



ZVEZA ORGANIZACIJ ZA TEHNIČNO KULTURO SLOVENIJE
GIBANJE ZNANOST MIADINI



PAMET '97

POLETNI ASTRONOMSKI METEORSKI TABOR '97

Javornik, 7. - 14. avgust 1997





Astronomsko društvo Javornik



Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije (ZOTKS)

- Žito Ljubljana
- Mercator Emba

Pripravili: udeleženci Poletnega Astronomskega MEteorskega Tabora 1997
Naslov: PAMET '97 - Poletni Astronomski MEteorski Tabor '97

Uredništvo:

Mihaela Triglav
Uroš Čotar

Urednik: Jože Prudič

Založnik: Astronomsko društvo Javornik, Tavčarjeva 2, Ljubljana, Slovenija, 1997

©Astronomsko društvo Javornik, 1997

Poročilo PAMET '97 je napisano z \LaTeX urejevalnikom besedil.

Slika na naslovnici: Komet Hale-Bopp. Sliko je 10. marca 1997 posnel Igor Grom na Kravcu. Objektiv: 200 mm, f/3.5, film: PJM 600 (Kodak), ekspozicija 04h20m - 04h27m.

Povzetek

Knjižica podaja prve rezultate opazovanj meteorskih rojev na taboru PAMET'97 (Poletni Astronomski MEteorski Tabor 1997). Tabor je trajal od 7. avgusta do 14. avgusta 1997, z njim smo pokrili celoten maksimum aktivnosti Perzeidov. Posvetili smo se predvsem vizualnemu opazovanju meteorjev in snemanju le-teh na video. Izvedli smo skupno 88,34 vizualnih učinkovitih ur opazovanj, v katerih smo zbrali 4265 meteorjev (1953 Perzeidov, 136 Akvaridov, 59 κ Cignidov, 32 Kaprikornidov in 2085 sporadičnih meteorjev).

V knjižici so predstavljeni tudi teoretični projekti udeležencev tabora, ki zajemajo vse od opisa aktivnih meteorskih rojev v času tabora do raznih fizikalnih teorij meteoroidov in koledarja meteorske aktivnosti za leto 1998.

Abstract

First results of meteor observation on the Summer Astronomical Meteor Camp PAMET'97 are given. The camp began on 7th August and ended on 14th August 1997, with it we covered the whole maximum activity of Perseid meteor stream. We concentrated above all on visual meteor observation and video tapping of meteors. All together we observed meteors in 88,34 visual effective hours in which we gathered 4265 meteors (1953 Perseids, 136 meteors from Aquarid complex, 59 κ Cygnids, 32 Capricornids and 2085 sporadics).

Here are also presented theoretical projects of camp participants, they consists all from the description of active meteor streams throughout the camp to various physical theories of the meteoroids and the meteor shower calendar for year 1998.

Kazalo

| | |
|---|----|
| 1. Aktivni meteorski roji v času tabora <i>Alja Bajc</i> | 1 |
| 2. Opazovanje meteorjev <i>Stanka Hribar</i> | 4 |
| 3. Zgodovina Perzeidov <i>Gabrijela Triglav</i> | 5 |
| 4. Fizička teorija meteora <i>Saša Nedeljković</i> | 7 |
| 5. Populacioni indeks <i>Vesna Slavković</i> | 14 |
| 6. Odvisnost populacijskega indeksa od radialne zenitne razdalje <i>Suzana Veron</i> | 16 |
| 7. Upoređivanje dva metoda za računanje ZHR <i>Vjera Miović</i> | 21 |
| 8. Određivanje fragmentacionih parametara iz fotografskih i video posmatranja meteora <i>Marija Vucelja</i> | 28 |
| 9. Poskus opazovanja padcev malih kometov na Luni <i>Nikolaj Štrilof</i> | 32 |
| 10. Opazovanje meteorjev z videokamero <i>Igor Grom</i> | 36 |
| 11. Fotografiranje meteorjev <i>Uroš Čotar</i> | 40 |
| 12. Koledar meteorske aktivnosti za drugo polovico 1997 in leto 1998 <i>Mihaela Triglav</i> | 44 |
| 13. Neuradno poročilo <i>Stanka Hribar</i> | 54 |
| 14. Udeleženci | 57 |
| 15. Priloga A: Opisi bolidov zbrala <i>Mihaela Triglav</i> | 59 |
| 16. Priloga B: Tabele ZHR | 65 |
| 17. Priloga C: Grafi ZHR | 70 |

1. Aktivni meteorski roji v času tabora *Alja Bajc*

V času tabora smo opazovali različne meteorske roje. Pri obdelavi podatkov smo potrebovali njihove najosnovnejše značilnosti (pripadnost roju, magnitudo, dolžino meteorja v stopinjah, čas trajanja, kotno hitrost ...). Za izračun ZHR-a smo uporabili tudi podatke za pozicijo radianta, le-ta pa se premika po nebu vzporedno z ekliptiko. Ta znaša približno eno stopinjo na dan, ker Zemlja opravi 360 stopinj v 365-ih dneh. Podatke, ki so vidni v tabeli 7, sem za vsak dan izračunala iz tabele, ki sem jo našla v *IMO Handbook for visual meteor observers*.

| | |
|---------------------|--|
| Obdobje vidljivosti | 15. 7. do 25. 8. |
| Maximum | 9. 8. $\lambda_{\odot} = 136^{\circ}$ |
| Položaj radianta | $\alpha = 335^{\circ}$, $\delta = -5^{\circ}$ |
| Populacijski index | 3.4 |

Tabela 1: Severni δ Akvaridi (NDA)

| | |
|---------------------|---|
| Obdobje vidljivosti | 12. 7. do 19. 8. |
| Maximum | 28. 7. $\lambda_{\odot} = 125^{\circ}$ |
| Položaj radianta | $\alpha = 339^{\circ}$, $\delta = -16^{\circ}$ |
| Populacijski index | 3.2 |

Tabela 2: Južni δ Akvaridi (SDA)

| | |
|---------------------|--|
| Obdobje vidljivosti | 11. 8. do 31. 8. |
| Maximum | 20. 8. $\lambda_{\odot} = 147^{\circ}$ |
| Položaj radianta | $\alpha = 327^{\circ}$, $\delta = -6^{\circ}$ |
| Populacijski index | 3.2 |

Tabela 3: Severni ι Akvaridi (NIA)

δ Akvaridi:

Pri vizualnem opazovanju nismo znali določiti pripadnosti roju, ker imajo meteorji podobno hitrost in se radianti nahajajo preblizu skupaj. Zato smo si za izračun ZHR izbrali meteorje, kot da so vsi pripadniki severnih NDA, ki so imeli maksimum 8.8.1997.

| | |
|---------------------|---|
| Obdobje vidljivosti | 25. 7. do 15. 8. |
| Maximum | 5. 8. $\lambda_{\odot} = 132^{\circ}$ |
| Položaj radianta | $\alpha = 333^{\circ}$, $\delta = -14^{\circ}$ |
| Populacijski index | 2.9 |

Tabela 4: Južni ι Akvaridi (SIA) ι Akvaridi:

Število opaženih meteorjev ni nikoli veliko. Roj vsebuje veliko majhnih delcev, ki povzročajo šibke meteorje, zato je svetlih meteorjev v roju malo.

| | |
|---------------------|---|
| Obdobje vidljivosti | 3. 7. do 15. 8. |
| Maximum | 30. 7. $\lambda_{\odot} = 127^{\circ}$ |
| Položaj radianta | $\alpha = 307^{\circ}$, $\delta = -10^{\circ}$ |
| Populacijski index | 2.5 |
| Matični komet | Adioniz ali 45P Honda-Mrkos-Pajdušakova |

Tabela 5: Kaprikornidi (CAP)

Meteorski roj Kaprikornidov vsebuje veliko svetlih meteorjev, ki so počasni in zelo dolgi. Število opaženih meteorjev je majhno.

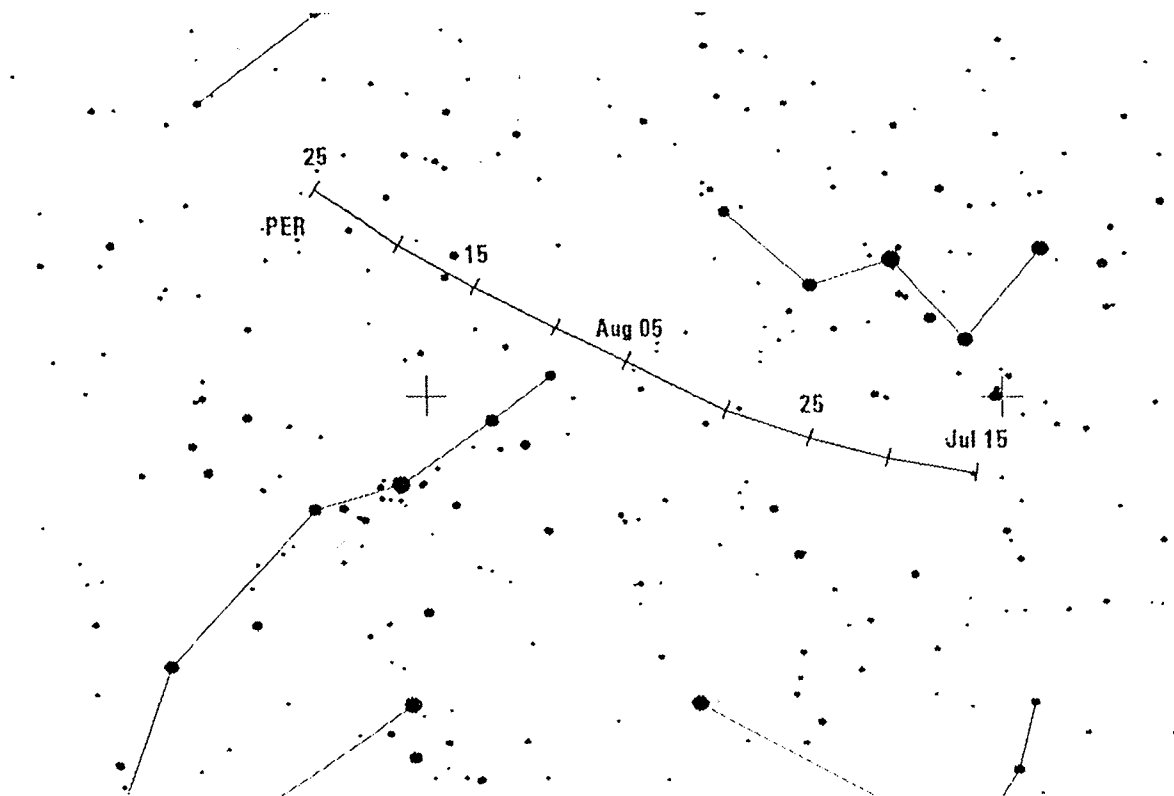
Roj Perzeidov je znan po zelo hitrih in svetlih meteorjih. Ima dva maksimuma, primarnega in sekundarnega. Primarni maksimum je starejša komponenta roja in se pojavi približno 12 ur za sekundarnim maksimumom. Ob primarnem maksimumu je ZHR 90, ob sekundarnem maksimumu pa je ZHR med 100 in 120, hkrati pa je zanj značilno tudi to, da ima večje število holidov.

| | |
|---------------------|--|
| Obdobje vidljivosti | 17. 7. do 24. 8. |
| 1. maximum | 12.8. $\lambda_{\odot} = 139^{\circ}$ |
| 2. maximum | 12.8. $\lambda_{\odot} = 140^{\circ}$ |
| Položaj radianta | $\alpha = 46^{\circ}$, $\delta = +57^{\circ}$ |
| Populacijski index | 2.6 |

Tabela 6: Perzeidi (PER)

| Datum | CAP | | AQR | | PER | | KCG | |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | α | δ | α | δ | α | δ | α | δ |
| 7.8.1997 | 315° 7° | | 333° 6° | | 39° 57° | | 283° 58° | |
| 8.8.1997 | 316° 7° | | 334° 5° | | 41° 58° | | 284° 58° | |
| 9.8.1997 | 317° 6° | | 334° 5° | | 42° 58° | | 284° 58° | |
| 10.8.1997 | 318° 6° | | 335° 5° | | 43° 58° | | 284° 58° | |
| 11.8.1997 | | | 336° 5° | | 44° 58° | | 284° 58° | |
| 12.8.1997 | | | 337° 5° | | 46° 58° | | 284° 58° | |
| 13.8.1997 | | | 337° 4° | | 47° 59° | | 285° 59° | |
| 14.8.1997 | | | 338° 4° | | 49° 59° | | 285° 59° | |

Tabela 7: Premikanje radiantov aktivnih meteorskih rojev v času labora.



Slika 1: Premikanje radianta Perzeidov

2. Opazovanje meteorjev *Stanka Hribar*

Prva noč na Javorniku (7/8.8.1997) nas je rahlo razočarala, saj so nebo prekrivali oblaki, tako da je šele naslednja izpolnila naša pričakovanja.

V noči z osmega na deveti avgust smo od 20.45 UT pa do 02.16 UT opazili 416 meteorjev, skupni efektivni čas opazovanja pa je trajal 13,06h. Najsvetlejši meteorji so bili Perzeidi, zabeležili pa smo tudi deset bolidov. Največ meteorjev je opazila Marija, in sicer kar 155 od 21.00 UT pa do 02.16 UT.

Zvezde so nam v noči z devetega na deseti avgust zopet zakrili oblaki, skozi katere so se meteorji le s težavo prebili. Pričakovali smo, da jih bomo zaradi slabe vidljivosti videli manj kot prejšnjo noč, toda zaradi bližanja maksimuma Perzeidov, se je njihovo število občutno povečalo. Našteli smo jih kar 711. Skupni efektivni čas desetih opazovalcev je trajal 16,55h, z začetkom ob 21.20 UT in koncem ob 02.37 UT. To noč smo opazili šest bolidov, najsvetlejši meteorji pa so bili Perzeidi. Najdalj časa je pod zvezdami vztrajala Vesna, največ meteorjev pa je zabeležila Marija (358).

To noč (10/11.8.1997) smo kljub povečani aktivnosti Perzeidov opazili le 175 meteorjev, saj je bila noč delno oblačna in neugodna za opazovanje meteorjev, kar se vidi tudi v skupnem efektivnem času, ki je trajal le 5,6 h. Za opazovanje je bil primeren le prvi del noči, in sicer od 21.40 UT do 22.51 UT. Najsvetlejši meteorji so bili Perzeidi, a tudi ti so le redko presegle magnitudo 0.

