\lambda_{\odot} = 260^{\circ}$); ZHR = 2;

Radijant: $\alpha = 127^{\circ}$ $\delta = +02^{\circ}$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +0.^{\circ}7$, $\Delta\delta = -0.^{\circ}2$;

Radius 5° ;

$V_{\infty} = 58$ km/s; $r = 3.0$;

TFC: $\alpha = 095^{\circ}$, $\delta = 00^{\circ}$ i $\alpha = 160^{\circ}$, $\delta = 00^{\circ}$ samo poslije ponoći

Mali meteorski roj, otkriven 1960. godine fotografskom metodom, što zvuči nevjerojatno kada se uzme u obzir da su σ Hydridi tipčan primjer brzih i slabo sjajnih meteora sa generalno niskom aktivnošću, često veoma blizu granice vidljivosti. Njihov radijant nalazi se u blizini ekvatora, pa posmatrači sa svih koordinata mogu pokriti aktivnost ovog roja, čiji je maksimum u 1996. samo jedan dan prije mладог Mjeseca. Iako radijant izlazi u kasnim večernjim satima, najkorisnije je posmatrati oko lokalne ponoći, i to bolje prije nego poslije. Sva posmatranja su dobrodošla, a pogotovo prije maksimuma Geminida, jer je znanje o ranoj aktivnosti ovog roja siromašno.

Geminidi

Aktivnost: decembar 7 – 17;

Maksimum: decembar 13, 16^{h} UT ($\lambda_{\odot} = 262.^{\circ}0$); ZHR = 110;

Radijant: $\alpha = 112^{\circ}$ $\delta = +33^{\circ}$;

Drift radijanta: $\Delta\alpha = +1.^{\circ}0$, $\Delta\delta = -0.^{\circ}1$;

Nebo nad Belogradčikom i nebo nad Berlinom

IMC 1994. Romantični predjeli sjeverozapadne Bugarske okupani zlaćanim sunčevim zracima kasne jeseni. Belogradčik – grad neobičnih stijena okruženih stepom. 13. međunarodna meteorska konferencija (IMC – International Meteor Conference) održana je od 22. do 25. septembra u ovom prelijepom ambijentu, propraćena nadaleko poznatim bugarskim go-stoprimstvom.

Našu meteorsku grupu predstavljala su čak tri člana, po visini i godinama poredani u opadajućem redosledu: Savan, Vladimir i Dragana.

Do Belogradčika se iz Sofije putuje vozom. Putovanje traje oko četiri sata, tako da su se upoznavanja ili ponovni susreti starih znanaca desili već u prvim minutama putovanja. Za Dragunu su već tada počeli zanimljivi događaji, jer bilo je veoma interesantno vidjeti sve velike IMO face, kao što su gospodin predsjednik Jürgen Rendelt, urednik WGN Marc Gyssens, predsjednik komisije za bolide André Knöfel itd., svi u šarenoj odeći i zaokupljeni neobaveznim razgovorima. Bilo je možda malo naporno držati oči otvorene i imati dovoljno koncentracije, nakon neprospavane noći na relaciji Beograd–Sofija, ali mi smo se smješkali (Dragana), razgledali kraljik (Savan), ili ugodno časkali (Vladimir).

Stigli smo u Belogradčik, gdje su nas dočekali bugarski domaćini, nama uglavnom poznata lica (poznata sa gradske konferencije u Varni). U 18 sati počeo je službeni dio konferencije, otvaranje (predsjednik IMO), pozdravna riječ domaćina (Eva Božurova i Valentin Velkov), službeno upoznavanje učesnika i upoznavanje sa programom konferencije. Kao prvo predavanje najavljeno je *To Be Specified* Korada Korlevića. Hrvatska ekipa tada još nije stigla, ali smo mi držali figure da se oni uskoro pojave i da sutra čujemo Korada. Nakon službenog dijela nastavljeno je prijatno časkanje započeto u vozu. U stvari, prije bi se moglo reći da je to bio multidijalog, jer su u prvim trenucima svi imali po mali milion pitanja za svakog, i tek kada je zadovoljena ona prva i najjača znatiželja, nastavljeno je nešto mirnijim tokom. Na kraju je cijela stvar prerasla u one-man-show službenog otvarača flaša IMC, jednog šašavog studenta geologije iz Darmstadt-a (zove se Axel Hass), koji na IMC već tradicionalno dolazi obučen u crno i u svom rasklimanom žutom golfu. Ovaj je put doduše došao avionom, ali mu se to s obzirom na udaljenost između Njemačke i Bugarske može oprostiti.

Sutradan ujutro, dakle u petak 23, nastavilo se sa radom već u 9 sati (naravno ujutro) i tu su mogle da se čuju razne interesantne stvari. Na žalost, Korado ipak nije stigao, ali smo umjesto njega mogli čuti: *The*

ROJ	PERIOD	MAKSIMUM DATUM	λ_{\odot}	RADIJANT α	δ	RADIUS	V_{∞} [km/s]	r	ZHR	IMO KOD
Quadrantidi	Jan 01-Jan 05	Jan 04	282.7	230	+49	5	41	2.1	120	QUA
δ -Cancriди	Jan 01-Jan 24	Jan 16	297	130	+20	10x5	28	3.0	4	DCA
α -Centauridi	Feb 01-Feb 21	Feb 07	318	210	-59	4	56	3.0	6	ACE
δ -Leonidi	Feb 15-Mar 10	Feb 25	336	168	+16	5	23	3.0	2	DLE
γ -Normidi	Feb 25-Mar 22	Mar 14	353	249	-51	5	56	2.4	8	GNO
Virginidi	Jan 25-Apr 15	Mar 25	004	195	-04	15x10	30	3.0	5	VIR
Lyridi	Apr 16-Apr 25	Apr 22	032.1	271	+34	5	49	2.9	15	LYR
ε -Aquaridi	Apr 19-Maj 28	Maj 06	045.5	339	-01	4	66	2.7	60	ETA
Sagittaridi	Apr 15-Jul 15	Maj 20	059	247	-22	15x10	30	2.3	5	SAG
Pegasidi (Jul)	Jul 07-Jul 13	Jul 11	108	340	+15	5	70	3.0	3	JPE
Piscis Austrinidi	Jul 15-Aug 10	Jul 28	125	341	-30	5	35	3.2	5	PAU
Južni δ -Aquaridi	Jul 12-Aug 19	Jul 28	125	339	-16	5	41	3.2	20	SDA
α -Capricornidi	Jul 03-Aug 15	Jul 30	127	307	-10	8	25	2.5	4	CAP
Južni ι -Aquaridi	Jul 25-Aug 15	Aug 05	132	334	-15	5	34	2.9	2	SIA
Sjeverni δ -Aquaridi	Jul 15-Aug 25	Aug 09	136	335	-05	5	42	3.4	4	NDA
Perseidi	Jul 17-Aug 24	Aug 12	140.1	46	+58	5	59	2.6	100	PER
κ -Cygndi	Aug 03-Aug 25	Aug 18	145	286	+59	6	25	3.0	3	KCG
Sjeverni ι -Aquaridi	Aug 11-Aug 31	Aug 20	147	327	-06	5	31	3.2	3	NIA
α -Aurigidi	Aug 25-Sep 05	Sep 01	158.6	84	+42	5	66	2.5	10	AUR
δ -Aurigidi	Sep 05-Oct 10	Sep 09	166	60	+47	5	64	3.0	6	DAU
Piscidi	Sep 01-Sep 30	Sep 20	177	5	-01	5	26	3.0	3	SPI
ε -Geminidi	Oct 14-Oct 27	Oct 20	207	102	+27	5	71	3.0	3	EGE
Orionidi	Oct 02-Nov 07	Oct 21	208	95	+16	10	66	2.9	25	ORI
Južni Tauridi	Oct 01-Nov 25	Nov 03	220	50	+13	10x5	27	2.3	5	STA
Sjeverni Tauridi	Oct 01-Nov 25	Nov 13	230	58	+22	10x5	29	2.3	5	NTA
Leonidi	Nov 14-Nov 21	Nov 18	235.2	153	+22	5	71	2.5	var.	LEO
α -Monocerotidi	Nov 15-Nov 25	Nov 20	237	117	-06	5	60	2.7	5	AMO
χ -Orionidi	Nov 26-Dec 15	Dec 02	250	82	+23	8	28	3.0	3	XOR
Phoenicidi (Dec)	Nov 28-Dec 09	Dec 05	253	18	-53	5	22	2.8	var.	PHO
Puppid-Velidi	Dec 01-Dec 15	Dec 06	255	123	-45	10	40	2.9	10	PUP
Monocerotidi (Dec)	Nov 27-Dec 17	Dec 10	259	102	+08	5	42	3.0	3	MON
σ -Hydridi	Dec 03-Dec 15	Dec 11	260	127	+02	5	58	3.0	2	HYD
Geminidi	Dec 07-Dec 17	Dec 14	262.0	112	+33	5	35	2.6	110	GEM
Coma Bereniciidi	Dec 12-Jan 23	Dec 19	268	175	+25	5	65	3.0	5	COM
Ursidi	Dec 17-Dec 26	Dec 22	270.7	217	+76	5	33	3.0	10	URS

Mjesečeve mijene u u 1996. godini

Mladi Mjesec	Prva četvrt	Pun Mjesec	Zadnja četvrt
20 januar	27 januar	5. januar	13 januar
18 februar	26 februar	4 februar	12 faebbruar
19 mart	27 mart	5 mart	12 mart
17 april	25 april	4 april	10 april
17 maj	25 maj	3 maj	10 maj
16 jun	24 jun	1 jun	8 jun
15 jul	23 jul	1 jul	7 jul
14 avgust	22 avgust	30 jul	6 avgust
12 septembar	20 septembar	28 avgust	4 septembar
12 oktobar	19 oktobar	27 septemvbar	4 oktobar
11 novembar	18 novembar	26 oktobar	3 novembar
10 decembar	17 decembar	25 novembar	3 decembar

Dragana Okolić - ØØ

LIT: 1. McBEATH, A. et al. 1995. 1996 Meteor Shower Calendar (IMO.INFO 2-96).
Potsdam: The Internatioinal Metcor Organization.

Savan, Dragana i Lule
u Belogradčiku, tačnije
to su stijene.
(Foto: Ralph(ic)
Koschack)



buduću saradnju, a Dragana se smješkala i uspostavljala veoma drugarske odnose sa svim učesnicima konferencije, sa skoro nevidljivim ali ipak posjećim težištem na njemačkoj ekipi, iz vama nekih prilično čudnih i nepoznatih razloga. Nećemo sada o njima, jer ipak ovaj članak treba da se dovrši u nekom realnom vremenu.