V noči z enajstega na dvanajsti avgust se je zjasnilo, hkrati pa se je še povečala aktivnost Perzeidov, ki so imeli proti jutru (8.00 UT, 12.8.) svoj maksimum. Skupni efektivni čas enajstih opazovalcev, ki smo opazovali od 21.35 UT do 02.52 UT, je bil 25,2h, zabeležili pa smo neverjetnih 1244 meteorjev. Tudi to noč so bili najsvetlejši Perzeidi.

To noč (12/13.8.1997) so bili meteorji zelo svetli, proti jutru pa sta nebo osvetlila dva bolida -5 magnitode. Eden od njiju je bil Perzeid in smo ga celo ujeli na kamero, drugi pa je bil sporadičen. Meteorje smo opazovali od 22.42 UT pa do 02.58 UT. Osem opazovalcev je imelo skupni efektivni čas 13,7h, zabeležili so 929 meteorjev.

Naša zadnja noč s trinajstega na štirinajsti avgust je bila jasna in primerna za opazovanje, ki smo ga pričeli ob 22.05 UT in ga končali ob 02.35 UT, kar je zneslo 14.23h skupnega efektivnega časa opazovanja. Našteli smo 790 meteorjev, proti jutru pa so nebo osvetlili še bolidi.

V dneh od 7.8.1997 pa do 14.8.1997 smo opazili 4265 meteorjev, in sicer v 88.72 efektivnih urah opazovanja. Na noč smo v povprečju videli 711 meteorjev in imeli približno petnajst ur opazovanja. Skupno smo videli 19 različnih bolidov. Želimo si lahko samo še več takšnih opazovanj.

V prilogi A so podani podatki o bolidih, v prilogi B tabele izračunanih ZHR z grafi v prilogi C. Izračuni ZHR so bili večinoma narejeni na Poletnem mladinskem astronomskem taboru, zahvala gre udeležencema Alešu Česnu in Gašperju Dajčmanu.

3. Zgodovina Perzeidov *Gabrijela Triglav*

Dvatisoč let opazovan meteorski roj Perzeidov se ni veliko spremenil, od takrat, ko so ga prvič opazili. Ravnina orbite Perzeidov je nagnjena pod velikim kotom glede na ekliptiko, to pa meteoroidni potok štiti pred močnimi planetarnimi gravitacijskimi vplivi. Širši javnosti so Perzeide predstavili Irci, ki so jih poimenovali „Tears of St. Lawrence“, ker se pojavljajo v obdobju okrog 10. avgusta (aktivnost Perzeidov je od 17. julija do 24. avgusta).

Šele leta 1934 so začeli Perzeide sistematično opazovati. Tako so leta 1848 opazili povečano frekvenco meteorjev (13 let pred prihodom starševskega kometa), podobno kot se je povečala frekvenca leta 1980 (12 let pred ponovnim prihodom kometa). Starševski komet *109 P/Swift-Tuttle (1862III)* ima obhodno dobo 130 let (1862, 1992), obhodna doba meteoroidnega potoka pa je 120 let.

Ob prihodu očeta kometa v osončje se je poleg standardnega maximuma, ki se lahko raztegne v 24 urno povečanje ($\lambda_{\odot} = 140.1^{\circ} \pm 0.2^{\circ}$ 13. avgust) pojavil še oster sekundarni maksimum ($\lambda_{\odot} = 139.6^{\circ}$ 12. avgust). Sekundarni maksimum se je prvič pojavil leta 1991, torej leto dni pred prihodom kometa v prisočje, točno 12 h pred primarnim maksimumom. To je bil izbruh v pravem pomenu besede, saj je bil ZHR 400 (1.1991), vendar se aktivnost počasi zmanjšuje na ZHR 120 (1.1996), to pa kaže na to, da v prihodnosti določitev obeh maksimumov ne bo več mogoča. Z radarskimi opazovanji so odkrili sekundarni maksimum že v preteklosti: leta 1953-1978 (Onsala), 1958-1987 (Ondřejov) in 1958-1974 (Spring Hill). Sekundarni maksimum povzročajo majhni prašni delci, ki se nahajajo plastovito okoli jedrnega dela prahu.

Z dolgoletnimi opazovanji so dokazali, da so Perzeidi stabilen meteorski roj (IMC Proceedings 1994 Sep. Russia, Ukraina), saj so jih opazovali 22 let (1972-1993). Od vseh opazovanj so bila samo štiri značilno različna. V letih 1980, 1981 je bila aktivnost 1.5-2 krat večja od običajne, kar nam kaže na to, da se v tem delu meteorskega potoka nahaja zgoščenina prašnih delcev. Prav tako sta pomembni leti 1992 in 1993 zaradi prisotnosti komete *P/Swift-Tuttle* in prašnih delcev, ki jih odmetava leta in pušča za sabo v tirnici. Ostale podatke poglej v tabeli.

Analizo sta napravila tudi Rainer Arlt in Jürgen Rendtel leta 1996. S analizo vrisanih meteorjev sta ugotovila, da se je solarna longituda primarnega maksimuma Perzeidov spreminjala iz 139.78° (1988) nazaj na 139.48° (1992) in se spet povečala na 139.66° (1996). Podatki za leti 1992 in 1995 so skopi (polna Luna) in niso koristili statistični obravnavi.

Za Perzeide pa je tudi značilno, da populacijski indeks zelo varira skozi periodo aktivnosti. Pred maksimumom je $r = 2.2$, blizu maksimuma pride do rahlega upada populacijskega indeksa na 2.0-2.1, po maksimumu pa je $r = 3.0$. Vse kaže, da se je masa znotraj potoka značilno razporedila, tako da so majhni delci na zunanji strani. Primarni maksimum je zelo star in zato zelo dokaj razpotegnjen, sekundarni, ki je ostal od prehoda kometa l. 1992 skozi perihelij, pa je ozek.

Literatura

1. IMC Proceedings, International Meteor Organization, 1990-1996.

| | | |
|--------------|--------|--|
| od 1972-1979 | ZHR=71 | $\lambda_{\odot} = 140.36^{\circ}$ primarni maksimum |
| od 1982-1990 | ZHR=71 | $\lambda_{\odot} = 140.36^{\circ}$ |
| l. 1991 | ZHR=98 | $\lambda_{\odot} = 139.83^{\circ}$ |
| l. 1992 | ZHR=78 | $\lambda_{\odot} = 139.45^{\circ}$ |
| l. 1993 | ZHR=78 | $\lambda_{\odot} = 139.45^{\circ}$, v zelo ozkem intervalu je ZHR=225 |

Tabela 8: Aktivnost Perzeidov v preteklih letih

2. WGN, International Meteor Organization, 1990-1997.
3. J. Rendtel, R. Arlt, A. McBeath (ed.): Handbook for visual meteor observers, International Meteor Organization, Potsdam, 1995.

4. Fizička teorija meteora *Saša Nedeljković*

Najjednostavniji fizički model sagorevanja meteora u atmosferi takozvani *Single Body Theory* bazira se na čitavom nizu aproksimacija koje svedoče o složenosti posmatranog procesa. Osnovna fizička svojstva meteoroida, kao krutog tela su njegov oblik (odnosno dimenzije, zapremina), masa, gustina, kao i njegova relativna brzina u odnosu na Zemlju (zanemarićemo brzinu rotacije). Opseg brzina meteorskih tela je između 11 km/s i 72 km/s, naime pretpostavljamo da je reč o telima pripadnicima našeg Solarnog sistema. Brzina od 11 km/s odgovara II. kosmičkoj brzini na visini od 100 km od površine Zemlje, a brzina od 72 km/s odgovara III. kosmičkoj brzini na udaljenosti od 1 AJ plus brzina kretanja Zemlje oko Sunca.

Nakon uletanja meteoroida u Zemljinu atmosferu, do sagorevanja, tj. do pojave meteora dolazi ako su linearne dimenzije meteoroida puno veće od srednjeg slobodnog puta čestica jonosfere. Ako taj uslov nije ispunjen meteorske čestice gube svoju kinetičku energiju usled sudara sa česticama atmosfere, te nakon izvesnog vremena (reda veličine mesec dana) padaju na površinu Zemlje u obliku mikrometeora.

Sudari sa česticama atmosfere dovode do gubitka kinetičke energije meteorskog tela, odnosno do porasta kinetičke energije mikroskopskog kretanja čestica atmosfere, kao i do porasta toplotne energije meteorskog tela. Naravno, reč je o manifestaciji trenja.

Elementarni fizički model tretira atmosferu kao kontinualnu sredinu, dakle ne posmatramo pojedinačne sudare meteoroida sa česticama atmosfere, već nas zanimaju usrednjene makro karakteristike sudarnih procesa.

Osnov teorije su zakoni održanja: polazimo od zakona održanja impulsa. Smanjenje impulsa meteorskog tela, u početnoj fazi pojave uslovljeno je samo promenom brzine (pretpostavka o nepromenljivosti mase). Impuls koji je meteorsko telo izgubilo, proporcionalan je priraštaju impulsa gasa:

$$M dv = -G v dm \quad (1)$$

gde su: M - masa meteorskog tela, dv - promena brzine meteorskog tela, G - koeficijent otpora (izražava koliki se deo impulsa meteorskog tela predaje česticama atmosfere), v - brzina meteora i dm - masa vazduha sa kojom se u vremenu dt sudari meteoroid. U slučaju priraštaja impulsa gasa, kao što se vidi u jednačini 1 zanemarene su promene brzine atmosferskog gasa kojem je predat deo impulsa meteorskog tela, jer je priraštaj impulsa usled promene brzine manji bar za red veličine od priraštaja nastalog promenom mase gasa. Očigledno bi bilo da G uzima vrednosti u intervalu $(0, 1]$, što odgovara nepotpunoj predaji impulsa (odnosno potpunoj predaji gubitka impulsa meteoroida okolnim česticama atmosfere u slučaju $G = 1$), ali zbog reaktivnog impulsa usled znatnijeg prisustva čestica atmosfere koje se odbijaju od površine meteoroida ili isparavanjem nastalih molekula samog meteoroida, G može dosegnuti i vrednosti veće od 1. Najčešće se uzimaju vrednosti za G iz intervala $[0.5, 1.5]$.

Masa vazduha sa kojom se meteoroid sudari u vremenu dt iznosi:

$$dm = \rho_a dV \quad (2)$$

gde je ρ_a - gustina atmosfere na visini na kojoj se odigrava sudar (tj. visini na kojoj se u

datom trenutku vremena nalazi meteorsko telo), a dV - zapremina koju meteor prebriše za vreme dt . Gustina atmosfere ρ na visini h može se odrediti preko barometarske formule:

$$\rho = \rho_0 e^{-\frac{M_l g h}{RT}} \quad (3)$$

ρ_0 - gustina atmosfere na visini $h = 0$ m iznad površine Zemlje (nivo mora), M_l - molarna gustina vazduha, R - molarna gasna konstanta $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{molK}}$, T - temperatura okolne atmosfere i g - gravitaciono ubrzanje na visini h . Gravitaciono ubrzanje na visini h jednostavno se dobija primenom Newtonovog zakona gravitacije:

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 \quad (4)$$

gde je g_0 - gravitaciono ubrzanje na nivou mora ($h = 0$ m) i R - poluprečnik Zemlje. Zapremina koju meteoroid prebriše za vreme dt , krećući se geocentričnom brzinom v , može se izraziti preko površine maksimalnog poprečnog preseka meteorskog tela okomitog na pravac kretanja:

$$dV = S v dt \quad (5)$$

Poprečni presek meteoroida S zavisi od njegovog oblika i smera kretanja (rotaciju smo zanemarili). Ovu veličinu procenjujemo, jer je nedostupna kako neposrednom, tako i posrednom merenju. Uvodimo bezdimenzionalni koeficijent forme A i to kao koeficijent proporcionalnosti između S i zapremine meteoroida V_m :

$$S = A V_m^{2/3} \quad (6)$$

Odnosno uvodeći gustinu meteoroida ρ_m , relacija 6 postaje:

$$S = A \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{2/3} \quad (7)$$

Koeficijent forme A uzima vrednosti oko 1, što se lako može pokazati koristeći jednačinu 6, znajući zapreminu i površinu poprečnog preseka za dati pravac. Na primer, za sferu je $A = 1.21$ (svi pravci su ravnopravni, jer je površina poprečnog preseka sfere, gledana iz bilo kojeg pravca uvek kružnica istog prečnika koji odgovara prečniku sfere), dok za kocku koeficijent forme A uzima vrednosti između 1 i 1.73 u zavisnosti od pravca kretanja. Zamenom jednačina 7 i 5 u jednačinu 2 dobijamo:

$$dm = A \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{2/3} \rho_a v dt \quad (8)$$

odnosno, uzimajući u obzir 1 dobijamo takozvanu balističku jednačinu ili jednačinu kočenja meteora:

$$M \frac{dv}{dt} = -GA \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{2/3} \rho_a v^2 \quad (9)$$

što je zapravo II. Newtonov zakon za kretanje meteoroida kroz atmosferu. Nakon primene zakona održanja impulsa, primenićemo još jedan od osnovnih zakona fizike: zakon održanja energije.

Količinu toplote potrebne da se otopi jedinična masa meteoroida nazivamo specifična toplota ablacije (Z). Da bi otopili masu dM potrebna nam je količina toplote ZdM . Deo smanjenja kinetičke energije meteorskog tela troši se na ablaciju. Specifična toplota ablacije Z zavisi od hemijskog sastava meteorskog tela i uglavnom ima vrednost oko 8 000 000 J/kg, što odgovara gvozdenu i kamenom meteoroidu. Smanjenje kinetičke energije meteoroida proporcionalno je masi gasa dm koju za vreme dt udari meteoroid i kvadratu brzine meteora v :

$$K = \frac{1}{2} v^2 dm \quad (10)$$

Kao što je već rečeno na ablaciju se troši samo jedan deo energije definisane jednačinom 10. Uvešćemo koeficijent prenosa toplote L , koji zapravo definiše koliki se deo kinetičke energije K troši na ablaciju. Očigledno je L u intervalu $(0,1)$, te se obično koristi vrednost $L = 0.5$. Možemo pisati:

$$L = \frac{1}{2} \rho_a S v^3 dt = -Z dM \quad (11)$$

ili u malo prihvatljivijem obliku, koristeći 7:

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{L}{2Z} \rho_a A \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{2/3} v^3 \quad (12)$$

Dobili smo jednačinu ablacije koja nam daje brzinu promene mase meteoroida usled topljenja i isparavanja. Očigledna je proporcionalnost gubitka mase u jedinici vremena sa trećim stepenom brzine meteorskog tela. Takav oblik proporcionalnosti daje nam odgovor na pitanje zašto brži meteori kraće traju, odnosno zašto sporiji meteori duže traju.