U petak naveče održana je 6. generalna skupština IMO. Subota je bila rezervisana za izlet i razgledanje okoline. Posjetili smo pećinu Magura, koja je poznata po svojim crtežima iz doba matrijarhata i cool šampanjcu koji služe prilikom obilaska u jednoj od dvorana pećine. Neki učesnici konferencije pokazali su prilikom ovog obilaska svoju nadljudsku snagu, podižući kamene gromade (za koje se kasnije ispostavilo da su, u stvari, samo stiroporna dekoracija), dok su neki drugi uspjeli samo da ublatnjave nožne prste.

Uveče istog dana konferencija je zatvorena, a ostatak večeri proveli smo u različitim oblicima veselog raspoloženja, izazvanog različitim videnjima zabave! U nedjelju ujutro pakovanje, i put za Sofiju. Vrijeme trajanja konferencije nam je bilo prekratko za sve što smo htjeli da uradimo. Vjerovatno su i ostali imali slično mišljenje, sudeći po tome što smo proveli još jedan dan u Sofiji zajedno sa njemačkom, holandskom i belgijskom ekipom u konstruktivnom razgovoru.

Ovdje je kraj opisu zgoda sa IMC '94. Mislim da na kraju nije potrebno iznositi neko naše globalno mišljenje o konferenciji ili lične utiske učesnika, jer je iz ovog objektivnog opisa sve potpuno jasno. Takođe ostavljam čitaocima da sami donesu sud o (ne)važnosti IMC u životu me-teorske astronomije.

IMC 1995. Vrijeme neumoljivo protiče, a u tom proticanju malo šta ostaje konstantno osim same promjene. Zato treba uzeti u obzir da je od

Perseids From Slovakia Daniela Očenaša, Structure of Perseids From Visual Observations 1972-1993 i Structure of Quadrantids From Visual Observations A. Levine i A. Grishchenyuka. Nakon ručka organizovan je polusatni poster session. U tom vremenu svaka ekipa predstavljala je svoj rad putem postera, fotografija, tekstova i drugog propagandnog materijala, koji je okačen na zidove sale u kojoj se konferencija održavala. Ponuda je bila veoma raznolika, od nama dobro poznatih konstrukcija foto-baterija uz pomoć štapa, kanapa i gramofonske ploče, pa do nekih ultra modernih naprava pomoću kojih su Holanđani doskočili majci prirodi, tj. surovim posmatračkim uslovima koji su kod njih prisutni u većini raspoloživog vremena.

Posmatranje meteora video tehnikom obezbjeđuje sebi sve važnije mjesto među posmatračkim metodama. Na IMC-u u Beogradčiku ova metoda predstavljena je po prvi put, a u Mötzovu ove godine pokazano je već njen znatno poboljšanje i veće mogućnosti obrade podataka dobijenih video posmatranjem. Korištenje video tehnike predstavili su ljudi iz berlinskog astro-kluba, gdje postoji posebna grupa koja se bavi ovim problemom. Predstavnik ove grupe na IMC bio je Sirko Molau.

U razgovoru smo saznali da se za naredne godine planira uspostavljanje posmatračke mreže, pa je svaka saradnja dobrodošla. Pored sve silne tehnike koja je predstavljena, mogle su se vidjeti i fotografije različitih posmatračkih ekipa na terenu. Njemačka ekipa predstavljena je na grupnoj fotografiji ispod duge u dalekim krajevima američkog kontinenta (valjda California), Bugari su svoje posmatrače fotografisali u akciji, tj. na poljskim krevetima u isčekivanju meteora, a Rumunji su na svojoj posmatračkoj akciji imali i šator za pedeset ljudi (o broju posmatrača da i ne govorim). Našlo se tu još raznih interesantnih detalja, ali oni ipak nisu od presudne važnosti u ovom članku. Popodne su nastavljena predavanja: *Video Observations* (Sirko Molau), *Measuring Meteor Photographs Using Photo CD* (Mark de Lignie), a zatim *Computer Session...*

Sve vrijeme (u astronomskom smislu) konferencije propraćeno je nevjerovatno lijepim vremenom (u meteorološkom smislu), tako da su sve pauze između predavanja korištene za sunčanje ili kratke šetnje, naravno sve propraćeno (ne)službenim razgovorima. Ovdje se već mogla vidjeti taktika naše equipe. Podjelili smo se (prilično spontano) na dvije sekcije. U sekciji za istočnu Evropu, glavnu riječ vodio je Savan. On je sve moguće slobodno vrijeme proveo u razgovorima sa Slovacima, Bugarima i Krimljanima. Razmijenjivali su iskustva, dogovarali se o budućoj saradnji, a vjerovato su jedan dio vremena proveli i u razgovoru o životu, vasioni i svemu ostalom, znate uostalom kakva je topla duša slovenska...

Druga sekcija bila je pro-zapadnjački orijentisana. O zapadnjačkoj komunikaciji imamo prilično hladno mišljenje, ali ovdje je stvar bila drugačija, da li zbog određene specifičnosti ljudi koji se bave ovim poslom, ili zbog toga što je taj 'naš' Zapad bio malo istočniji. Vladimir je vodio uspješne razgovore, takođe razmjenjujući iskustva i dogovarajući



Sertifikat: Dragana spricht Deutsch fantastisch!!!
Na slici su s lijeva na desno: Ralph Koschack, André Knöfel, Axel Haas, Dragana Okolić, Sirko Molau, Manuela Trenn, Marc de Lignie i Marc Gyssens.
(Foto: Lule)

logorsku vatu. Posebno interesantne fotke moći će se naći vjerovatno kod Axel-a, tradicionalnog tvorca one-man-show-a na IMC. Jedna od zanimljivosti je i to da je Axel prvo veče organizovao slajd-projekciju *Photographs And Being Photographed*, koja je govorila o fotomaniji na IMC.

Broj raznih zgodica je nepregledan. Treba se na nečemu pak i zaustaviti, stoga (napokon) slijedi par riječi o tome šta se ustvari konkretno moglo čuti na IMC. Ova konkretnost neće biti pretjerana, jer tačne podatke o naslovima izlaganja, trajanju istih, o dogovorenim saradnjama, kao i kontakt adresi možete naći u službenom izvještaju u Vigorovoj kancelariji. Sve ovo iz razloga što mi se danas čini da od pukih naslova nema neke velike koristi, sve su to manje-više poznate stvari dok se ne dode do zadubljivanja. Svi detalji se i onako mogu naći u Proceedingsu, koji IMO uredno izdaje. Dakle, ako nekog intereseuje šta je Sirko uradio na poboljšanju software-a za MOVIE projekat, koje je novine Cis uveo kod radio posmatranja sa dva punkta, šta novo Ralph misli o korekcijama za populacione indekse, kako izgleda najnovija holandska mašina za jedenje meteora svih vrsta ili kako Marc pokusava unaprijediti foto metod upućujem ga na Proceedings. Svi posmatrački rezultati i dalje standardno izlaze u WGN.

Na kraju, mogu samo još jedanput napomenuti, ne propuštajte IMC. Mogućnosti za uspostavljanje kontakata, a samim tim i za saradnju, i naravno poboljšanje bavljenja meteorima u svakom pogledu, veoma su velike. O zabavnom dijelu IMC je i onako već dovoljno rečeno, pa te aspekte ne treba posebno pominjati.

Dragana Okolić - ØØ

Belogradčika do Brandenburga protekla cijela godina, tako da će zgode sa IMC '95. biti predstavljene nešto drugačije. To što će priča o ovo-godišnjem IMC biti propraćena manje romantičnim opisima i sa malkice manje opštег oduševljenja ne znači da je ove godine IMC možda postao nezanimljiv, ustvari uopšte nije, već samo da je Dragana imala više posla nego ranije pa se ufurala da je ozbiljnija i da radi neke važne stvari.

Sve se dešavalo u mjestošetu Mötzov, par kilometara od Brandenburga, koji je par kilometara udaljen od Berlina. Nebo nad Berlinom se razvedrilo. Od 14. do 17. septembra meteori i sve što ima bilo kakve veze sa njima, uključujući holandski jezik i običaje, slovačko pivo, slovenačku rock scenu itd., bili su glavna tema razgovora meteoraša iz različitih krajeva Evrope. Bilo je oko pedesetak ljudi iz jedanaest zemalja (Slovenija, Hrvatska, Bugarska, Rumunija, Slovačka, Španija, Holandija, Njemačka, Belgija, Velika Britanija i, naravno, mi). Kao i obično kada su meteoraši u pitanju, sve vrijerne konferencije bilo je vrlo živo i veselo. Službeni dio konferencije počinjao je ujutro u 9 i sa malim pauzama između izlaganja i nešto većom pauzom za ručak, trajao je svakog dana do 6 ili 7 naveče. Taj službeni dio uključuje izlaganja posmatračkih rezultata, dostignuća na planu razvoja posmatračkih metoda i opreme koja ide uz to, neke nove teorije, popravke starih, poster session i naravno dogovore za budući, što bolji, zajednički rad.

Poslije večere dešavale su se nešto manje službene radionice sa različitim temama, uglavnom vezanim za različite praktične probleme, koji se javljaju prilikom korištenja novijih posmatračkih metoda. A poslije toga na red su dolazile večernje teme.

Za nas jedna veoma važna stvar vezana za službeni dio konferencije je generalna skupština IMO, na kojoj se pored ostalog odlučuje i o tome gdje će se održavati slijedeći IMC. Za '96 se već zna, Apeldorn (Holandija), zbog čega Dragana u stvari i uči holandski. Za '97 su pak tek izneseni zvanični prijedlozi. Naravno, mi od svoje ideje za IMC '97 ne odustajemo. Petnica je predstavljena u desetominutnoj priči, a dati su i osnovni podaci o mogućnostima stizanja u Jugoslaviju. To stizanje inače nije previše zanimljiva stvar, no kako mi sada živmo u prilično egzotičnom prostorno-vremenskom kontinuumu i tom je morala biti posvećena vrijedna pažnja. Na Draganino veliko oduševljenje, raspoloženje za IMC u Petnici je bilo opšte, i ovdje se nikako ne može propustiti reći da je Paul Roggeman jedna vrlo cool faca. Pojašnjenje ove činjenice dobicete, ako ništa bar na IMC u Petnici, kada ćete imati priliku da upoznate Paula.

Zabavni dio konferencije činili su obavezna ekskurzija i jedna nova zezalica, prvi put promovisana ove godine – IMC roštilj. Ekskurzija je ovaj put u stvari bila vožnja brodom po veeelikom jezeru koje se nalazi u ne-posrednoj blizini hotela. Kako je to Ralph lijepo rekao, tipična njemačka zabava, vozikanje brodićem uz kafu i kolače. Mirna i opuštajuća atmosfera, propraćena lakim čavrljanjem. Roštilj je pak bio znatno uzbudljiviji, pa je potrajan znatno duže nego što je planirano. Škljocali su blicevi i uz

P O S M A

T R A N J A

Aktivnost Perseida u 1994.