Ako dt izrazimo iz jednačine 9 i piknemo u jednačinu 12 dobijamo:

$$\frac{dM}{M} = \frac{L}{2GZ} v dv \quad (13)$$

Jednačina 13 predstavlja diferencijalnu jednačinu sa razdvojenim promenljivima, ako pretpostavimo da G , L i Z ne zavise od mase M i brzine v . Takva diferencijalna jednačina se lako rešava metodom razdvajanja promenljivih, nakon čega se dobija:

$$M = M_0 e^{-\frac{L}{4GZ}(v_0^2 - v^2)} \quad (14)$$

M je trenutna masa meteoroida u trenutku kad se isti kreće brzinom v , M_0 i v_0 su masa i brzina meteorskog tela pre ulaska u atmosferu, respektivno. Problem promene mase sa visinom analitički je rešiv samo pod određenim aproksimacijama. Naime, moramo pretpostaviti konstantnost brzine meteorskog tela, te zamenu $v dt = ds$, kao i $ds = \frac{dh}{\cos(z)}$ gde je dh - priraštaj visine, a z - zenitna daljina radijanta meteora i uvrštavanjem barometarske formule 3 u jednačinu 12, nakon integraljenja dobija se:

$$M = \sqrt[3]{M_0 - \frac{LAv^2TR}{GZ\rho_m^{2/3}M_l \cos z}} \rho_a \quad (15)$$

Pod energijom zračenja meteora podrazumeva se energija koju meteoroid izrači u opsegu elektromagnetnog spektra od 450 nm do 750 nm. Ako je W energija koju izrači meteor u ovom intervalu talasnih dužina elektromagnetnog zračenja, tada je intenzitet zračenja:

$$I = \frac{1}{4\pi} \frac{dW}{dt} \quad (16)$$

Energija koju izrači meteor W proporcionalna je kinetičkoj energiji isparene meteorske materije. Koeficijent proporcionalnosti T nazivamo koeficijent sjaja, i on uzima vrednosti između 0.0003 i 0.02. U opštem slučaju koeficijent T nije konstantan, već zavisi od parametara meteorskog tela (mase, brzine, ...). Još uvek ne postoji teorija koja bi odredila dovoljno tačan oblik zavisnosti T od parametara meteorskog tela, iako postoji nekoliko krajnje uproštenih modela (kao što je Opikov B - model, za slabe meteore brzina većih od 24 km/s), koje daju paradoksalne rezultate, što je posledica krupnih aproksimacija. U konkretnom računu najčešće se uzimaju eksperimentalni oblici zavisnosti koeficijenta T od brzine:

$$T(v) = \begin{cases} 6.04 \cdot 10^{-4}(v - 8.8)^{-0.35}, & \text{za } v \leq 16 \text{ km/s} \\ 0.024(v + 8.8)^{-1}, & \text{za } v > 16 \text{ km/s} \end{cases} \quad (17)$$

gde se v izražava u km/s.

Na osnovu proporcionalnosti izračene energije meteora i kinetičke energije isparene meteorske materije, tj.:

$$dW = T \cdot \frac{1}{2} v^2 dM \quad (18)$$

i relacije 12 dobijamo:

$$I = -\frac{TL}{4Z} A \left(\frac{M}{\rho_m} \right)^{2/3} \rho_a v^5 \quad (19)$$

što predstavlja jednačinu zračenja meteora. Konačno prividnu veličinu meteora dobijamo iz relacije:

$$mg = -14.01 - 2.5 \frac{\ln \frac{I}{s^2}}{\ln 10} \quad (20)$$

gde je s - udaljenost posmatrača od meteora.

Funkcionisanje ovog elementarnog fizičkog modela meteora ilustrovano je programom u programskom jeziku Pascalu, čiji je osnovni algoritam (uz manje previde) napisao gospodin Stanislav Žabić, prema programu gospodice Marine Brozović iz Splita. Program računa promenu osnovnih fizičkih i geometrijskih parametara meteora (visinu, brzinu, masu, intenzitet i magnitudu) svakih 0.005 sekundi, na osnovu zadatih početnih parametara: visine, brzine, mase i zenitne daljine radijanta.

Za račun gravitacionog ubrzanja g na visini h koristi se jednačina 4, za računanje gustine atmosfere na visini h koristi se barometarska formula 3, $dv/dt (= a)$ iz jednačine

9, dm/dt iz 12, vrednosti koeficijenta T iz relacije 17, intenzitet se računa po formuli 19 i magnituda iz izraza 20. U komentarima programa 'Zabac' date su oznake jednačina na osnovu kojih su date linije napisane.

Uzete vrednosti konstanta su: gravitaciono ubrzanje na nivou mora je $g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$, poluprečnik Zemlje $R_Z = 6400000 \text{ m}$, gustina atmosfere na nivou mora $\rho_0 = 0.122 \text{ kg/m}^3$, koeficijent forme $A = 1$, specifična toplota ablacije $Z = 8000000 \text{ J/kg}$, koeficijent prenosa toplote $L = 0.5$, gustina meteoroida $\rho_m = 5000 \text{ kg/m}^3$, temperatura okolne atmosfere $T_k = 200 \text{ K}$, koeficijent otpora $G = 0.9$, molarna masa vazduha $M_l = 0.029 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$ i molarna gasna konstanta $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{molK}}$.

Program Zabac;

```

Const go=9.81; rz=6400000; roa=0.122; t=0.005; A1=1;
  Z=8000000; L=0.5; rok=5000; tk=200;
  gama=0.9; mi=0.029; r=8.134;

Var  v,h,m,zu,tau:real;
  g,ra,a,dv,dh,s,dmdt,is,mg:real;
  i:integer;

Begin
  Writeln('Unesite brzinu [km/s], visinu [km], masu [g] i
    zenitnu udaljenost [st]');
  Readln(v,h,m,zu);
    v:=v*1000; h:=h*1000; m:=m/1000; zu:=zu*pi/180;i:=0;
  Writeln(' Brzina Masa Visina Intenzitet Magnituda');
  While (i<300) and (v>=1500) and (m>=0.00005) Do
  Begin
    i:=i+1;
    g:=go*sqr(rz/(rz+h)); {izraz (4)}
    ra:=roa*exp(-mi*g*h/(r*tk)); {izraz (3)}
    a:=-gama*A1*exp((-1/3)*ln(m))*exp((-2/3)*ln(rok))*ra*sqr(v); {(9)}
    dv:=a*t; v:=v+dv;
    dh:=v*t*cos(zu); h:=h-dh;
    s:=h/cos(zu);
    dmdt:=-L*A1*exp((2/3)*ln(m/rok))*ra*exp(3*ln(v))/(2*Z); {(12)}
    m:=m+dmdt*t;
    If m<=0 then halt(1); {nasilan izlaz iz programa, jer
      negativna masa nema fizickog smisla}
    If v>16000 Then tau:=0.024/(v/1000+8.8)
    Else tau:=6.04E-4*exp((-0.35)*ln(abs(v/1000-8.8)));{(17)}
    is:=tau*L*A1*exp((2/3)*ln(m/rok))*ra*exp(5*ln(v))/(4*Z); {(19)}
    mg:=-14.01-2.5*ln(is/sqr(s))/ln(10); {izraz (20)}
    Writeln(v/1000:8:3,m*1000:8:3,h/1000:9:3,is:12:3,mg:11:3);
  End;
End.
```

Pomoću napisanog programa posmatrane su karakteristike meteora malih, srednjih i velikih početnih brzina, sa početnom visinom 100 km i zenitnom udaljenošću 10° . Rezultati su dati u tabeli 1. Meteor dostiže maksimalnu magnitudu kad utroši između $2/3$ i $3/4$ svoje početne mase.

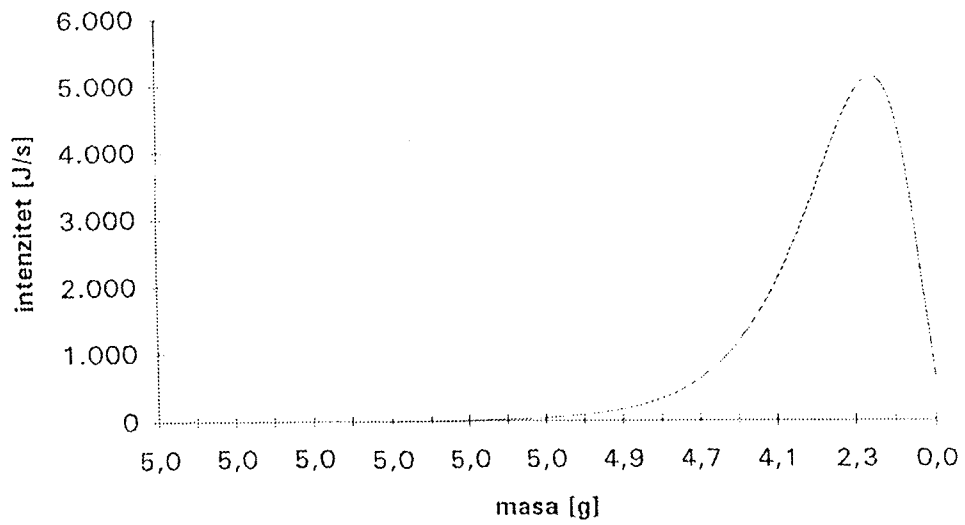
| v_0 | m_0 | mmg_{max} | mg_{max} |
|-------|-------|-------------|------------|
| 20 | 1 | 0.321 | 2.971 |
| 20 | 10 | 2.941 | 0.145 |
| 20 | 20 | 5.844 | -0.715 |
| 40 | 1 | 0.266 | 1.562 |
| 40 | 10 | 2.502 | -1.224 |
| 40 | 20 | 4.686 | -2.061 |
| 60 | 1 | 0.238 | 0.976 |
| 60 | 10 | 2.246 | -1.918 |
| 60 | 20 | 4.758 | -2.747 |
| 60 | 30 | 7.601 | -3.231 |

Tabela 9: Maksimalna magnituda (mg_{max}) i odgovarajuća masa (mmg_{max}) za meteoroidne različite početne brzine i mase.

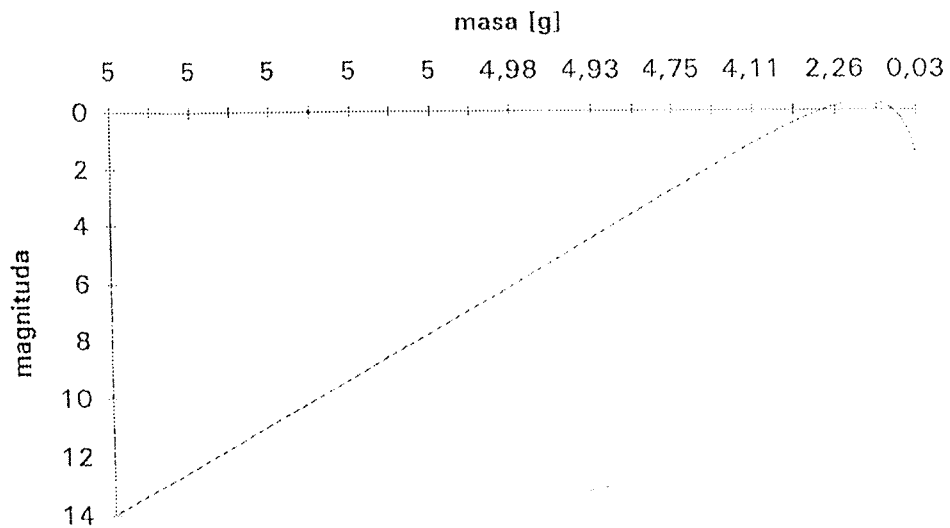
Za početne vrednosti: brzina - 40 km/s, visina 110 km, masa meteoroida - 5 g i zenitna daljina 15° , dobijen je model meteora za koji je na grafiku 2 i na grafiku 3 prikazana zavisnost sjaja od mase i zavisnost magnitude od mase respektivno. Na graficima 1 i 2 masa nije data linearno, već u funkciji od vremena. Jasno se vidi da je najveći intenzitet zračenja meteora kad je utrošeno oko $2/3$ mase meteoroida. Maksimalna magnituda (termin maksimalna nije odgovarajući jer manji broj karakteriše jači bljesak) ne poklapa se u vremenskom smislu sa maksimalnim intenzitetom zračenja, što proizilazi iz jednačine 20. Za ovaj primer maksimalan intenzitet je 5132 J/s, što odgovara masi 1.570 g, dok je maksimalna magnituda -0.320, što odgovara masi od 1.287 g.

Literatura

1. B. Savić: Elementarna fizička teorija meteora, Perseidi 95, ISP, 1995.



Slika 2: Zavisnost sjaja od mase



Slika 3: Zavisnost magnitude od mase

5. Populacioni indeks *Vesna Slavković*

Populacija jednog potoka meteoroida sastavljena je od čestica različitih masa. Kad posmatramo ove meteoroidne kao meteore - ta razlika se ogleda u razlici njihovih magnituda, koje raspoređujemo u klase. Npr. klasa magnituda 0 je interval $[-0.5^\circ, 0.5^\circ]$ čiji je centar u 0° , po kojoj je interval nazvan. Savršeni posmatrač opaziće da je odnos između broja meteora, za svaki par susednih klasa magnituda, približno konstantan. Ovaj odnos naziva se populacioni indeks:

$$r = \frac{\varphi(m+1)}{\varphi(m)} \quad (21)$$

U potoku meteoroida veličina r nije konstantna za sve parove magnituda, ali se za vidljive meteore u intervalu $(6^m, 0^m)$ može smatrati konstantnim u okviru preciznosti vizuelnog posmatračkog metoda. Kako su u potoku meteoroida brojnije sitnije čestice, to znači da će biti brojniji manje sjajni meteori. Njihov broj raste eksponencijalno, po prethodnoj formuli.

U praksi raspodela magnituda izgleda sasvim drugačije. Razlog ovome je u tome što realni posmatrač vidi samo jedan deo od stvarnog broja meteora, a on zavisi od sjaja meteora, sjaja neba i ugaonog rastojanja meteora od centra vidnog polja. Verovatnoća opažanja meteora naziva se verovatnoća percepcije i predstavlja odnos broja viđenih meteora n i stvarnog broja meteora:

$$p = \frac{n}{\varphi} \quad (22)$$

Verovatnoća percepcije zavisi od granične magnituda (lm), magnituda meteora (m), udaljenosti meteora od centra vidnog polja, ugaone brzine, putanje i dužine traga. Pri tome je $\Delta m = lm - m$ prosečna razlika magnituda. Što je veće, to je veća percepcija (meteor više odudara od fona neba). Nalaženje Δm :

1. Razna posmatranja sa raznim graničnim magnitudama, grupišu se u klase širine 0.5^m .
2. Računa se prosečna razlika (Δm_i) po grupi i množi se ukupnim brojem meteora u toj grupi (n_j).