Uvod

Posmatranja Perseida u 1994. trajala su od 5. do 15. avgusta. Posmatralo je ukupno 10 posmatrača, sa tri lokaliteta. Posmatrački uslovi bili su veoma povoljni – imali smo sve vedre noći bar na nekom od lokaliteta, a Mjesec je ove godine bio u povoljnoj fazi u vrijeme aktivnosti Perseida. Aktivnost je potpuno pokrivena. Ostvareno je 170.23 sati efektivnog posmatranja.

Posmatrači:

Dragan Bobić	BOBDR
Raša Karapandža	KARRA
Vladimir Lukić	LUKVL
Ana Matković	MATAN
Dragana Okolić	OKODR
Natalija Romanović	ROMNA
Samir Salim	SALSA
Branislav Savić	SAVBR
Milena Stojić	STOMI
Stanislav Žabić	ZABST

Lokaliteti:	λ	φ	h (m)
Rajac	20°15'00" E	44°09'00" N	650
Petnica	19°56'25" E	44°14'50" N	250
Stožac	19°16'24" E	44°48'24" N	1972

Rezultati

U obradi podataka za populacioni indeks korištena je tablična vrijednost $r = 2.6$. Zenitna satna frekvencija postepeno je rasla i svoju najveću vrijednost od 134 ± 16 dostigla je 12. avgusta, što odgovara $\lambda_\odot = 139^\circ .22$. U toku posmatranja primjećeno je grupisanje meteora, pa je u obradi, gdje god je to bilo moguće, ZHR računat u intervalima od po 10 minuta. Na osnovu Poissonove formule slučajne raspodjele i χ^2 testa, pretpostavljeno grupisanje je potvrđeno. Numerička gustina u vrijeme maksimuma dostigla je vrijednost od 259 ± 31 čestica u 100 km^3 . Sve vrijednosti za zenitnu satnu frekvenciju i numeričku gustinu date su u tablici.

A M e o n g

B

M

A

ukazala na grupisanje Perseida u vrijeme maksimuma, ali konačan sud o ovom će se moći donijeti tek nakon globalnije obrade podataka posmatrača iz cijelog svijeta.

Dragana Okolić - ØØ

LIT: 1. KOSCHACK, R. 1991. Hints For Visual Observers, IMO-INFO 5. 2. ASTAPOVICH, I. S. 1958. *Meteornye yavleniya v atmosfere Zemli*. Moskva: Gos. izdat. fiziko-matematicheskoy literatury; 3. RENDTEL, J. 1994. WGN 22 - 6.

Perseidi 1995

Posmatranja Perseida sproveli smo i u 1995, od 5. do 15. avgusta na Divčibarama. U posmatranjima je učestvovalo 5 posmatrača. Ove godine posmatrački uslovi bili su veoma loši. U vremenskom intervalu oko maksimuma Mesec je bio pun. Takođe, delovi aktivnosti nisu pokriveni zbog oblačnosti, pa su obrađeni samo podaci oko maksimuma.

Posmatrači:

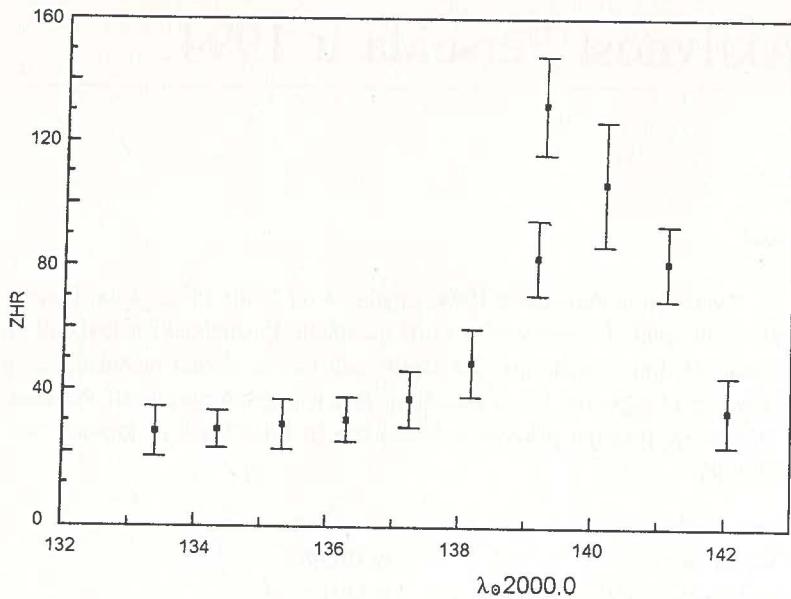
Ivan Branković	BRAIV
Branko Burmaz	BURBR
Dragana Okolić	OKODR
Tamara Pavlović	PAVTA
Mila Popović	POPMI
Branislav Savić	SAVBR

Lokalitet:	λ	φ	h (m)
Divčibare	20°00'40" E	44°70'20" N	1000

Posmatrano je standardnom IMO metodom prebrojavanja. Granična magnituda određivana je na osnovu broja viđenih zvezda u delovima sazvežđa ograničenim poligonima koje je predložio IMO (te poligone možete pronaći u prilogu). Zenitna satna frekvencija (ZHR) je računata poznatom formulom:

$$ZHR = \frac{F \times C \times H \times N}{T_{eff}},$$

gde je F popravka za oblačnost, C popravka za graničnu magnitudu, H popravka za zenitnu udaljenost, a N broj meteora određenog roja. T_{eff} je



Vrijednosti satne frekvencije i numeričke gustine za Perseide 1994.

datum(UT)	λ_\odot	ZHR	$\rho_{6.5}$
Aug 05.99	133.°39	27 ± 8	52 ± 15
Aug 06.99	134. 34	28 ± 6	54 ± 12
Aug 08.01	135. 32	30 ± 8	58 ± 15
Aug 09.02	136. 29	32 ± 7	62 ± 14
Aug 10.00	137. 23	39 ± 9	75 ± 17
Aug 10.97	138. 16	51 ± 11	98 ± 21
Aug 11.94	139. 22	134 ± 16	164 ± 31
Aug 13.03	140. 14	109 ± 20	205 ± 39
Aug 14.02	141. 09	84 ± 12	165 ± 23

Zaključak

Maksimum aktivnosti za naše geografske širine, na osnovu rezultata dobijenih za ZHR, nastupio je u $\lambda_\odot = 139.°22$, nakon čega je daljnje posmatranje bilo onemogućeno. Rezultati dobijeni na osnovu preliminarne globalne analize [3] pokazuju da je maksimum nastupio u $\lambda_\odot = 139.°595$. Radi se zapravo o maksimumu svježeg materijala nastalog usled izbacivanja materije iz kometskog jezgra, što je vjerovatno posledica skorog prolaska matične komete. U intervalu $\lambda_\odot = 140.°1 - 140.°6$, proračunatom kao vrijeme maksima, ZHR je imao vrednost oko 95. Posmatranja su

13/14 avgust 1995.

$\bar{\lambda}_{\odot}$	22:10 - 23:10		23:10 - 00:10		01:00 - 01:10		01:10 - 02:16	
	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}
BRAIV	68.1	1. ^h 0	39.3	1. ^h 0	131.1	0. ^h 9	70.5	1. ^h 0
PAVTA	118.1	1. 0	74.7	1. 0	—	—	126.2	0. 9
POPMI	174.3	1. 0	177.8	0. 8	191.3	1. 0	191.3	0. 4
SAVBR	161.7	0. 9	123.6	1. 0	183.8	1. 0	130.8	1. 0
ZHR $\pm \Delta$	130 \pm 24		100 \pm 30		170 \pm 19		119 \pm 20	

Sa grafikona može da se vidi da je longituda Sunca za maksimum bila između 139.[°]5 i 139.[°]8, što odgovara rezultatima dobijenim sumarnom obradom IMO-a (139.[°]6).

obarile:

Marija Vučelja

Iris Miljački

Vesna Slavković

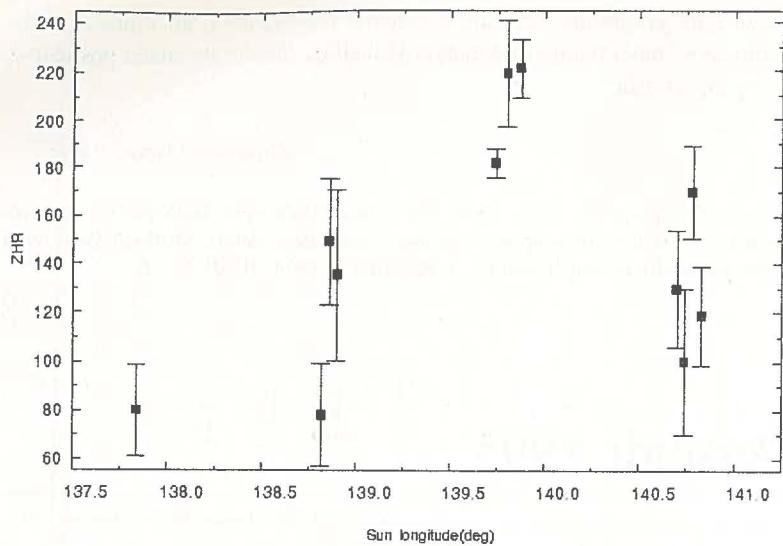
LIT: 1. KOSCHACK, R. 1991. Hints For Visual Observers. IMO-INFO 5; 2. KORLEVIĆ, K. 1989. *Priručnik za promatranje meteora*. Višnjan: AAD Višnjan; 3. RENDTEL, J. 1995. Perseids 1995 - A First Summary of Reports; WGN 23 - 4, (1995): 115 - 116.

Leonidi 1995

Leonide smo posmatrali 18/19 i 19/20 novembra 1995. u Petnici. Posmatrački uslovi bili su prilično loši, prvenstveno zbog izmaglice i povremene naoblake. Planirano je i posmatranje α Monocerotida, koje je onemogućila oblačnost. Posmatralo je ukupno 11 ljudi.

Posmatrači:

Tamás Cservesnák	CSETA
Ivan Ermanoski	ERMIV
Nevena Marić	MARNE
Iris Miljački	MILIR
Saša Nedeljković	NEDSA
Vesna Obradović	OBRVE
Dragana Okolić	OKODR
Branislav Savić	SAVBR



efektivno vreme posmatranja. Za detaljnija objašnjenja o tome kako se koje korekcije izračunavaju pogledajte u našem prethodnom broju, ili [2].