Određivanje populacionog indeksa

Postoje dva načina izračunavanja populacionog indeksa:

1. Izračunavanje r za svakog posmatrača i određivanje srednje vrednosti
2. Pravljenje kolektivne raspodele magnituda i računanje r na osnovu toga

Drugi metod ima dve prednosti:

a) veća količina podataka (od više posmatrača) omogućava veću pouzdanost određivanja r (što je propušteno u prvom metodi, jer nema dovoljno podataka za statističku analizu, za pojedinačne posmatrače)

b) obrađuje se veća količina podataka u smislu većeg broja meteora, koji su videli iskusniji posmatrači. Populacioni indeks dobijen usrednjavanjem svih podataka, na ovaj način, je mnogo tačniji.

Osnovna pretpostavka je da će posmatrač, u slučaju datog r (npr. $r = 3$) naći određenu prosečnu magnitudu meteora (m) pomoću koje se posle dobija r kao $r = r[m, \ln, p(m)]$, tj. $r = [\Delta m, p(\Delta m)]$.

Počinjemo od raspodele po magnitudama i računamo stvaran broj meteora, za svaku klasu magnitudata:

$$\varphi(m) = \frac{n(m)}{p(lm - m)} \quad (23)$$

Ove vrednosti se koriste za izračunavanje kumulativne raspodele magnitudata:

$$\Phi(m) = \sum_{x=-\infty}^m \varphi(x) \quad (24)$$

Odnosno:

$$\Phi(m) = C \cdot r^m \quad (25)$$

Ako poslednji izraz logaritmujemo:

$$\log \Phi(m) = m \cdot \log r + \log C \quad (26)$$

dobijamo linearnu zavisnost, koristeći metodu najmanjih kvadrata, možemo izračunati desnu stranu izraza, pomoću $\Phi(m)$ dobijenog iz posmatranja.

Odnosno imamo:

$$\log \Phi(m) = a \cdot m + b \quad (27)$$

gde je: $a = 10^r$.

Tačnost populacionog indeksa zavisi od broja meteora koji su uključeni u raspodelu magnitudata. Rezultujuće vrednosti r pokazuju Gauss-ovu raspodelu.

Literatura

1. E. Bojurova: Population Index Determination on the Basis of Data Obtained by a Small Groups of Observers, Proceedings of the IMC Belgradchik 1994, IMO, 1994, str. 44-50.
2. R. Koschack, J. Rendtel: Determination of Spatial Number Density and Mass Index from Visual Meteor Observations, WGN, International Meteor Organization, august 1990.
3. J. Rendtel, R. Arlt, A. Mc Beath: IMO Handbook For Visual Meteor Observers, IMO, Potsdam, 1995.
4. S. Žabić et al.: Perscidi Vol.1, ISP, Valjevo, 1993, str. 29-30.

6. Odvisnost populacijskega indeksa od radialne zenitne razdalje *Suzana Veren*

Uvod

V analizi roja meteorjev je eden najpomembnejših parametrov *populacijski indeks* r , ki nam da informacijo o masni razporeditvi znotraj roja. Številsko gostoto ρ meteoroidov izračunamo iz r in ta je močno odvisna od natančnosti r . Zato pri izpeljavi profila gostote potrebujemo njegovo zanesljivo vrednost.

Populacijski indeksi morajo biti neodvisni od opazovalnih pogojev in predstavljajo prostorsko razporeditev delcev v roju. Globalna analiza Quadrantidov leta 1992 je porodila pomembno vprašanje: ali je vrednost r odvisna od zenitne razdalje radianta? Če je to res, moramo korigirati vrednosti r , dobljene iz opazovanj, ker bi bili sicer populacijski indeksi odvisni od zunanjih okoliščin.

Analiza Rendtela kaže naraščanje r iz $r = 2.1$ do $r = 2.4$ v časovnem intervalu samo šestih ur. Avtor predvideva, da ne gre za spremembe znotraj roja, ampak je bolj verjetno rezultat odvisen od zunanjega kota vstopa meteoroida v atmosfero. Ta hipoteza sloni na dejstvu, da je radiant spremenil zenitno razdaljo od 70° do 30° .

Najprej moramo ugotoviti svetilnost kot funkcijo vstopnega kota v atmosfero. Primerjali bomo meteorje, ki imajo različne zenitne razdalje radianta, ostale lastnosti pa imajo enake.

Načeloma je r odvisen od zenitne razdalje radianta. Če je $z_R \neq 0^\circ$, meteoroid poišče pot, po kateri je gradient atmosferske gostote manjši, kot v primeru $z_R = 0^\circ$. Posledica je počasnejše izgubljanje mase in delec seva manj energije v vizualni del spektra.

Obravnavali bomo fizikalno teorijo meteorjev in korekcijo populacijskega indeksa, ko je $z_R \neq 0^\circ$.

Medsebojni vpliv med meteoroidom in atmosfero

Za izračun magnitude m meteoroida z maso M , ki se giblje s hitrostjo v in vstopa v atmosfero pod kotom z_R glede na normalo, potrebujemo svetilnost I . Enačba za izsev telesa je:

$$I = \tau \left(-\frac{dM}{dt} \right) \frac{v^2}{2}. \quad (28)$$

Brezdimenzionalni koeficient τ se imenuje energijski izkoristek, običajno ima vrednost med $3 \cdot 10^{-4}$ in $2 \cdot 10^{-2}$. Eksperimentalna določitev τ je

$$\tau(v) = \begin{cases} 6.04 \cdot 10^{-4} (v - 8.8)^{-0.35} & \text{če je } v \leq 16 \text{ km/s} \\ 0.024 (v + 8.8)^{-1} & \text{če je } v > 16 \text{ km/s} \end{cases}, \quad (29)$$

kjer je v v km/s.

Iz enačbe 28 vidimo, da potrebujemo še $\frac{dM}{dt}$ in trenutno v , da dobimo I .

Gibalna enačba za eno telo je

$$M \frac{dv}{dt} = -\Gamma S \rho v^2, \quad (30)$$

kjer je S prečni presek meteoroida in ρ gostota atmosfere, Γ pa je koeficient upora. Zmanjševanje mase nam izraža enačba

$$\frac{dM}{dt} = -\Lambda \frac{S\rho v^3}{2Q}, \quad (31)$$

kjer je Λ koeficient toplotne prevodnosti in Q latentna toplota pri izparitvi.

Z namenom, da bi eliminirali S iz enačbe 3 in 4, vpeljemo faktor A , definirano z

$$A = \frac{S}{V^{\frac{2}{3}}} = SM^{-\frac{2}{3}}\delta^{\frac{2}{3}},$$

kjer je δ gostota in V volumen delca. Tako dobimo tri osnovne enačbe:

$$I = \tau \left(-\frac{dM}{dt} \right) \frac{v^2}{2}; \quad (32)$$

$$\frac{dv}{dt} = -\Gamma A \delta^{-\frac{2}{3}} \rho M^{-\frac{1}{3}} v^2; \quad (33)$$

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{\Lambda A}{2Q} \delta^{-\frac{2}{3}} \rho M^{\frac{2}{3}} v^3. \quad (34)$$

Višina meteorja nad Zemeljsko površino h , je dana z naslednjim dodatnim pogojem:

$$\frac{dh}{dt} = -v \cos z_R. \quad (35)$$

Koeficienta Γ in Λ igrata pomembno vlogo, ker opisujeta medsebojne vplive med atmosfero in meteoroidom. Γ nam predstavlja delež energije, ki se pretvori v kinetično energijo atmosfere, Λ pa energijo, ki se porabi za izparevanje meteorja. Učinkovitost tega procesa je odvisna npr. od števila atmosferskih in izhlapljenih molekul pred meteoroidom. Ko je to število dovolj veliko, se odbite in izhlapljene molekule zgostijo in tvorijo ščit okoli meteoroida. To zniža Γ in Λ . V splošnem lahko pišemo:

$$\Gamma = \alpha_{\Gamma} \Gamma_{\infty};$$

$$\Lambda = \alpha_{\Lambda} a_e,$$

kjer sta α_{Γ} aerodinamični in α_{Λ} toplotno zaščitni koeficient. Γ_{∞} je vrednost Γ v odsotnosti ščita. a_e je prilagoditveni koeficient, ki je enak:

$$a_e = \frac{(3 + \mu_{*})\mu_{*}}{(1 + \mu_{*})^2},$$

kjer je $\mu_{*} = \frac{\mu_a}{\mu_m}$ razmerje relativnih mas atmosferskih in meteorskih molekul.

Če je termična hitrost \bar{v}_r veliko manjša od hitrosti meteoroida v , so trki med odbitimi in prihajajočimi molekulami pogostejši in povprečna prosta pot l_r (povprečna pot med dvema trkoma) je manjša kot v primeru, če trkajo med sabo v glavnem samo odbite molekule. Povprečna prosta pot je enaka

$$l_r = \frac{\bar{v}_r}{n_i v \sigma_0},$$

kjer je n_i številska gostota in v hitrost prihajajočih molekul, σ_0 presek za trk za atmosferske molekule ($\sigma_0 = 4.28 \cdot 10^{-15} \text{cm}^2$) in

$$\bar{v}_r = \left(\frac{8kT}{\pi m_a} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (36)$$

k je Boltzmannova konstanta, m_a pa je masa atmosferske molekule. Knudsovo število je definirano kot

$$Kn = \frac{l_r}{R} = \frac{\bar{v}_r}{n_i v \sigma_0 R}. \quad (37)$$

$$\Gamma = \Gamma_0 + (\Gamma_\infty - \Gamma_0)\Phi(x).$$

Γ_0 in Γ_∞ predstavljata vrednosti Γ , ko je $Kn = 0$ in $Kn = \infty$. V primeru sfere je $\Gamma_0 = 0.46$ in $\Gamma_\infty = 1.15$. V zgornji enačbi sta x in Φ definirana z

$$x = \frac{\log Kn + a_*}{\sigma_*}.$$

$$\Phi(x) = \frac{1}{2} \left(1 + \operatorname{erf} \frac{x}{\sqrt{2}} \right).$$

$$\operatorname{erf}(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-t^2} dt,$$

kjer je $a_* = 0.88 \pm 0.26$ in $\sigma_* = 0.77$ za vsako telo.

Če je $Kn \geq 3$, se meteoroid premika po *prvem režimu trkov*. V tem režimu so učinkoviti samo trki atmosferskih molekul, ki se odbijejo ob površino telesa, in prihajajočih molekul. α_Λ lahko dobimo iz formule

$$\alpha_\Lambda = 1 - \epsilon \sqrt{\frac{8}{\pi}} \frac{1}{Kn} \frac{g'_\Lambda}{g_{0\Lambda}},$$

kjer so $g_{0\Lambda}$ energijski pretok v odsotnosti ščita, g'_Λ prirastek ob prvih trkih in ϵ parameter, določen z eksperimenti ($\epsilon = 1.6$).

Če je Kn manjši od 3 in ρR manjši od $5 \cdot 10^{-8} \text{g/cm}^2$, se meteor premika v *prehodnem režimu*. V tem režimu trki izhlapljenih molekul z atmosferskimi molekulami niso več zanemarljivi in

$$\alpha_\Lambda = \frac{1}{1+k}, \quad (38)$$

kjer je

$$k = \bar{\eta} \zeta \frac{a_e}{2Q} \mu_* v^2. \quad (39)$$

$\bar{\eta}$ je delež izhlapljenih molekul, ki so udeležene v ščitu. Odvisen je od $\frac{l_e}{R}$. l_e je povprečna prosta pot izhlapljenih molekul

$$l_e = \frac{\bar{v}_e}{n_i v \sigma_d}.$$

\bar{v}_c izračunamo po enačbi 9, tako da pišemo m_m namesto m_a . Presek za trk meteoroidnih molekul je enak $\sigma_d = 5.16 \cdot 10^{-11} v^{-0.8}$, če je v v cm/s. Bronshten nam da vrednosti $\bar{\eta}$ za sfero, če je $1/8 \leq \frac{l_c}{R} \leq 4$. Če je ta skala premajhna, aproksimiramo $\bar{\eta}$ z

$$\bar{\eta} = \begin{cases} 0.488 \left(\frac{l_c}{R}\right)^{-1/4}, & \text{če je } \frac{l_c}{R} \leq 1/8 \\ 0.302 \left(\frac{l_c}{R}\right)^{-5/3}, & \text{če je } \frac{l_c}{R} > 4 \end{cases} \quad (40)$$

Faktor ζ , ki se pojavlja v enačbi 39, upošteva dejstvo, da delci nasproti porivajo nekatere trkajoče molekule in jim predajajo kinetično energijo. Približno je $\zeta = 0.33$.

Meteoroidi so v režimu *močnega izparevanja*, ko je Kn manjši od 3 in $\rho R \geq 5 \cdot 10^{-8} \text{g/cm}^2$. Za cilindrična telesa se izkaže, da vrednost koeficienta Λ zadošča enačbi

$$\Lambda = e^{-\Lambda \frac{\zeta v^2}{3Q}}. \quad (41)$$

Ta scenarij je daleč od popolnega. Skala $5 \cdot 10^{-10} \text{g/cm}^2 \leq \rho R \leq 5 \cdot 10^{-8} \text{g/cm}^2$ ni opisana z nobenim zadovoljivim modelom. Bronshten navaja uporabo enačb 38 in 39, ko je ρR manjši od $5 \cdot 10^{-8} \text{g/cm}^2$, toda to nam prinese nezveznosti v Λ , ko se delec začne premikati v režimu močnega izparevanja, in zgrešimo enačbo 41. Še več, oblika meteoroida se lahko zelo razlikuje od cilindra.