U obradi podataka za populacioni indeks korištena je tablična vrednost $r = 2.6$. Sve vrednosti za zenitnu satnu frekvenciju su u tablicama, kao i u grafikonu.

11/12 avgust 1995.

interv. (UT)	21:54 - 23:00	23:00 - 00:00	00:00 - 01:00	01:00 - 02:10				
λ_\odot	137. [°] 84	138. [°] 82	138. [°] 86	138. [°] 90				
posmatrači	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}
ERAIV	100.4	1. ^h 1	69.2	1. ^h 0	108.9	1. ^h 0	62.5	1. ^h 0
POPMI	52.1	1. 1	—	—	154.0	0. 7	154.0	0. 4
OKODR.	52.6	1. 1	45.3	1. 0	86.2	1. 0	86.2	0. 2
PAVTA	—	—	—	—	97.1	0. 8	96.0	1. 2
SAVBR	143.3	1. 1	118.6	1. 0	223.9	1. 0	255.1	1. 0
ZHR $\pm \Delta$	80 \pm 19		78 \pm 21		149 \pm 26		135 \pm 35	

12/13 avgust 1995.

interv. (UT)	22:00 - 23:20	23:20 - 00:50	00:50 - 02:22			
λ_\odot	139. [°] 74	139. [°] 80	139. [°] 87			
posmatrači	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}
SAVBR	193.9	1. ^h 0	257.7	1. ^h 3	247.1	1. ^h 0,
PAVTA	175.2	1. 2	—	—	—	—
BURBR	189.1	0. 5	174.2	1. 5	208.1	1. 5
OKODR	172.1	1. 3	188.5	1. 5	212.5	0. 9
ZHR $\pm \Delta$	182 \pm 6		219 \pm 22		221 \pm 12	

M A P E & P R I
O Z I

Vesna Slavković
 Marija Vučelja
 Stanislav Žabić

SLAVE
 VUCMA
 ZABST

Lokalitet:	λ	φ	h (m)
Petnica	19°56'25" E	44°14'50" N	250

Posmatrano je standardnom IMO metodom prebrojavanja. Granična magnituda određivana je na osnovu broja viđenih zvezda u delovima sazvežđa ograničenim poligonima koje je predložio IMO (te poligone možete pronaći u prilogu). Obraden je ZHR. U obradi podataka za populacioni indeks korištena je tablična vrijednost $r = 2.6$.

Sve vrednosti za zenitnu satnu frekvenciju su u tablicama.

Tablični rezultati posmatranja Leonida 1995.

$\bar{\lambda}_\odot$	18/19. novembar				19/20. novembar	
	00:10 - 01:30		01:30 - 02:42		02:20 - 03:32	
	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}	ZHR	T_{eff}
SAVBR	19.4	1. ^h 3	18.6	1. ^h 0	—	—
VUCMA	26.2	1.3	20.2	1.1	—	—
CSETA	17.2	1.3	—	—	—	—
OKODR	33.1	1.2	7.5	1.2	11.6	1. ^h 0
MARNE	16.7	1.2	7.5	1.2	—	—
MILIR	10.7	1.2	11.7	1.2	22.7	1.2
SLAVE	15.5	1.2	12.5	1.2	11.4	1.0
NEDSA	6.9	1.2	14.5	1.1	—	—
OBRVE	7.4	1.2	16.4	1.1	—	—
ERMOV	6.9	1.2	6.4	—	—	—
ZABST	—	—	—	—	11.5	0.8
ZHR $\pm \Delta$	16 \pm 3		13 \pm 2		15 \pm 3	

obradile: Marija Vučelja,
 Iris Miljački, Vesna Slavković

LIT: 1. KOSCHACK, R. 1991. Hints For Visual Observers. IMO-INFO 5; 2. KORLEVIĆ, K. 1995. Priručnik za promatranje meteora. Višnjan: AAD Višnjan.

Magnitude nekih poredbenih objekata

Magn. Poredbeni objekt

-13	Pun Mesec
-10	Mesec u prvoj i poslednjoj četvrti
-6	Mlad Mesec
-4	Venera
-2	Jupiter, Mars u opoziciji (perihelnoj)
-1.5	Sirijus, Mars u opoziciji (normalnoj)
0.0	Kapela, Arkturus, Vega
0.5	Procion
1.0	Aldebaran, Poluks, Spika, Altair, Saturn
1.5	Regulus
2.0	Polara, β UMi, α And, α Per, α UMa, γ Gem, γ Leo, α Oph
2.5	α Peg, δ Leo, γ Uma, ε Cyg, α Cep
3.0	γ UMi, η Peg, β Tri, ε Gem, γ Boo, α Aqr
3.5	η Cet, α Tri, ε Tau, β Boo, λ Aql
4.0	κ Cas, δ Tau, σ leo, ζ Boo, ζ Lyr, π Peg
5.0	Alkor