Korekcija populacijskega indeksa

Populacijski indeks je definiran kot

$$r = \frac{N(M)}{N(M+1)},$$

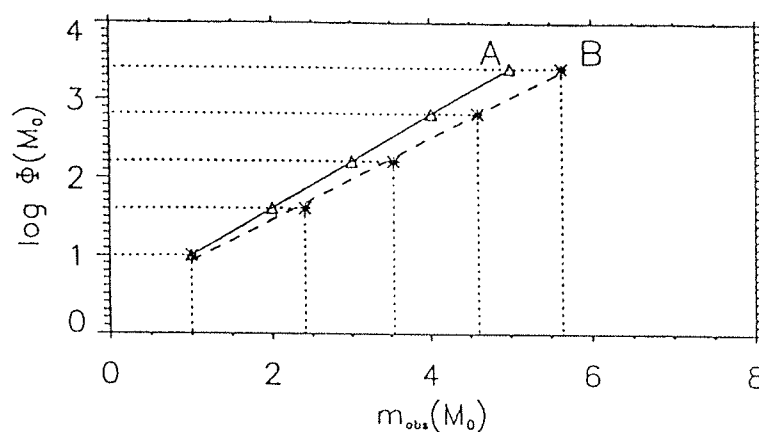
kjer je $N(M)$ število meteoroidov z magnitudo M . Graf nam kaže odvisnost r od z_R . Predstavljajmo si dva idealna opazovalca, ki opazujeta isti roj ob istem času, vendar na različnih krajih. Opazovalec A vidi radiant z $z_R = 0^\circ$ in opazovalec B z $z_R = 70^\circ$. Na grafu vidimo njuni magnitudni razporeditvi. Začetna hitrost meteoroida je $v_0 = 41 \text{km/s}$. Kumulativno število meteoroidov za vsako masno skupino, $\Phi(M_0)$, je izračunan za $r(z_R = 0^\circ) = 4.00$. Graf opazovalca B je premaknjen v levo, tako da začetni točki obeh grafov sovpadata. Graf opazovalca B ima manjši naklon in to pomeni manjši populacijski indeks.

Masni indeks s definiramo tako, da zadošča enačbi

$$\frac{\Phi(M_1)}{\Phi(M_2)} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^{1-s}$$

Za dva meteoroida, ki pripadata istemu roju in imata enako hitrost, velja

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)^h \quad (42)$$



Slika 4: Korekcija populacijskega indeksa

Velja tudi

$$s = 1 + 2.5b \log r. \quad (43)$$

Masni indeks s je karakteristika roja in je neodvisen od z_R . Toda $r = r(z_R)$, sledi $b = b(z_R)$ in b zadošča enačbi

$$1 + 2.5b(0^\circ) \log r(0^\circ) = 1 + 2.5b(z_R) \log r(z_R)$$

in tako imamo metodo za korekcijo populacijskega indeksa r , če je $z_R \neq 0^\circ$:

$$r(0^\circ) = r(z_R)^{\frac{b(z_R)}{b(0^\circ)}}. \quad (44)$$

Z naraščajočim z_R narašča tudi b in tako lahko s semiempirično formulo poiščemo funkcijo $b = b(z_R, v_0)$. Povprečje \bar{b} nam kaže značilna obnašanja rojev, za korekcijo populacijskega indeksa pa potrebujemo natančno vrednost.

Literatura

1. WGN, International Meteor Organization, februar 1994.

7. Upoređivanje dva metoda za računanje ZHR Vjera Miović

Uvod

Kada više posmatrača na različitim krajevima sveta posmatra isti meteorski roj u otprilike isto vreme, njihovi rezultati (broj opaženih meteora u jednom satu) se obično znatno razlikuju. Razlike u broju opaženih meteora su posledica različitih okolnosti pod kojima se posmatra. Na primer, posmatrač pod savršeno vedrim nebom, kome je radijant blizu zenita, videće mnogo više meteora nego onaj kome oblačnost smeta da vidi manje sjajne meteore, ili kome je radijant bliže horizontu.

Da bi različiti rezultati mogli da se uporede, treba ih svesti na neke standardne uslove. Zato uvodimo pojam zenitne časovne frekvencije, ili ZHR (od engleskog: *Zenithal Hourly Rate*). ZHR je broj meteora iz jednog meteorskog roja koje bi video posmatrač u toku jednog sata, kome bi radijant bio u zenitu, sa graničnom magnitudom 6.5, i uz potpuno vedro nebo.

ZHR je, drugim rečima, jednak broju posmatranih meteora iz jednog roja u nekom vremenskom intervalu T_{eff} , sa uračunatim smetnjama vidnog polja, za posmatrača čija je granična magnituda normalno slabija od 6.5 i kome je radijant na nekoj zenitnoj daljini različitoj od nule:

$$ZHR = \frac{n}{T_{eff}} \cdot F \cdot c \cdot l, \quad (45)$$

gde su:

- n - broj posmatranih meteora u roju
- T_{eff} - efektivno vreme posmatranja (u satima)
- F - popravka za oblačnost ($F = \frac{1}{1-k}$), gde je k deo neba pokriven oblacima u proseku tokom celog posmatranja -realni broj)
- c - popravka za graničnu magnitudu različitu od 6.5
- l - popravka za zenitne daljine različite od 0.

Postoje razni načini za svodenje posmatranih rezultata na ZHR. Ovde će biti upoređena dva metoda, i biće diskutovani rezultati dobijeni njihovim korišćenjem. Jedan je *IMO metod*, koji su razradili R. Koschak i J. Rendtel, a drugi je *Kazan metod*, razraden od strane O. Belkovich i M. Ishmukhametove na Engelhardt Astronomical Observatory, Kazan, Rusija.

IMO metod

Prvo će biti razmotren metod koji koristi IMO. Koristimo formulu 45, pri čemu treba odrediti faktore c i l . Najpre odredimo popravku za graničnu magnitudu, c . Mi bismo

videli c puta više meteora pod nebom sa graničnom magnitudom 6.5, od onog sa stvarnom graničnom magnitudom, lm , t.j.,

$$c = \frac{n_{6.5}}{n_{lm}}. \quad (46)$$

Da bismo odredili c , potrebno je da znamo populacioni indeks r . To je odnos broja meteora magnituda $m + 1$ i broja meteora magnituda m koje prebroji idealni posmatrač, t.j. onaj koji vidi sve meteore koji se pojave (takvih posmatrača najčešće nema, ali se nađe poneki koji je idealan u drugim aspektima). Sa druge strane, taj odnos odgovara sličnom odnosu stvarnih brojeva meteora magnituda $m + 1$ i sjajnijih, i m i sjajnijih. To se može predstaviti kao

$$r = \frac{N'(m+1)}{N'(m)} = \frac{N(m+1)}{N(m)}. \quad (47)$$

Oдавде se može dobiti

$$N(m) = N(0^m)r^m. \quad (48)$$

Iz gornje jednačine, uz malo sređivanja, nalazimo:

$$\frac{N(6^m)}{N(lm - 0.5^m)} = r^{6-(lm-0.5)} = r^{6.5-lm}, \quad (49)$$

pri čemu $N(lm - 0.5^m)$ važi za meteore sjajnije od granične magnituda, a $N(6^m)$ za one sjajnije od 6.5, jer magnitudi klase m odgovara interval magnituda $m \pm 0.5$.

Broj posmatranih meteora je jednak nekom procentu k stvarnog broja meteora. Taj broj k ne zavisi od granične magnituda, što znači da svaki posmatrač vidi jednak procenat stvarnog broja meteora sjajnijih od posmatračeve granične magnituda. Tako imamo

$$\frac{N(6^m)}{N(lm - 0.5^m)} = \frac{\frac{n_{6.5}}{K}}{\frac{n_{lm}}{K}} = c = r^{6.5-lm}, \quad (50)$$

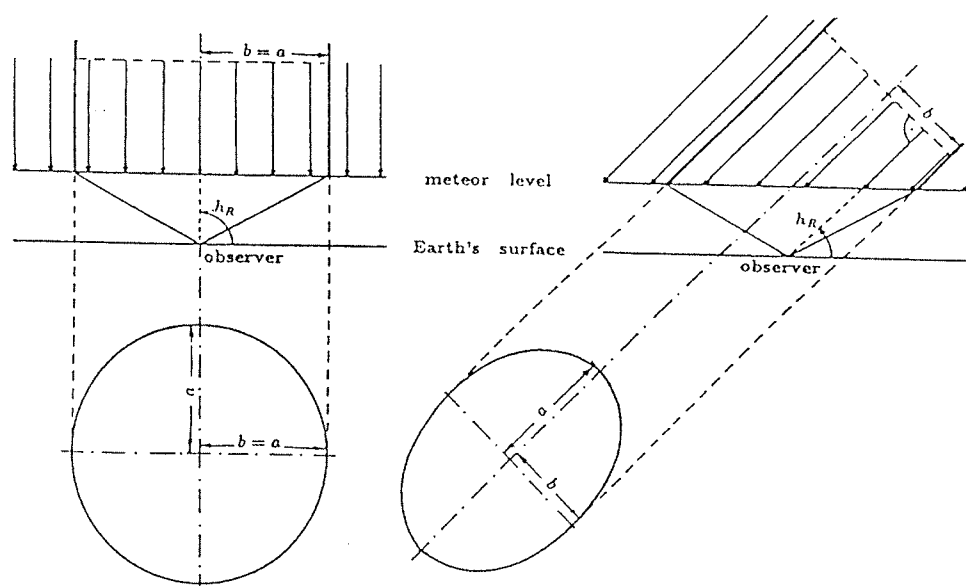
pa je konačno,

$$c = r^{6.5-lm}. \quad (51)$$

Ovako dobijena vrednost za c je tačna ako je populacioni indeks r precizno određen i konstantan, i ako je vrednost granične magnituda za zvezde jednaka graničnoj magnitudi za meteore. Sada treba još odrediti popravku za zenitnu daljinu radijanta, z . Kada bi radijant bio u posmatračevom zenitu umesto na nekoj visini h , posmatrač bi video z puta više meteora, nego što je stvarno opazio:

$$l = \frac{n_{90}}{n_h}. \quad (52)$$

Predpostavimo da je Zemlja stacionarna, i da se čestice meteoroida kreću prema njoj po paralelnim putanjama brzinom v u odnosu na Zemljin centar. U opštem slučaju, kad radijant nije u zenitu, te čestice se ne kreću normalno na horizont, već pod nekim uglom (vidi sliku 5).

Slika 5: Određivanje popravke z

Broj meteora $n(90)$ koji se pojave u vidnom polju u toku jednog sata za posmatrača kome je radijant u zenitu jednak je broju meteora koji prođu kroz cilindar kružnog poprečnog preseka i visine vt ($t = 3600s = 1h$):

$$n_{90} = a^2 \pi vt P, \quad (53)$$

gde je P broj čestica u jedinici zapremine.

Slično se dobija broj meteora $n(h)$ za posmatrača kome je radijant na nekoj visini h , samo što je njemu sad poprečni presek cilindra kroz koji prođu meteori, površina elipse:

$$n_h = ab \pi vt P. \quad (54)$$

Vidimo sa slike 5 da je $\sin(h) = \frac{b}{a}$, pa konačno imamo:

$$l = \frac{1}{\sin h_R}. \quad (55)$$

Poslednja formula važi za visine između 10 i 90°. Za visine manje od 10°, formula 11 postaje komplikovanija, ali, blago nama, time se ovde nećemo baviti.

Tako naša formula za ZHR (pogledati formulu 45, ako smo zaboravili) postaje:

$$ZHR = \frac{n}{T_{eff}} l \sin^{-1}(h_R) r^{6.5-tm}. \quad (56)$$

Kazan metod

U Kazanu je ZHR računato na nešto drugačiji način, preko gustine fluksa meteoroida. Gustina fluksa meteoroida je jednaka

$$\Phi = \frac{n}{ST_{eff}}, \quad (57)$$

gde je n broj meteoroida sa masama većim od neke date mase, S je površina normalna na vektor brzine meteoroida, a T_{eff} je vreme trajanja posmatranja. Pošto su uslovi pod kojima se posmatra različiti, opet rezultate svodimo na slučaj kad je radijant u zenitu. Odnos dve gustine fluksa za mase meteoroida veće od m_1 i m_2 dat je izrazom

$$\frac{\Phi_1}{\Phi_2} = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^{s-1}, \quad (58)$$

gde je s eksponent u zakonu distribucije masa meteoroida, i može se dobiti iz distribucije magnituda meteora, naime,

$$s = 1 + 2.5b \log r, \quad (59)$$

pri čemu je r populacioni indeks, a vrednost za b su dali Koschack i Rendtel kao $b = 0.92$.

Kad smešamo 58 i 59, i uzmemo da je $\Phi_1 = \Phi_z$ i $\Phi_2 = \Phi$, pri čemu indeks z odgovara slučaju kad je zenitna daljina radijanta jednaka nuli, imamo

$$\frac{n_z S'}{n S_z} = \frac{n_z}{n} \cos(z) = \left(\frac{m}{m_z} \right)^{s-1}. \quad (60)$$

Ispostavlja se da, za konstantnu magnitudu meteora, masa meteoroida m zavisi od zenitne daljine radijanta z , na sledeći način:

$$\frac{m}{m_z} = \cos^{-1/b}(z). \quad (61)$$

Tako, kad ubacimo 61 u 60, imamo:

$$n_z = n \cos^{-\frac{s-1}{b}-1}(z) \approx n \cos^{-\frac{s}{b}}(z). \quad (62)$$

Sada se vratimo na jednačinu 58, koja, kad iskoristimo 63, postaje:

$$\Phi_z = \frac{n}{S_z T_{eff} \cos^{s/b}(z)}. \quad (63)$$

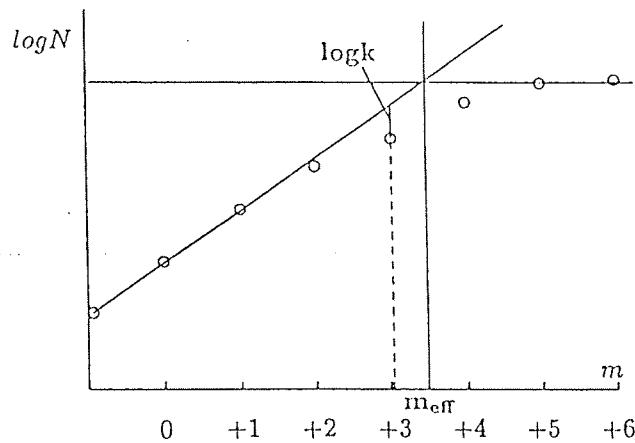
U realnom slučaju ne možemo da vidimo sve meteore (vidi komentar o idealnom posmatraču), pa gornju formulu treba svesti na konstantnu graničnu magnitudu, lm . Za masu meteoroida koja odgovara graničnoj magnitudi lm , 64 glasi:

$$\Phi_0 = \frac{n}{S_z T_{eff} \cos^{s/b}(z)}. \quad (64)$$

Kako je $ZHR = \Phi_0 S_z$, dobijamo da je

$$ZHR = \frac{n}{T_{eff}} \left(\frac{m_z}{m_{lm}} \right)^{\frac{s-1}{b}} \cos^{-\frac{s}{b}}(z). \quad (65)$$

U Kazanu se u poslednju jednačinu uračunavaju još neke popravke za mesečinu (ovde ne mislimo na čuvenu pesmu iz filma „Underground“, mada se i ona pevala prilikom posmatranja), i još neke nepoznate faktore, pa jednačina 66 dobija svoj konačan oblik:



Slika 6: Kumulativna raspodela magnituda meteora

$$ZHR = \frac{n}{T_{eff}} q \cos^{-\frac{z}{b} + c}(z) \left(\frac{m_z}{m_0} \right)^{\frac{s-1}{b}}, \quad (66)$$

gde m_0 odgovara meteoru magnitude 3, q je popravka za mesečinu, za koju se ispostavilo da je jednaka

$$q = e^{0.4f}, \quad (67)$$

gde je f mesečeva faza. Popravka c u 66 je uvedena da bi se ispravile neke dodatne varijacije, i nađena je iz analize tri meteorska roja, Perseida, Geminida i Leonida. Za Perseide ona iznosi 0.10 ± 0.01 .