1900

1900

1900

1900

1900

1900

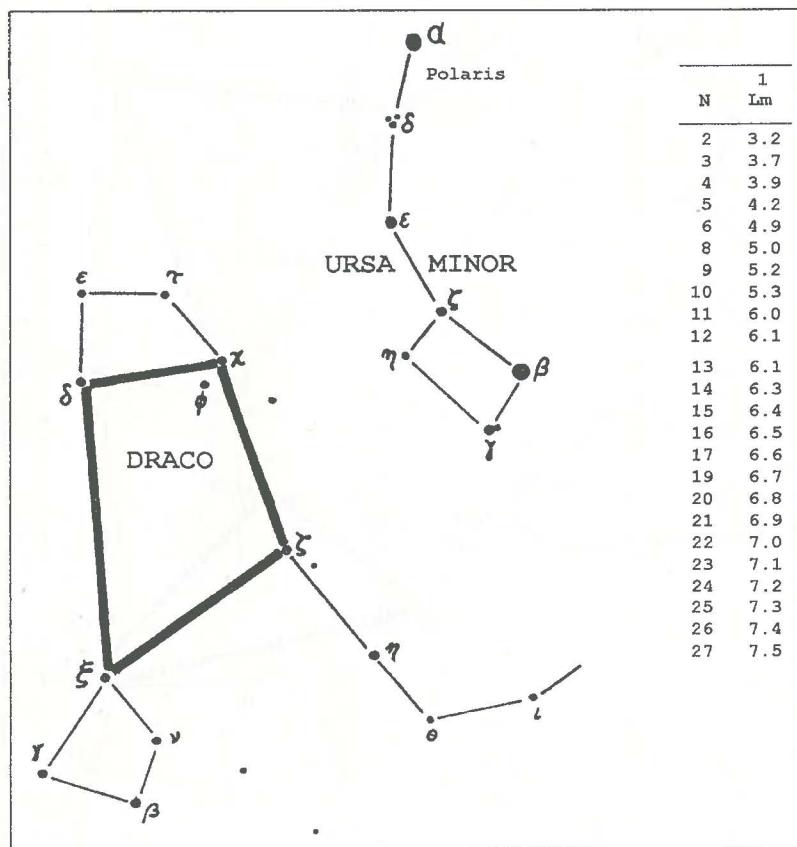
1900

1900

1900

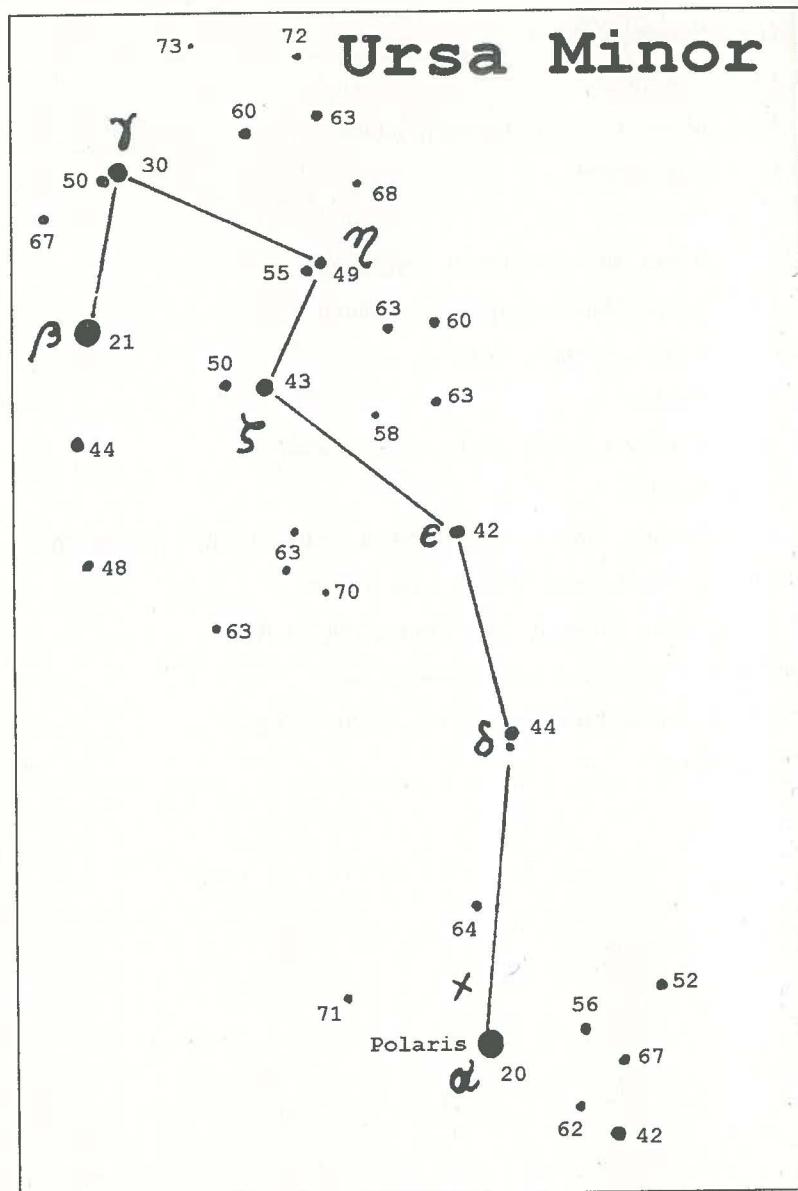
1900

Poligoni za određivanje granične magnitude*

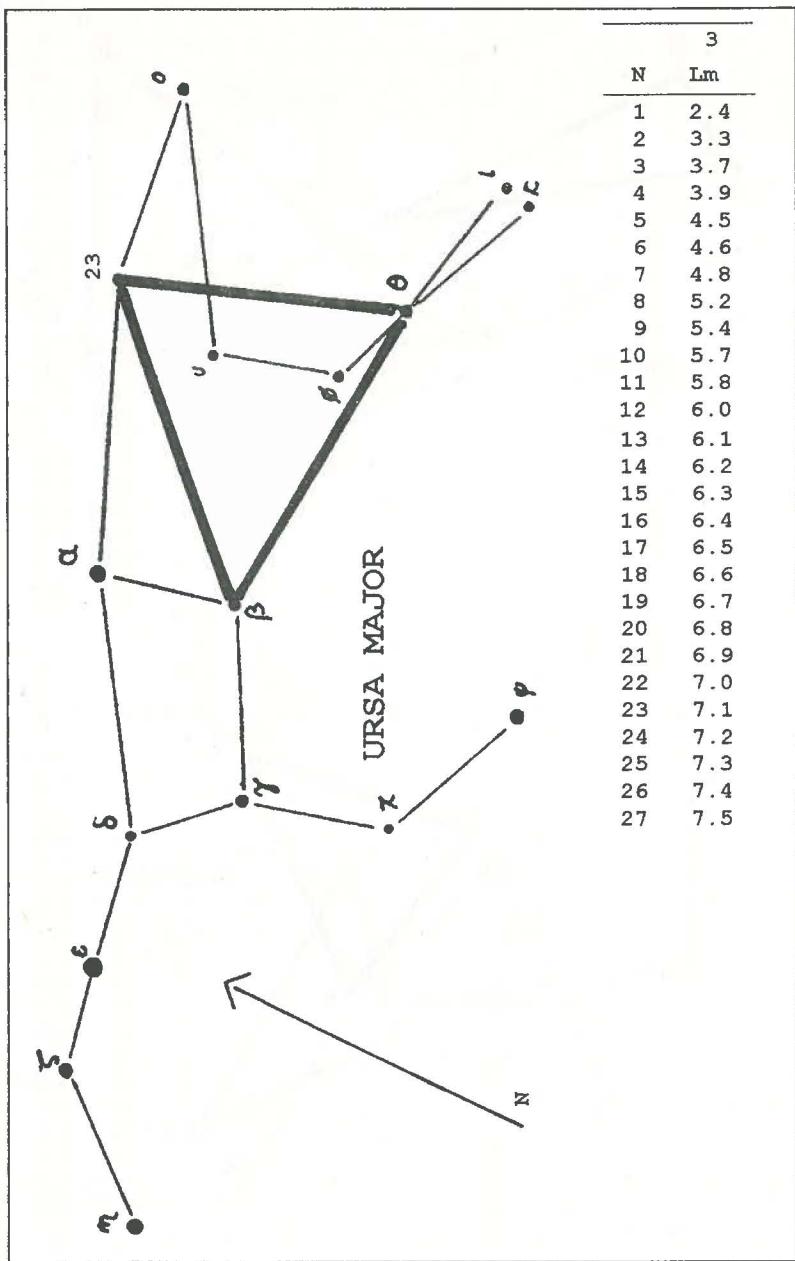


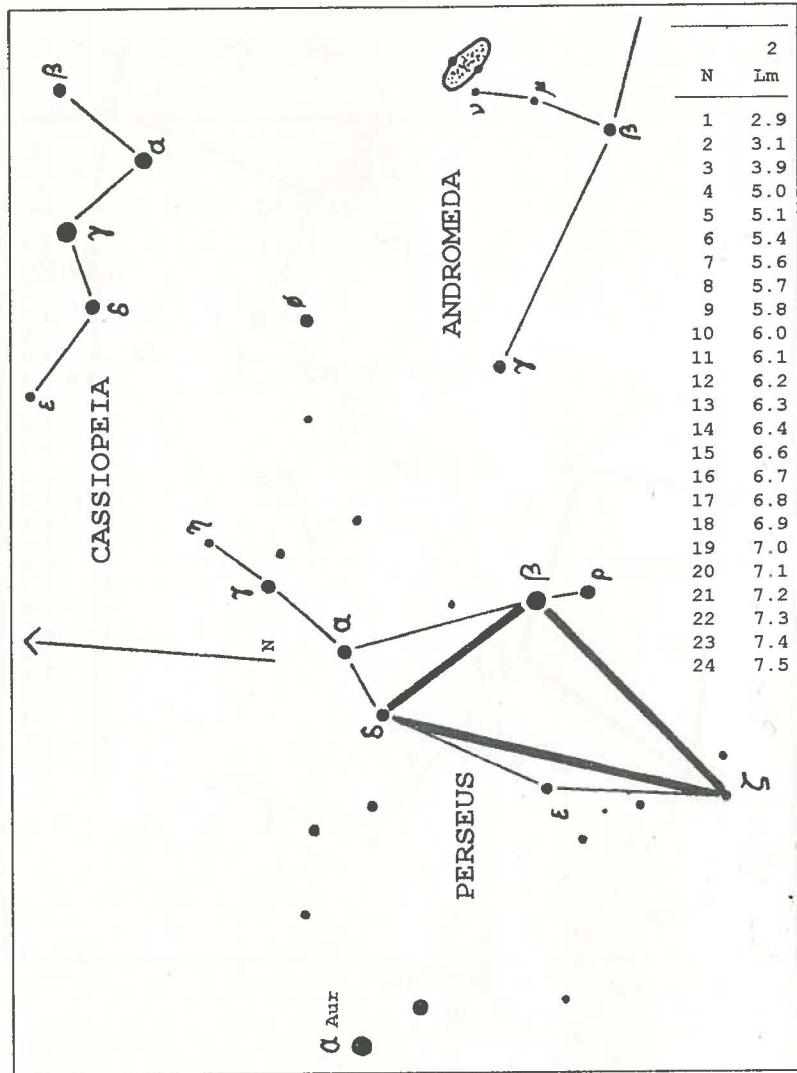
* Granična magnituda se određuje na osnovu broja viđenih zvezda u poligonu prema tabelama priloženim uz poligon

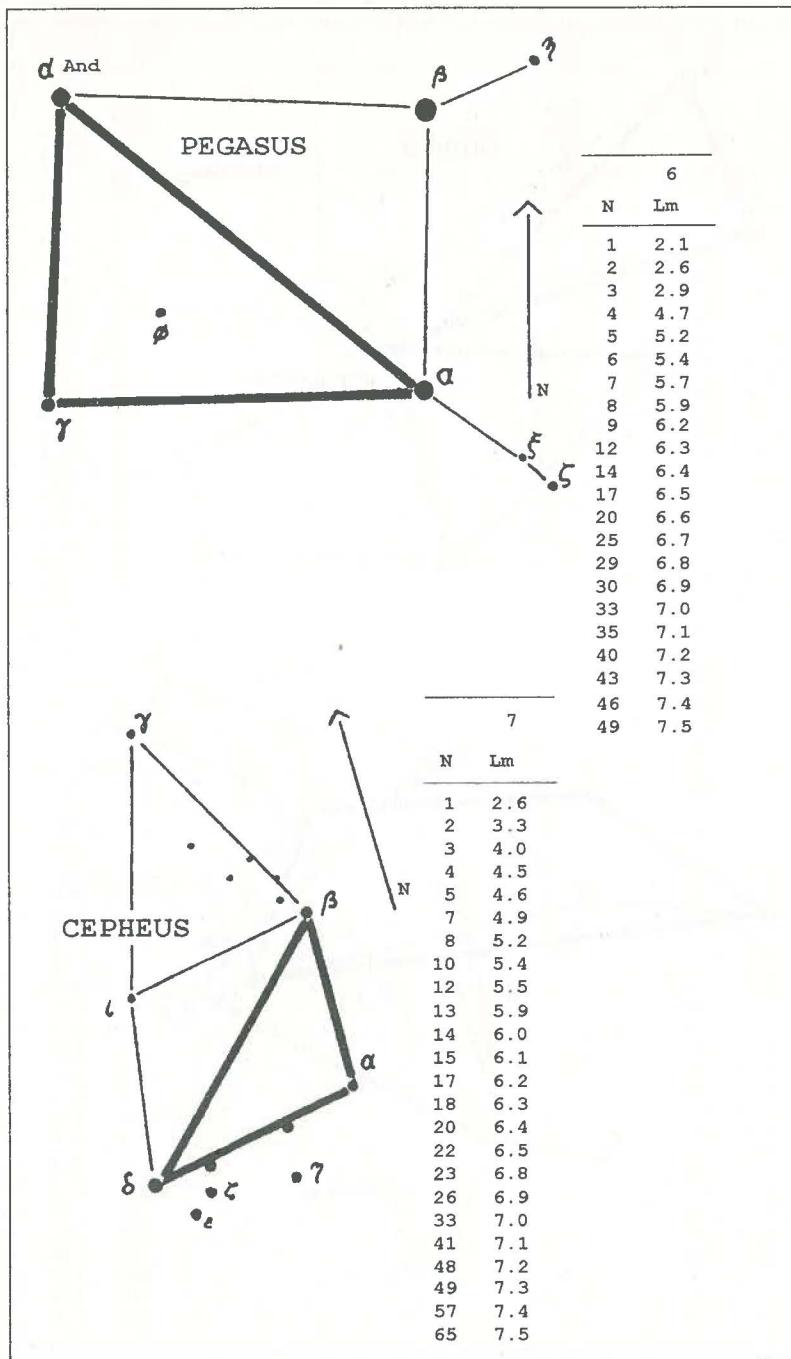
Direktno određivanje granične magnitude*