Poređenje

Ostaje nam da uporedimo dobijene jednačine za ZHR pomoću navedena dva metoda. Jednačine 56 i 66 se razlikuju u sledećem:

1. stepeni za $\sin h = \cos z$ su različiti, zbog toga što IMO metod ne uračunava magnitudu meteora kao funkciju zenitne daljine meteora;
2. U Kazan metodu je

$$\left(\frac{m_z}{m_0} \right)^{\frac{s-1}{b}} = e^{-k}. \quad (68)$$

m_0 odgovara magnitudi meteora 3, a k se dobija iz kumulativne raspodele magnituda (vidi sliku 6). U IMO je

$$\left(\frac{m_z}{m_0} \right)^{\frac{s-1}{b}} = r^{6.5-lm}, \quad (69)$$

i m_0 odgovara magnitudi 6.5. U principu, ne pravi razliku za koju magnitudo računamo *ZHR*, ali ovi u Kazanu kažu da će greška biti minimalna ako se uzima magnituda blizu efektivne (ova odgovara broju opaženih meteorita bez gubitaka), te zato uzimaju 3;

3. u Kazan metodu postoji dodatni koeficijent koji uračunava mesečinu.

Razlike u rezultatima dobijenim na osnovu gore razmotrena dva metoda trebalo je da budu pokazane na primeru iz jednog posmatranja Perseida, u noći između 12. i 13. avgusta, ali iz tehničkih razloga nismo bili u mogućnosti da isto učinimo. Naime, zbog nedostatka vremena, nismo obradili sve rezultate svih posmatrača, pa nismo ni mogli dobiti korektno rezultate.

Literatura

1. J. Rendtel, R. Arlt, A. McBeath (ed.): Handbook for visual meteor observers, International Meteor Organization, Potsdam, 1995.
2. WGN, International Meteor Organization, april 1997.

Kasnejši dodatek *Mihaela Triglav*

Po taboru sem si vzela čas in šla preštovati vse Perzeide v vseh 88.34 efektivnih urah opazovanj. Tako sem prišla do ogromnih številka za vsak razred sija. Spodaj je podana tabela razporeditve Perzeidov zbranih na celotnem taboru po siju (Tabela 10). Kumulativno število meteorjev pomeni skupno število meteorjev od najsvetlejših do tega razreda v katerem iščemo kumulativno število. Tako je kumulativno število meteorjev v razredu -1^m :

$$2 + 1 + 28 + 105 + 186 = 322.$$

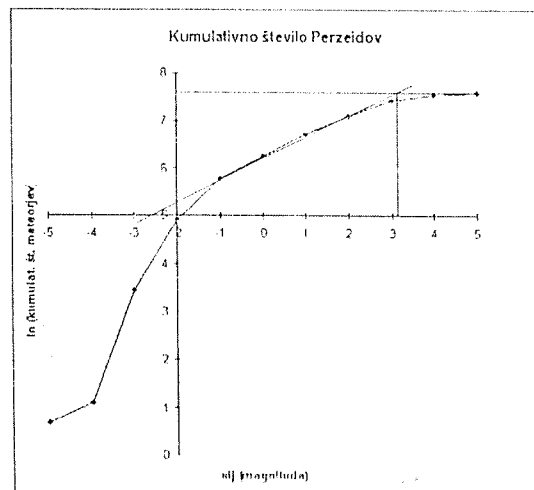
Iz logaritma kumulativnega števila meteorjev glede na razred sija lahko narišemo graf iz katerega dobimo efektivni sij 3.1^m (slika 7). Zakaj to potrebujemo je opisano v predhodnem prispevku Vjere!

Iz te tabele lahko na hitro dobimo tudi populacijski indeks Perzeidov, ki bi ga praviloma morali izračunati že pred samim izračunom *ZHR*. Tako bi morali upoštevati kako se je spreminjal populacijski indeks tekom celotnega tabora in posamezne spremembe upoštevati pri izračunu *ZHR*. Populacijski indeks sem izračunala iz razmerja med kumulativnimi števili dveh razredov (tudi to lahko preberete v kakšnem od prejšnjih prispevkov). Ob uporabi razredov razporeditve po siju v katerih je največ meteorjev in skozi katere tudi potegnemo premico na grafu, to so razredi od sija -2^m do 3^m , sem tako dobila populacijski indeks $r = 1.7^m$ z napako 0.4^m . Ker smo pri izračunu *ZHR* Perzeidov upoštevali vrednost populacijskega indeksa $r = 2.6^m$ je potrebno pri grafih za *ZHR* upoštevati, da je dejanski *ZHR* nekoliko manjši, ker je popravek za mejni sij ob manjšem populacijskem indeksu nekoliko manjši (glej prilogi B in C).

| Sij | Število | Kumulativno število |
|-----------------|---------|---------------------|
| -6 ^m | 0 | 0 |
| -5 ^m | 2 | 2 |
| -4 ^m | 1 | 3 |
| -3 ^m | 28 | 31 |
| -2 ^m | 105 | 136 |
| -1 ^m | 186 | 322 |
| 0 ^m | 202.5 | 524.5 |
| 1 ^m | 307.5 | 832 |
| 2 ^m | 381 | 1213 |
| 3 ^m | 464.5 | 1677.5 |
| 4 ^m | 254.5 | 1932 |
| 5 ^m | 21 | 1953 |

2.37
 1.63
 1.59
 1.46
 1.38
 1.7 ± 0.4

Tabela 10: Razporeditev Perzeidov



Slika 7: Kumulativna razporeditev magnitud

8. Određivanje fragmentacionih parametara iz fotografskih i video posmatranja meteora *Marija Vucelja*

Apstrakt

U ovom članku predstavljen je teorijski uvid u obradu fotografskih i video posmatranja meteora radi dobijanja fragmentacionih parametara. Za opisivanje interakcija meteoroid - atmosfera upotrebljivan je model kvazi-kontinualne fragmentacije. Analiza krivi sjaja, meteora, omogućuje određivanje nekih fragmentacionih parametara, među njima i njihovu gustinu meteoroida. Pomoću sintetičkih krivih meteora, moguće je odrediti glavne karakteristike modela i poboljšavati ga da bi dalja analiza stvarnih posmatračkih podataka bila uspješnija. Takođe je moguće zaključiti o neophodnoj preciznosti merenja (osvetljenosti), da bi se dobili pouzdani rezultati. Ključne reči: elementarna fizička teorija meteora (Single Body theory, SB), kvazi-kontinualni fragmentacioni model (QuasiContinuous Fragmentation model, QCF), gustina meteoroida (bulk density).

Abstract

In this paper, from a theoretical point of view an introduction for data reduction of photographic and video meteor observations to determine fragmentation parameters has been presented. To describe meteoroid - atmosphere interactions a quasicontinuous fragmentation model has been used. Analysis of light curves enables determination of some fragmentation parameters, among them their bulk density, also. By modeling and analysis of sintetical light curves it is possible to derive main characteristic model and improve it, so that the analysis of real observational data would be more accurate. Also it is enables us to determine the observational requirements in accuracy to uniquely distinguish fragmenting behavior. Key words: Single Body theory (SB), QuasiContinuous Fragmentation model (QCF), bulk density.

Uvod

Mogućnosti modela da opiše interakcije meteoroida i atmosfere su još uvek prilično ograničene (fizičke veličine ostaju nesigurno definisane). Srednja gustina meteoroida primenom SB teorije je reda veličine 0.3 g/cm^3 , novijim istraživanjima (podaci su obradivani koristeći QCF model) dobijena je veća vrednost, 3 g/cm^3 [2]. Razlikovanje dobijenih vrednosti gustine meteoroida je uzrokovano korišćenjem različitog fizičkog modela, ablacionih metoda, za opisivanje prolazak meteoroida kroz atmosferu. Sama ova razlika ukazuje na važnost problema. Posmatranjima moguće je dobiti kompetne krive sjaja meteora (intenzitet [mag] versus visina [km] iznad Zemljine površine). Za ovakvu analizu, potreban je podesni fizički model. Za sada su samo dva modela bila isprobana:

1. Elementarna fizička teorija meteora (Single Body Theory, SB theory)

2. Kvazi-kontinualni fragmentacioni model (QCF model)

Kvantitativni pristup predložen od Hawkes-a & Jones-a, opisuje ablaciju slično QCF modelu, ali je daleko komplikovaniji. Za slučaj da se QCF model pokaže nezadovoljavajućim model Hawkes-a & Jones-a bi trebalo uzeti u razmatranje, kao odgovarajuću alternativu. Elementarna fizička teorija je bila prva koja je uspešno primenjena na svetlije meteore, njome se predpostavlja da ne dolazi do fragmentacije pri ulasku u atmosferu. Međutim, postoje dokazi da do fragmentacije pri prolasku kroz atmosferu dolazi [2]. Neko-liko tipova fragmentacije se javlja simultano, najčešći vid je tzv. kvazi-kontinualna fragmentacija (kontinualno odvajanje malih čestica, od glavnog tela meteoroida), što je bio jedan od osnovnih razloga za odabir QCF modela. QCF model opisuje uspešno "luminozno ponašanje" jedne trećine meteora. Dakle, kao što je već rečeno QCF teorija predpostavlja da meteorci gube na ukupnoj masi zbog odvajanja malih fragmenata, koji dalje podležu ablaciji, povinujući se elementarnoj fizičkoj teoriji meteora, koja predstavlja samo specijalan slučaj QCF modela; u stvari jednačine za SB teoriju se mogu dobiti iz QCF modela, kada radii fragmenata teže 0. Gustina meteoroida se može izračunati iz njegovih QCF parametara kada se prihvate, određene predpostavke za druge nepoznate fizičke veličine pre toga. Zato je potrebno poznavati QCF parametre za što više meteora; ne samo da bi se uvećao broj podataka koji podleže statističkoj obradi, već i da bi se došlo do tačnog uvida u to kako čestice koje se odvoje od glavnog tela reaguju sa atmosferom i kakva je njihova struktura. Osnovni materijal, za ovakva posmatranja predstavljaju video i fotografski snimci meteora sa dva punkta (radi određivanja visine meteora nad Zemljinom površinom).

QCF model

Ovde su izložene samo jednačine neophodne za analizu. Ako je ρ atmosferski pritisak na arbitrarnoj tački trajektorije meteoroida, ρ_c gustina atmosfere na mestu završetka meteora kao pojave. Luminozni intenzitet $I(\rho)$, koji prouzrokuje čestica inicijalne mase M_0 , početne brzine (brzine pre ulaska meteoroida u atmosferu) V_0 i upadnog ugla z_R :

$$I(\rho) = \frac{9\tau M_0 V_0^3 \cos z_R \rho}{2H(R_0 R_1)^3} [F_1(\rho)\theta(a - \rho) + R_1^3 F_2(\rho)\theta(\rho - a)\theta(b - \rho) + \frac{F_3(\rho)}{30}\theta(\rho - b)\theta(\rho_c - \rho)] \quad (70)$$

Gde je $\theta(z)$ predstavlja Heavisidovu funkciju (1 ako je $z \geq 0$ inače 0), τ koeficijent luminozne efikasnosti, $H(\rho)$ visina meteoroida, a atmosferska gustina, kada fragmenti koji se odvoje od glavnog tela i potpuno ispare, b atmosferska gustina pri kojoj fragmentacija jenjava, R_0 i R_1 su parametri koji determinišu QCF model:

$$a = \rho_c - R_0$$

$$b = \rho_c - R_1$$

i:

$$F_1(\rho) = \frac{x^2(R_1^3 - y^3)}{3} - \frac{x(R_1^4 - y^4)}{2} + \frac{R_1^5 - y^5}{5}, \quad (71)$$

$$F_2(\rho) = \frac{x^2}{3} - \frac{xR_1}{2} + \frac{R_1^2}{5}, \quad (72)$$

$$F_3(\rho) = x^5, \quad (73)$$

ako je: $x \equiv \rho_e - \rho$ i $y \equiv a - \rho$. R_0 i R_1 parametri zavise od sledećih fizičkih veličina:

$$R_0 = \frac{6Q_\xi M_o^{1/3} \delta_o^{2/3} \cos z_R}{\Lambda' A' H V_o^2} \quad (74)$$

gde je Q_ξ specifična energija fragmentacije, Q specifična energija evaporacije, r radius fragmenata koji su otpušteni tokom QCF-a. δ_o gustina meteoroida, Λ koeficijent transfera toplote, A koeficijent oblika meteoroida, δ, Λ', A' odgovaraju veličine, ali se odnose na fragmente.

Gustina atmosfere na kraju meteorske pojave mora biti procenjena, ρ_e , mora biti procenjena. Pokazuje se da meteor dostiže maksimum osvetljenosti (maksimalnu magnitudu) na ρ_m , između a i b .

$$\rho_e = \rho_m + 0.75R_1 + (\rho_m^2 - 0.0375R_1^2)^{1/2} \quad (75)$$

Veličine ρ_m i M_o se dobijaju iz posmatrane krive sjaja meteora, dok se V_o i z_R dobijaju geometrijskim ili fizičkim metodama, čitalac se upućuje na [1], iz posmatranja sa dva punkta. Da bi se dobila δ_{circ} gustina meteoroida i rb produkt, potrebno je uzeti procenjene, prihvaćene vrednosti za $Q_\xi, Q, \Lambda, \Lambda', A$ i A' [2].

Specijalan slučaj QCF modela predstavlja elementarna fizička teorija meteora. Formule elementarne fizičke teorije meteora se dobijaju iz QCF modela, ako je ispunjen uslov $R_1 \rightarrow 0$ (uslov je ispunjen za fragmente, dovoljno male veličine ili kada je $Q_\xi \approx Q$). Tada se dobija da je:

$$I_{max} = \frac{2\tau M_o V_o^3 \cos z_R}{9H}, \quad (76)$$

$$\frac{2QM_o^{1/3} \delta_o^{2/3} \cos z_R}{\Lambda A H V_o^2} \quad (77)$$

sledi:

$$I(\rho) = I_{max} \frac{9\rho}{4\rho_{max}} \left(1 - \frac{\rho}{3\rho_{max}}\right) \quad (78)$$

SB teorija ima samo jedan slobodan parametar i to je δ_o gustina meteoroida, koji definiše I_{max} i ρ_{max} za posmatrani trenutak.