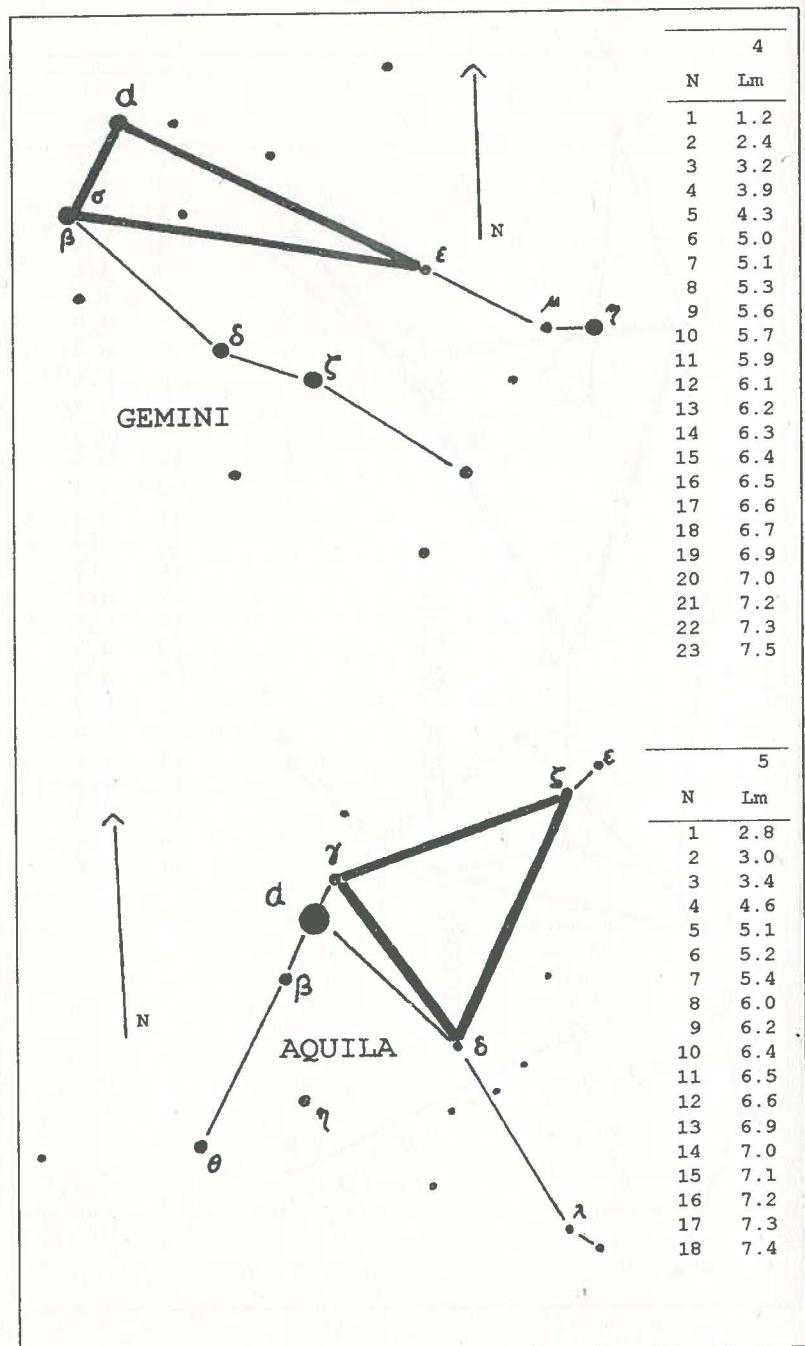


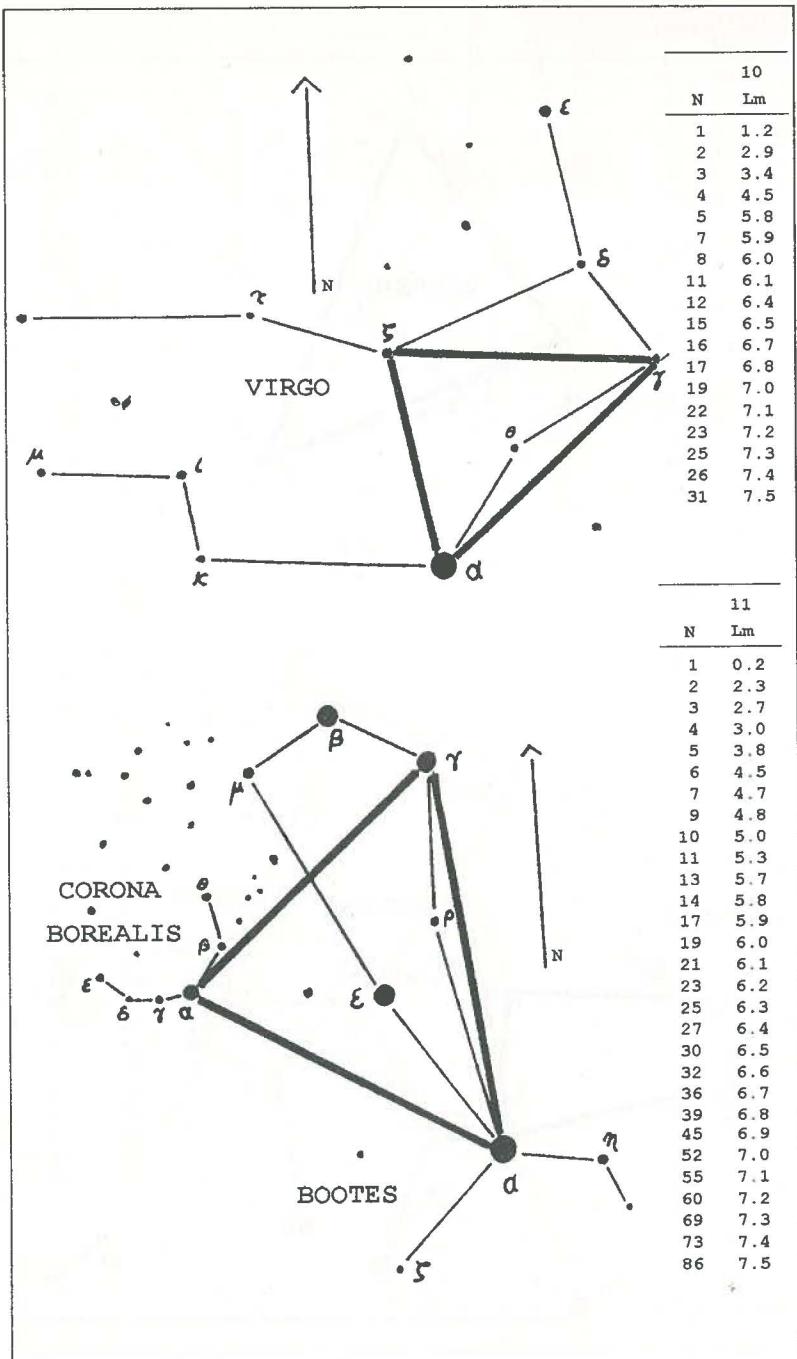
Decimalne tačke su izostavljene

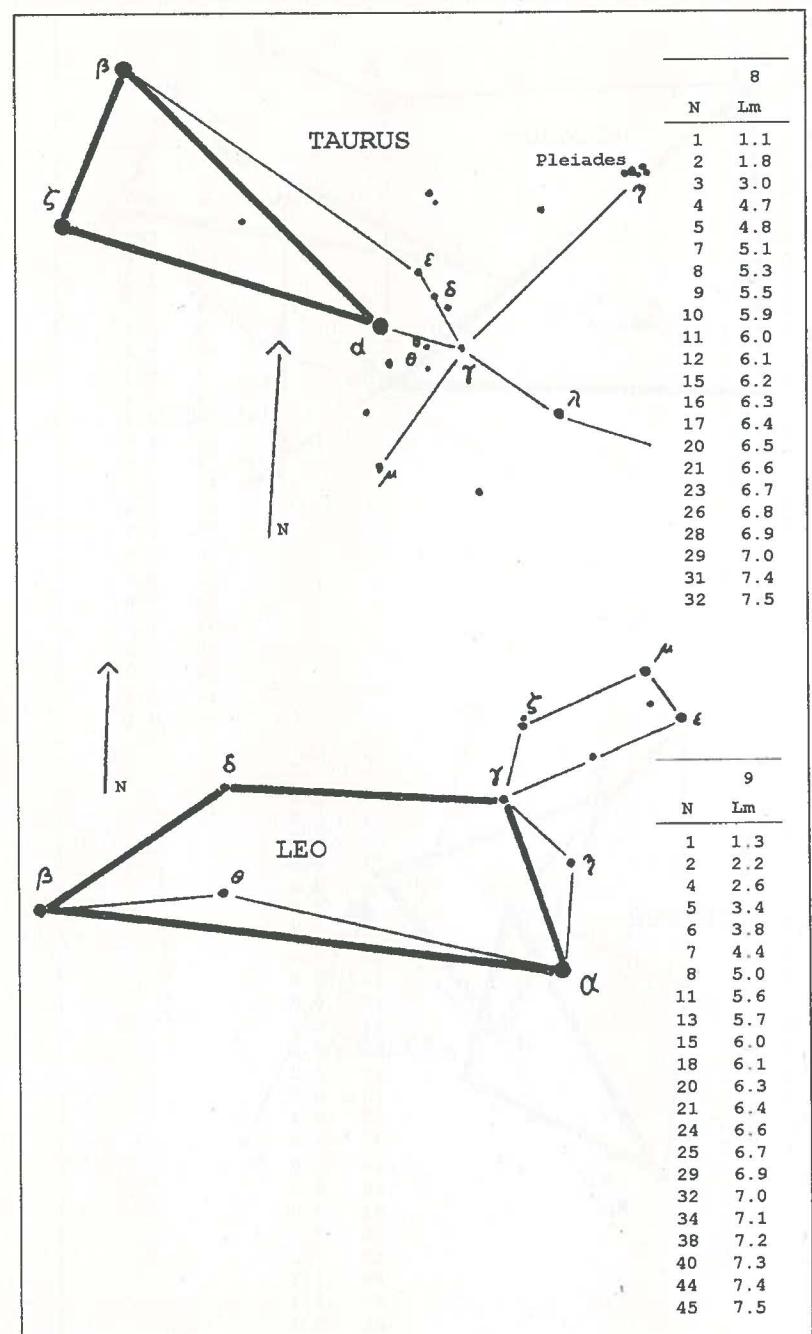


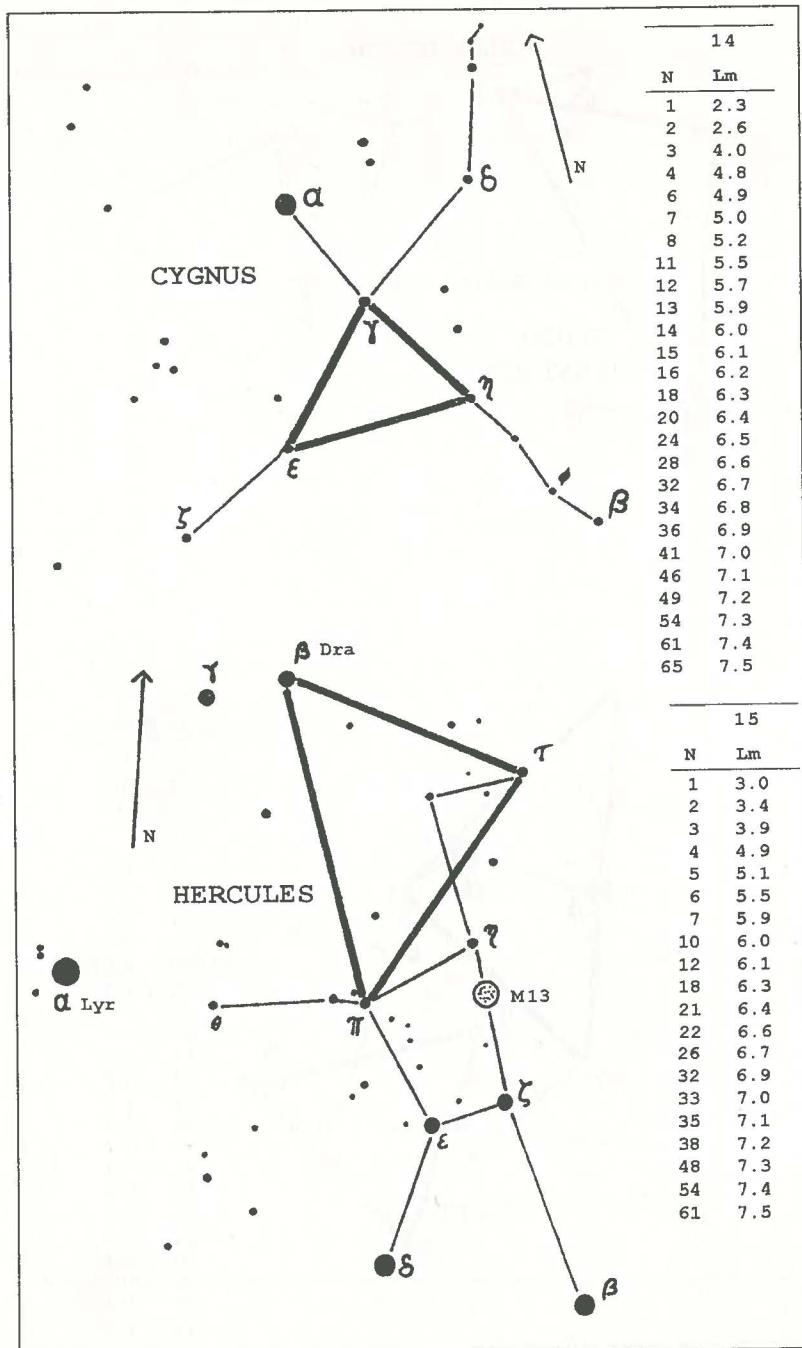


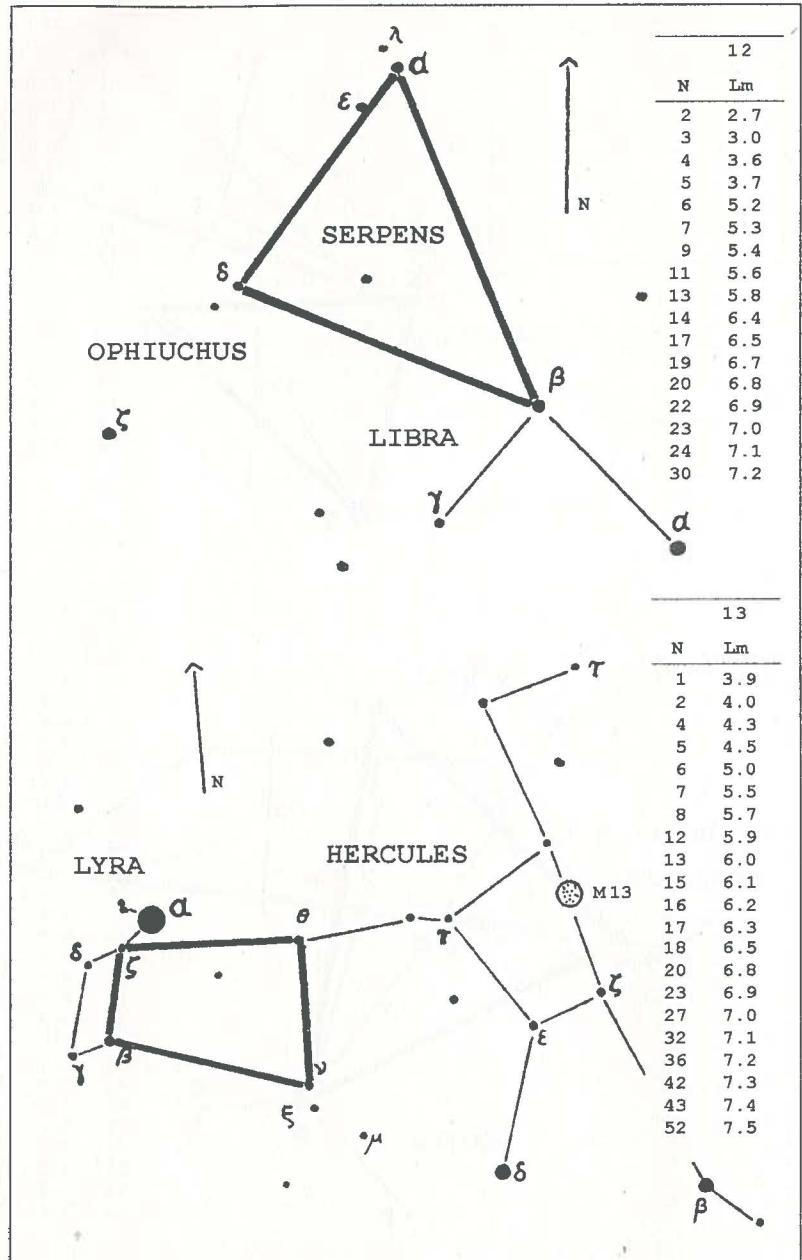


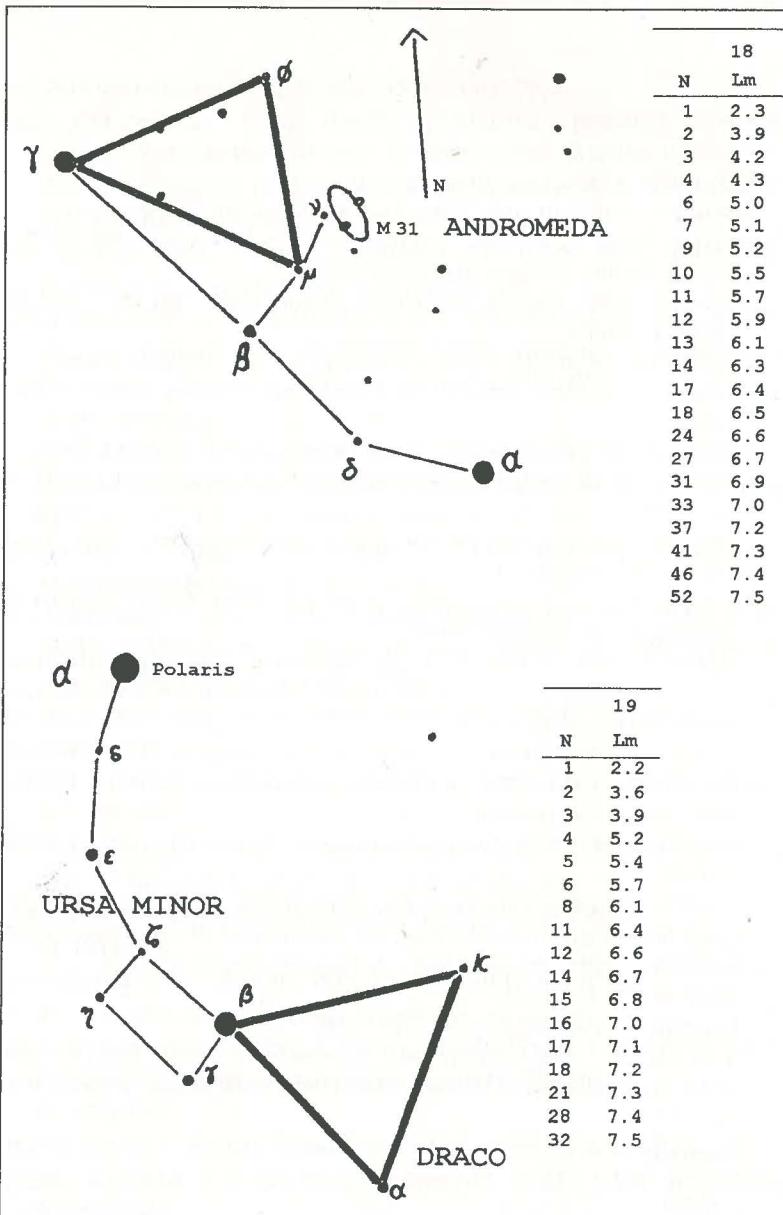


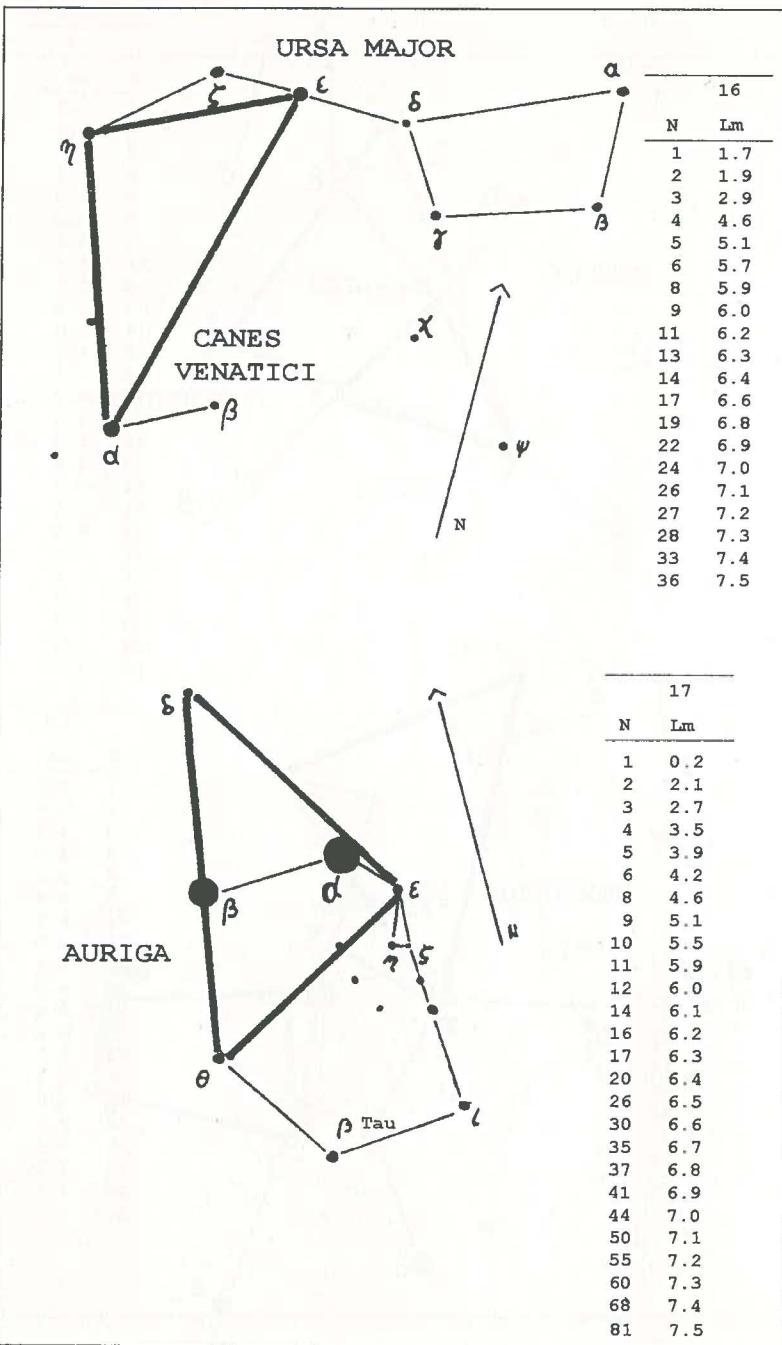












NOVA IMENA, NOVE ADRESE (I PONEKA STARA)