Analiza krivi sjaja meteora

Luminozno ponašanje meteora može se predstaviti refleksija interakcija meteora sa atmosferom. Kratak pregled procedure bi bio:

1. usvojanje realističnog fizičkog model
2. identifikacija slobodnih parametara modela
3. ispitivanje za koje vrednosti "slobodnih" parametara koji najbolje opisuju eksperimentalne podatke.

Za svaki meteoroid parametri R_0 i R_1 se dobijaju iz krive sjaja, koristeći metod najmanjih kvadrata, na koju su naneseni posmatrane i modelom predvidene magnitude. Kriva nije linearna te se stoga mora upotrebiti neka od iterativnih metoda. Pošto, su ulazni podaci snimci istog meteora sa dve različite lokacije, pored fotometrijskih merenja obradu podataka odlikuju i izračunavanja visine.

Utvrđeno je da se nakon obrade istih merenja SB i QCF modelom, javljaju odstupanja, naime krive se poklapaju, izgledaju pomereno po x -osi (visina metara nad Zemljinom površinom). Preklapanjem krivih utvrđeno [2] da su odstupanja jedne krive od druge 0.1 - 0.2 mag, što i predstavlja neophodnu tačnost merenja. Takode treba istaći da raniji delo atmosfenske trajektorije (pre dostizanja maksimalne magnitude meteora) više odstupa u merenjima osvetljenosti, koja dostižu čak i vrednosti od 1 magnitude. Nalaženje uzroka ovim odstupanjima, omogućiće bolje razumevanje procesa gubitka mase.

Napisani članak predstavlja sažeti uvid u probleme fizičkih modela i jednog od vidova analize video i fotografskih posmatranja. Rezultati nisu priloženi iz nedostatka posmatračkih podataka.

Literatura

1. I. S. Astapovič: *Metcornye yavleniya v atmosfere Zemli*, Gos. Izdat, fiziko - matematičeskoj literatury, Moskva, 1958.
2. L. R. Bellot Rubio: *Determination of Fragmentation Parameters from Photographic and Video Data*, Proceedings IMC Brandenburg, 1995.
3. P. Babadzhanov, G. Novikov, V. Lebedinets, and A. Blokhin: *Method for interpreting meteor observations with an account of fragmentation*. Sol. Syst. Res., 1988.
4. V. Bronshten: *Physics of Meteoric Phenomena*, Reidel, Dordrecht, 1983.
5. D. W. R. McKinley: *Meteor Science and Engineering*, McGraw-Hill Paperbacks, New York, 1961.

9. Poskus opazovanja padcev malih kometov na Luni

Nikolaj Štritof

Louis A. Frank in John Sigwart sta 1981 odkrila temne pege v Zemeljski atmosferi na satelitskih posnetkih v UV svetlobi [1]. Povezala sta jih z oblaki vodne pare na višini od 1000 do 25000 km. Postavila sta hipotezo o malih kometih, ki počasi padajo v naše ozračje. To je zelo razburilo strokovno javnost, ki je tej hipotezi močno nasprotovala. V sredini osemdesetih so pri programu Spacewatch [2] sicer našli dokaj temne objekte v bližini Zemlje, njihova magnituda je bila okoli 19 in oddaljenost okoli 150000 km. Vendar zanesljivih potrditve o obstoju malih kometov niso dobili. Proti hipotezi o obstoju malih kometov govori predvsem dejstvo, da če te ledene kepe premera reda velikosti 10 m padajo proti Zemlji, bi moral prah, ki je gotovo primešan ledu, kot roj meteorjev zažareti v nižjih plasteh ozračja. To je na višini okoli 100 km. Videti bi morali prave male plohe meteorjev. Poleg tega pa bi morali seizmografi na Luni zaznati udarce teh teles [1,3].

Male komete pa sta posnela 1996 in 1997 satelita POLAR in CRISTA- SPAS [1,4]. Posebej presenetljiva je frekvenca malih kometov, na Zemljo naj bi jih padlo od 5 do 30 na minuto [1]. To pomeni, da jih na Luno pade od 0,4 do 2,25 na minuto, ker je površina Lune 13 krat manjša od površine Zemlje. Prevedeno na temno površino Lune ob prvem ali zadnjem kraju, bi morali videti blisk na temnem delu povprečno vsakih 11 minut. Magnituda bliskov bi morala biti okoli 7. Če smo malo pesimistični je magnituda bliskov verjetneje med 9. in 10. magnitudo. Bliski so v resnici svetlejši, toda oko potrebuje nekaj časa, da pojav zazna. Trajanje bliskov pa je reda velikosti 1/1000 sekunde. Zato tako konservativna ocena.

Luno sem opazoval 8. na 9. avgusta s C8 pri 110 kratni povečavi, zapisovala mi je Stanka Hribar. Pokazalo se je, da je opazovanje temne strani Lune zelo naporno za oko. Lunina ploskev je prekrivala celotno zorno polje. Izkazalo se je, da s popolno koncentracijo lahko gledamo samo osrednji del polja, ki ima premer približno 1/3 celotnega zornega polja. S tem se zelo zmanjša efektivna površina Lune, ki jo opazujemo in s tem možnost opažanja bliskov. Luna je bila stara takrat 4,6 dneva, zato je temni del prekrival 2/3 Lunine ploskve, hkrati pa je bil zelo svetel. Luna je bila na začetku opazovanja približno 45° nad obzorjem. Opazovanje so prekinjali oblaki, ki so prihajali z zahoda. Videli so se (na temnem delu!) posamezni kraterji. Od temnih je bil posebej očiten Grimaldi pri robu Lune, zelo dobro pa so se videli tudi trije svetli kraterji. Aristarchus je bil viden stalno. Kepler in Copernicus pa sta občasno tudi izginila. Občasno so se pojavljali tudi drugi kraterji, ki so me zmedli. Večkrat se mi je zazdelo, da vidim blisk oziroma dogodek, kasneje pa se je pojav ponovil, kar pomeni, da sem videl krater, ki se je zaradi spemeljivih pogojev vedno znova pojavljal. V okolici našega naravnega satelita sem videl tudi nekaj šibkih zvezd, opazoval sem prekritje ene ($\alpha = 13^h 00^m 34^s$, $\delta = -04^s 53^m 12^s$) magnitude 9,5. Temna stran Lune jo je prekrila ob 19. uri 26 minut 00 sekund.

Zapisnik opazovanja temne strani Lune 8.-9. avgust 1997

(Vsi časi so v UT)

OPAZOVANJE LUNE

Instrument: C8 (f=2000 mm), okular 18 mm

Opazovalec: Nikolaj Štritof

Mejni sij neba za prosto oko ob 19h 20m Lm=6,0^m

Opombe: Rahla oblačnost. Lepo vidna pepelnata svetloba. Svetli del Lune na robu zornega polja.

začetek opazovanja: 19h 18m 05s

konec ob 19h18m 10s

začetek: ob 19h 21m 59s

Vidim krater ob pol štirih 5/7 od roba temne strani Lune** 19h 25m 00s svetla stran skrita, gledam zvezdo pri robu

19h 26m 00s zvezda izginila (mag 9,5)

19h 27m 59s v polje je prišla svetla stran Lune

19h 28m 38s OBLAKI

konec: 19h 28m 55s

začetek: 19h 44m 26s

19h 45m 30s DOGODEK (Opomba 1: Takrat nisem še vedel, da bom na istem mestu še večkrat videl blisk, očitno je šlo za svetel krater.)

19h 48m 42s DOGODEK (enako kot opomba 1)

19h 50m 05s popravki po RA in DEC

19h 52m 19s DOGODEK zraven kraterja, proti robu (glej opombo 1)

19h 52m 48s DOGODEK (glej opombo 1)

19h 53m 44s popravki po oseh 3 sekunde

19h 55m 38s DOGODEK isto mesto zraven kraterja pri robu (glej opombo 1)

konec: 19h 56m 30s

začetek: 19h 58m 49s

19h 58m 35s vidijo se tri zvezde (od magnitude 7 do 8,5)

19h 59m 07s DOGODEK krater (glej opombo 1)

19h 59m 17s DOGODEK krater (glej opombo 1)

20h 00m 08s DOGODEK krater (glej opombo 1)

konec: 20h 00m 20s

Iz zapisnika je razvidno, da sem skupno opazoval 23m 33s. Torej bi moral videti vsaj do dogodka magnitude 9,5 (tolikšna je magnitude zvezde, ki jo je Luna prekrila).

Vendar:

1. temna stran v resnici ni popolnoma temna, ocenil sem, da so svetli kraterji vsaj 7. magnitude, pa so še vedno komaj vidni.
2. Pozornost sem lahko osredotočil samo na področje s $1/3$ premera zornega polja, kar znaša $1/9$ celotne površine polja. Torej če je znašala površina temnega dela $2/3$ celotne ploskve Lune, ta del sem imel v polju in cela ploskev Lune gre v polje 18mm okularja, sem pozorno opazoval lahko le $2/9$ ali 22 odstotkov površja. Kar pomeni, da bi moral opaziti v najboljšem primeru samo 1 dogodek.

Zaključek

Moje opazovanje ni bilo zadostno, iz neobjektivnih razlogov. Kljub zelo kratkem času pa me je pripeljalo do naslednjih zaključkov:

Nujno morata opazovati dva opazovalca vzporedno s približno enakimi teleskopi s približno enako povečavo.

Oba morata biti izkušena.

Zapisovalci morajo biti ravno tako izkušeni.

Zabeležene morajo biti vse prekinitve.

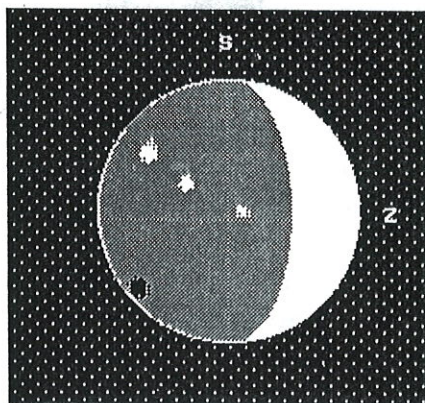
Luna mora biti stara od 5 do 9 dni ali od 19 do 23 dni.

Opazovanja so izredno naporna v slabih opazovalnih pogojih, ker sipana svetloba svetloba zelo moti oko. To sem kasneje spoznal na mladinskem astronomskem taboru.

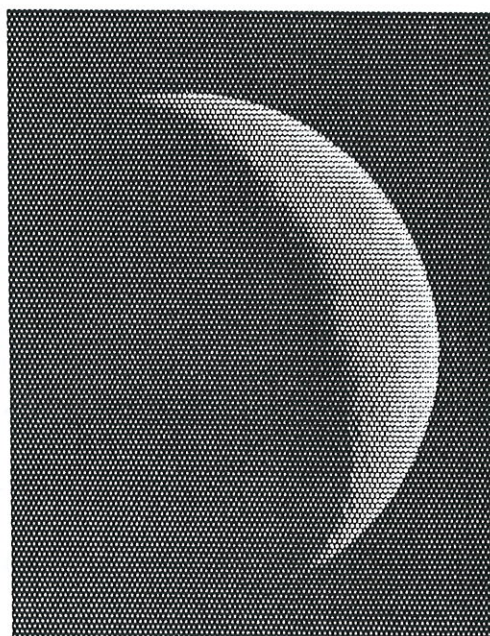
Možnost padcev malih kometov na Luno je izziv sam po sebi. Zato bom ta opazovanja nadaljeval. Potrebna pa bila tudi boljša tehnična sredstva: video, infrardeči detektorji, filtri... Ne nazadnje tudi mnogo opazovalnega časa. Moja ocena je, da bi morala dva vizualna opazovalca vzporedno opazovati vsaj 10 ur, da bi bili podatki vsaj delno zanesljivi. Upam da bom taka opazovanja v prihodnosti lahko izvedel.

Literatura

1. SPIKA 7/8 1997.
2. SuW 10/90.
3. Cosmic Dust (Edited by J.A.M. McDonell, 1978).
4. DELO 14. 8. 1997.



Slika 8: Najbolj očitni kraterji na temni strani Lune. Svetli so zelo motili opazovanje.



Slika 9: Luna enake starosti kot sem jo opazoval 8.-9. avgusta. Posnetek je nastal julija 1997 na astronomskem mladinskem taboru v Fokavcih s C8.

10. Opazovanje meteorjev z videokamero Igor Grom

Pri snemanju meteorjev s CCD video kamero lahko dobimo nekaj podatkov, ki so objektivni in neodvisni od opazovalca. Dokaj natančno lahko določimo magnitudo, dolžino, čas trajanja in iz zadnjih dveh podatkov tudi navidezno kotno hitrost meteorja. Trajanje meteorja je pri video opazovanjih najbolj točen podatek, če vemo, da ena slika na ekranu traja 1/25 s. Na videorekorderju predvajamo ustavljene (zamrznjene) slike meteorja drugo za drugo in jih štejemo. 25 slik bi na primer pomenilo čas 1 s. Nekaj več problemov je pri določanju pripadnosti meteorskemu roju. Zato potrebujemo čimbolj natančne podatke o orientaciji in velikosti vidnega polja kamere, ki snema celo nebo (all-sky), ker zvezd v polju kamere ni prav veliko. Zelo pomemben pri tem pa je seveda tudi točen čas začetka in konca snemanja. Za potrditev pripadnosti meteorja določenemu meteorskemu roju nam je v pomoč ravno dokaj točen podatek o navidezni hitrosti meteorja.