IVAN BRANKOVIĆ, Bistrička E-21/9, 35000 JAGODINA

TAMÁS CSERVENÁK – TOMI, (kuća) Trg Bratstva i jedinstva 5, 24300
BAČKA TOPOLA, 024/711-369, (studije) Milana Toplice 15, 21000
NOVI SAD, (posao) Scan Studio, Dimitrija Tucovića 4, 21000 NOVI
SAD, 021/619-780, icervenak@unsim.ns.ac.yu

RAŠA KARAPANDŽA – RAŠA, Zemunska 19, 22304 NOVI BANOVCI,
022/341-434, rasha@galeb.etf.bg.ac.yu

IVAN ERMANOSKI – ŠEHEREZADA, (kuća) Bul. ASNOM 68-2/28, 91000
SKOPJE (Makedonija), 99389/91/414-976, (studije) 29 Novembra
68B, sprat 9, stan 11, 11000 BEOGRAD, 011/752-685,
ypmf969@yubgss21.bg.ac.yu

VLADIMIR LUKIĆ – LULE, (kuća) Save Vujanovića 39, 14000 VALJEVO,
014/224-259, (studije) Bulevar Lenjina 3/34, 11000 BEOGRAD,
011/13-47-47, f21ukicv@rcub.rcub.bg.ac.yu

NEVENA MARIĆ – BELLA, III bulevar 72, 11070 BEOGRAD, 011/222-17-
18, ypmf989@yubgss21.bg.ac.yu

ANA MATKOVIĆ – ANA, (kuća) Sretena Mladenovića 25/I, 11000 BEO-
GRAD, 011/53-31-963, (škola) Muresan Family, 550 Stoneybrook
Lane, 44406 CANFIELD, OHIO, USA

IRIS MILJAČKI – IRIS [Ajris], Nade Dimić 38/8, 24000 SUBOTICA,
024/39-566

VESNA OBRADOVIĆ – PALOMAR, Narodnog fronta 15, 11000 BEOGRAD,
011/687-495

DRAGANA OKOLIĆ – ØØ, Bogdana Žerajića 12, 11193 MILJAKOVAC,
011/587-082, plokolic@rcub.rcub.bg.ac.yu

SAMIR SALIM – SAKI, Bulevar Revolucije 49, 11224 VRČIN,
011/898 436

BRANISLAV SAVIĆ – SAVAN, ISP, p.p. 40, 14000 VALJEVO,
014/231-180, savan@prcko.hobbiton.co.yu

VESNA SLAVKOVIĆ – VESNICA, (kuća) Stražilovska 9, 21000 NOVI SAD,
021/23-617, (studije) Vitanovačka 38, 11000 BEOGRAD,
011/491-049

MILENA STOJIĆ – STOMI, Križanićeva 32/21, 11000 BEOGRAD

MARIJA VUCELJA – CUKI, Steve Todorovića 45/27, 11030 BEOGRAD,
011/553-585

STANISLAV ŽABIĆ – ŽABAC, Nova od petrinjske 11, 11000 BEOGRAD,
ypmf901@yubgss21.bg.ac.yu

Ako vam ustreba adresa nekog od ljudi iz IMO (neka takva imena se pominju u ovoj knjižici), potražite je u IMO adresaru „Who Is Who In IMO”.

SPISAK LITERATURE KOJI VALJA PRIDODATI ONOME IZ PROŠLOG BROJA

- ASTAPOVICH I. S. 1958. *Meteornye yavleniya v atmosfere Zemli*. Moskva: Gos. izdat. fiziko-matematicheskoy literatury.
- BABADZHANOV P. B. 1987. *Meteory i ih nablyudenie*. Moskva: Nauka.
- BELLOT RUBIO, L. R. 1994. Dependence of The Population Index On The Radiant Zenithal Distance. *WGN* 22-1: 13-26.
- BONE N. 1993. *Meteors*. Cambridge, Massachusetts: Sky & Telescope Observers Guides.
- BRONSHTEJN V. A. 1981. *Fizika meteornyh yavlenij*. Moskva: Nauka.
- KORLEVIĆ K. 1989. Priručnik za promatranje meteora. Višnjan: AAD Višnjan.
- KOSCHACK R. 1991. Hints For Visual Observers. IMO-INFO 5 (1991).
- MCBEATH A. et al. 1995. 1996 Meteor Shower Calendar. IMO-INFO 2-96 (1995).
- MCKINLEY D. W. 1961. *Meteor Science and Engineering*. New York: McGraw-Hill Paperbacks.
- MIKHAJLOV A. A. 1973. *Atlas zvezdnogo neba 1950.0*. Leningrad: Akademija nauk SSSR & Nauka.
- MOLAU S. 1993. MOVIE – Meteor Observation With Video Equipment. In: P. Roggmans (ed.), *Proceedings IMC Puimichel 1993*. International Meteor Organization, 71 - 75.
- MOLAU S. 1994. MOVIE – Analysis of Video Meteors. In: *Proceedings IMC Belogradchick 1994* (A. Knöfel, P. Roggernans, editors). International Meteor Organization, 51 - 61.
- MUMINOVİĆ M. 1982. *Praktična astronomija (II izdanje)*. Sarajevo: UAD CEDUS.
- RENDTEL J. 1993. *Handbook For Photographic Meteor Observations* (IMO Monograph No 3). Potsdam: The International Meteor Organization.
- RENDTEL J. 1995. Perseids 1995 – A First Summary of Reports. *WGN* 23 - 4: 115 - 116
- RENDTEL J. 1994. *WGN* 22 - 6: 205 - 209.
- STEYAERT C. 1990. *Photographic Astrometry – Theory and Practice* (IMO Monograph No 1). Potsdam: The International Meteor Organization.

Časopisi:

- *WGN*
- *Astronomicheskij vestnik*
- *Sky & Telescope*
- *Astronomy*
- *Godišnjak za posmatranje meteora*

Primerak broj:

1. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

2. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

3. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

4. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

5. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

6. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

7. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

8. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

9. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

10. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

11. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

12. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

13. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

14. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

15. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

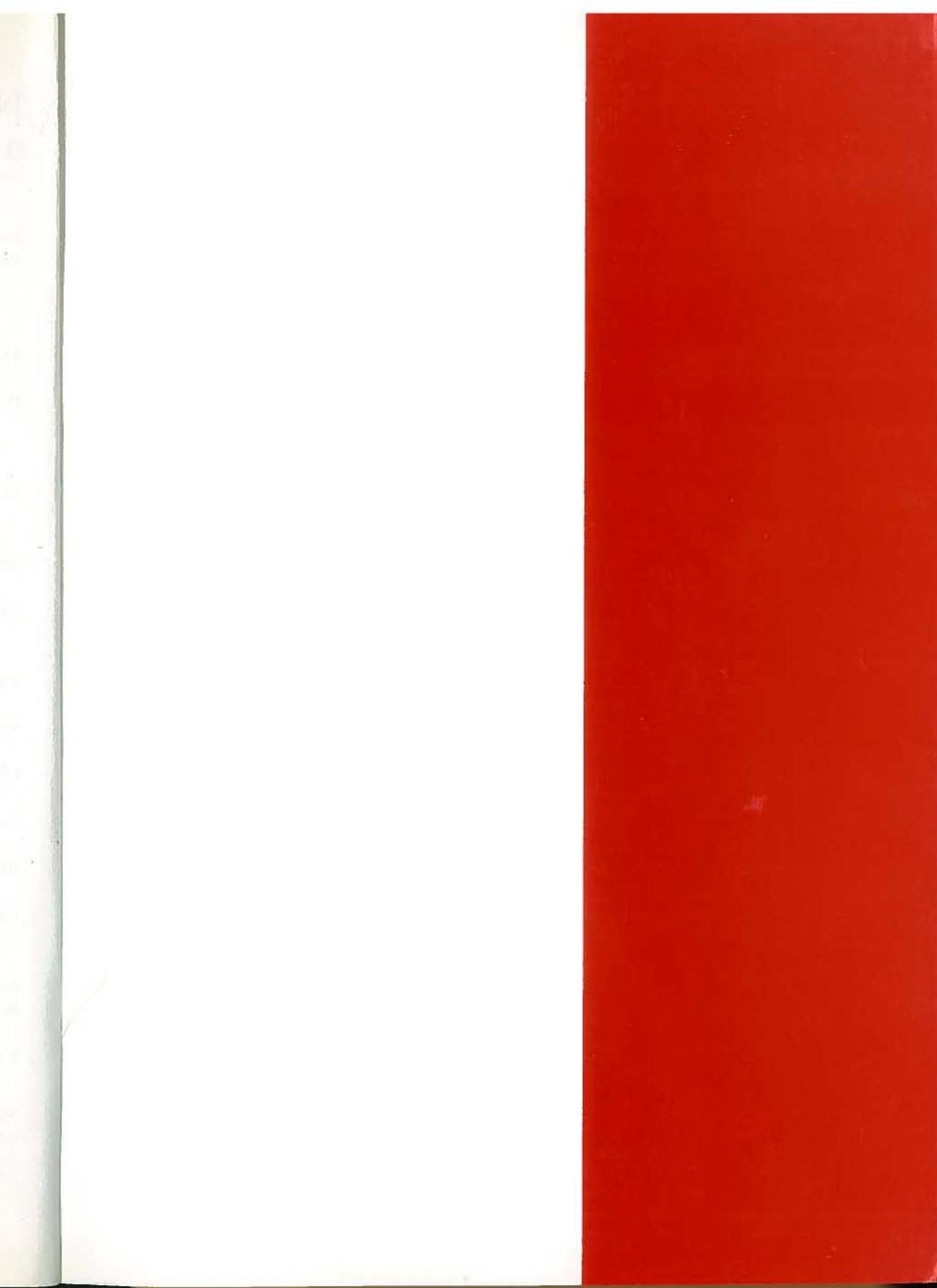
16. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

17. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

18. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

19. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku

20. Uvod u teorijsku i primenjenu statistiku



ISBN 86-7861-011-5