Pri video opazovanju meteorjev pa lahko določimo tudi krivuljo poteka svetlosti meteorja v odvisnosti od časa (od trenutka pojava do izginotja). Tega ne moremo dobiti z nobeno drugo opazovalno metodo. Za dobro obdelavo vseh teh podatkov bi bil potreben ustrezen računalniški program, ki pa ga zaenkrat še nimam. Enako velja tudi za kartico za digitalizacijo video slike. Začasna rešitev je osciloskop, ki nam prikaže analogne vrednosti nivojev video signala v Voltih (V). Potem primerjamo vrednost signala meteorja (U_2) z vrednostjo objekta z znano magnitudo (zvezda, planet) (U_1). Razliko v magnitudah $\Delta(m)$ nato izračunamo:

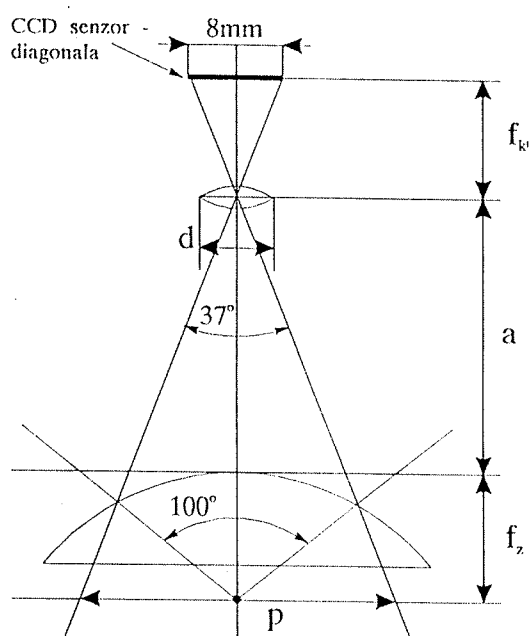
$$\Delta(m) = \frac{20 \log\left(\frac{U_1}{U_2}\right)}{8} \quad (79)$$

Ta metoda je zlasti primerna v video astronomiji, ker se razmerja napetostnih nivojev običajno podajajo v decibelih (dB) in se izračunavajo po gornji enačbi, če odmislimo faktor 8.

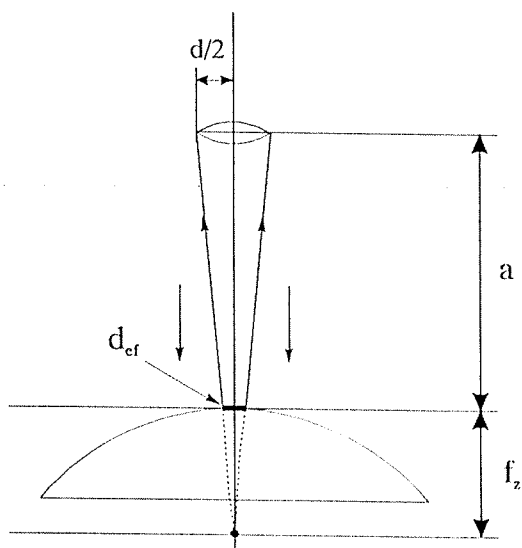
Tako dobljeni rezultati so natančni na 0.5 do 0.25 magnitode, kar povsem zadošča. Ker pa se svetlost referenčnega objekta spreminja z atmosferskimi pogoji, bi bilo nujno z drugo kamero z objektivom npr. 12 mm f/1.2 (diagonala vidnega polja 37°) ves čas spremljati določeno skupino zvezd približno v centru vidnega polja all-sky kamere. Z digitalizacijo obeh slik (meteor in referenčni objekt) bi bilo mogoče odčitati obe vrednosti video signala in potem izračunati magnitudo meteorja s točnostjo 0.1^m. Naj še omenim, da so vse vrednosti za magnitudo meteorjev najvišje vrednosti svetlosti v določenem trenutku na poti meteorja.

Sistem z vidnim poljem manjšim od 180° (celo nebo) - glej sliko 10 - je bil uporabljen zaradi lažje orientacije, ker je mejna magnituda takega sistema približno +1.2 magnitode. Tako se na posnetkih vidijo zvezde kot so Vega, Deneb in Kapela. Mejna magnituda videokamere z objektivom ($d = 10$ mm, $f = 12$ mm) je za zvezde, ki niso izrazito modre ali rdeče +4.8 magnitode. Ta podatek je dobljen s precejšnjim številom opazovanj. Podatki za konveksno zrcalo s slike 10 so sledeči: $f = 77$ mm, premer 225 mm. Razdalja med temenom zrcala in objektivom kamere a je 195 mm.

Iz podobnih trikotnikov dobimo, glej sliko 11:



Slika 10: "All-sky" video kamera uporabljena na taboru PAMET '97 z diagonalo vidnega polja 100° . f_k - gorišče objektiv videokamere, d - premer objektiv videokamere, a - razdalja med objektivom videokamere in temenom konveksnega zrcala, f_z - gorišče zrcala, p - slika diagonale vidnega polja kot jo v zrcalu "vidi" objektiv kamere



Slika 11: Slika za izračun efektivnega premera sistema All-sky kamere. Vzporedni snop svetlobe se na zrcalu odbije tako, da ga objektiv kamere "vidi" kakor da izhaja iz navideznega gorišča zrcala. Del snopa, ki ga zajame objektiv kamere, je podaljšek tega dela, ki navidezno seka teme zrcala (ravnino temena). To je torej efektivni presek objektiv celotnega sistema.

$$\frac{d_{ef}}{2} : f_z = \frac{d}{2} : (a + f_z)$$

$$d_{ef} = \frac{d \cdot f_z}{a + f_z} = \frac{10mm \cdot 77mm}{195mm + 77mm} = 2.83mm$$

Ker razmerje med efektivnim goriščem in efektivno odprtino ostane v takem sistemu enako zaslonskemu številu objektiva kamere (f 1.2), lahko izračunamo skupno gorišče celotnega sistema f_s :

$$f_s = 2.8mm \cdot 1.2 = 3.4mm$$

Iz velikosti diagonale CCD senzorja in skupnega gorisca sistema izračunamo vidno polje Φ :

$$\Phi = 2 \arctg\left(\frac{d_{ef}}{2f_s}\right) = 2 \arctg\left(\frac{8}{2 \cdot 3.4}\right) \approx 100^\circ$$

Teoretično razliko med mejno magnitudo celotnega sistema in mejno magnitudo kamere Δm izračunamo iz razmerja med površino objektiva kamere in efektivnega "objektiva" sistema:

$$\Delta m = \frac{20}{8} \log\left(\frac{d^2}{d_{ef}^2}\right) = \frac{20 \log\left(\frac{10^2}{2.8^2}\right)}{8} = 2.7^m$$

Teoretična mejna magnituda celega sistema je torej:

$$Lm = 4.8^m - 2.7^m = +2.1^m$$

Dejansko je bila mejna magnituda okrog $+1.1^m$ do $+1.3^m$ (vidne zvezde na posnetkih). To pomeni da zrcalo odbija samo še kakih 40 do 45 odstotkov svetlobe.

Rezultati opazovanj z videokamero

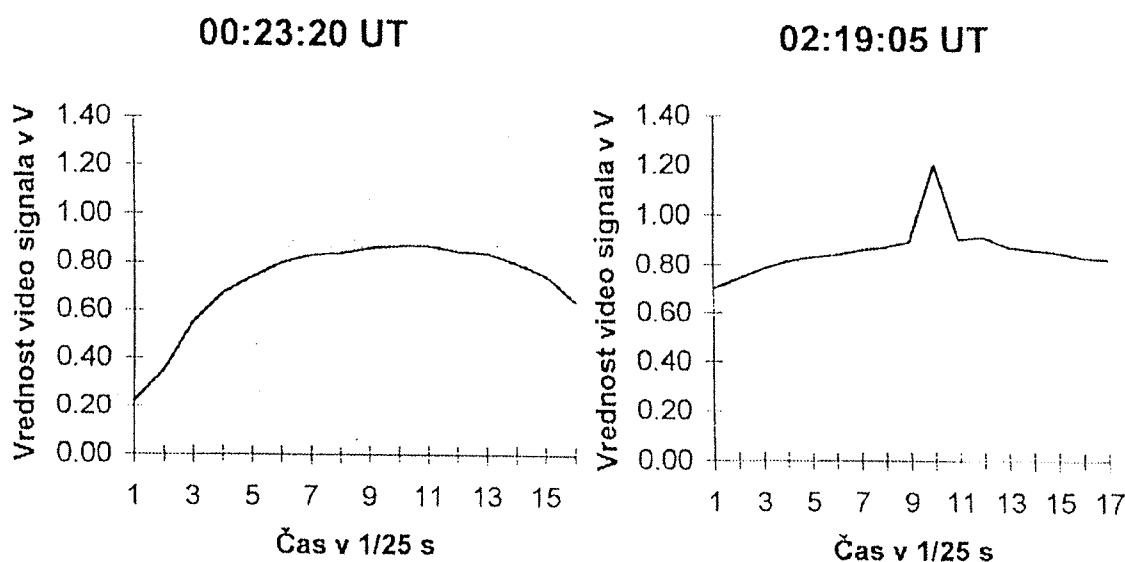
V času od 9.8. do 14.8. 1997 je bilo posnetih vsega skupaj 25 meteorjev, od tega dvajset Perzeidov, en Kaprikornid in štirje sporadični meteorji. Med temi so bili trije bolidi. Efektivnih ur snemanja je bilo 15.5 ali povprečno 3.1 efektivne ure na noč. Podatki o številu posnetih meteorjev v posamezni noči so podani v tabeli 11.

Kot sem že omenjal, lahko pri opazovanju meteorjev z videokamero prikažemo krivuljo poteka svetlosti meteorja v odvisnosti od časa (od pojava do izginotja). Grafa na sliki 12 prikazujeta tak potek pri dveh bolidih, ki sta bila posneta v noči iz 12/13.8. 1997.

Podatki za prvega so naslednji: ura v UT 00:23:20, sij -3.4^m , trajanje 0.6 s, dolžina 22° . Podatki za drugega so: ura v UT 02:19:05, sij 4^m , trajanje 0.7 s, dolžina 14° .

| Noč | Št. meteorjev na uro | Št. meteorjev | Št. bolidov | Št. ef. ur |
|----------|----------------------|---------------|-------------|------------|
| 9/10.8. | 0.5 | 2 | 0 | 4 |
| 10/11.8 | 0.5 | 2 | 0 | 4 |
| 11/12.8. | 1.1 | 4 | 0 | 3.5 |
| 12/13.8 | 4.3 | 14 | 2 | 3 |
| 13/14.8. | 3.0 | 3 | 1 | 1 |

Tabela 11: Podatki o številu posnetih meteorjev na efektivno uro snemanja za vsako noč posebej



Slika 12: Potek svetlosti meteorja

Zaključek

Rezultati s tabora kažejo, da so opazovanja z video kamero smiselna zlasti v povezavi z vizualnimi. Ena od prednosti je tudi ta, da Luna praktično ne moti opazovanj. Vremenski pogoji pa imajo relativno enak vpliv kakor pri vizualnem opazovanju.

Izkazalo se je, da bi bilo potrebno izboljšati opremo in tudi nekoliko spremeniti način opazovanja. Z eno kamero, ki je lahko tudi manj občutljiva in bi zajela res celo nebo, bi registrirali samo bolide. Z obstoječo kamero in objektivom, ki bi zajel kakih 90°, pa bi posneli tudi šibkejšje meteorje do približno 2. magnitudo in referenčne zvezde za izračun svetlosti meteorja.

Ker je pregledovanje posnetkov dolgotrajno in zelo utrudljivo, bo v prihodnje to delo opravljala elektronika (avtomatska registracija meteorjev in točnega časa).

P.S. Zaradi obilice dela sem bil že tako utrujen, da sem občasno izginil v zrcalu all-sky kamere.

11. Fotografiranje meteorjev Uroš Čotar

Uvod

Na željo udeležencev tabora sem se odločil napisati tudi prispevek o fotografiranju meteorjev. Pokazalo se je, da je ponavadi največji problem v sami izvedbi opazovanj, ne pa toliko v teoretični podlagi. Pojavijo se majhne težave, ki jih prej ne bi pričakovali. Fotografiranje terja tudi veliko več priprav, kot pa opazovanje.

Oprema

Optika

Meteorje snemamo z objektivimi tipičnih goriščnih razdalj 20 do 50 mm. Ti so primerni predvsem zaradi njihove dostopnosti, pokaže pa se tudi, da je njihova efektivnost zelo velika v primerjavi z ekstremno širokokotnimi objektivimi. Objektivimi z goriščnimi razdaljami, ki so večje od 100 mm, so v tem primeru neuporabni, čeprav je njihova svetlobna moč zelo velika [3]. Predvsem je pomembna svetlobna moč in seveda kvaliteta optike. To se posebno pozna pri popolnoma odprtih zaslonkah, kjer pridejo napake do izraza. Vedeti moramo, da objektivimi krajši od 100 mm ne dajo nikoli točkaste slike zvezd, če so popolnoma odprti. To velja tudi za najboljše objektivimi. Rešitev je v tem, da za malenkost zapremo zaslonko, s tem pa seveda izgubimo del svetlobe. Če kvaliteta slike ni najbolj pomembna, potem delamo pri odprtih zaslonkah.

Po mnenju nekaterih avtorjev posnamemo največ meteorjev, če usmerimo objektivimi kakih 40 do 50° proč od radianta in pa vsaj 30° visoko nad horizont. Če imamo več fotoaparatorov, jih usmerimo tako, da z njimi pokrijemo celotno nebo. Zelo širokokotne objektivimi pa usmerimo proti zenitu, saj bomo z njimi pokrili celotno oziroma skoraj celotno nebo. Z objektivimi svetlobne moči 2 do 2.8 lahko pričakujemo, da ulovimo meteorje magnitude 1 ali svetlejše [2]. Malo je tudi odvisno od filma in precej od tega, ali je bil meteor hiter ali počasen. Počasen meteor osvetljuje film več časa, zato ga film prej zazna.

Za bolide uporabljamo takoiimenovano *all-sky kamero*. Najboljša, pa tudi najbolj draga izvedba *all-sky kamere* je fisheye objektivimi, ki pokrije kot 180° zornega polja ali 2π prostorskega kota. Slika, ki jo da tak objektivimi je okrogla. Tipične goriščne razdalje fisheye objektivimim so za navadne leica format filme (24 × 36mm) od 6 do 8mm. Zaradi tako majhnih goriščnih razdalj se ne moremo izogniti napakam. Najbolj očitna je *popačitev* ali *distorzija*.

Cenejšo izvedbo *all-sky kamere* si napravimo sami. Najti moramo izbočeno (konveksno) zrcalo premera kakih 30 cm. goriščne razdalje okrog -20 do -30 cm Zrcalo damo aluminizirati ali posrebriti, tako da je odbojnost vsaj 90 %. Postavimo ga na podstavek, ki naj bo trden, da se zrcalo ne premika. Nad zrcalom v višini kakih 50 cm pritrdimo na stojalo fotoaparat z objektivimi, ki ima goriščno razdaljo 50 mm ali nekje tam blizu. Poskrbimo, da se osi zrcala in objektivimi res pokrivata. Sliko izostrimo že podnevi na oddaljenih objektih, ali ponoči na Luni ali soju oddaljenih mestnih luči. Na zvezdah bomo težko ostrili, ker je slika temna, problem pa je tudi v tem, da celotna slika ni nikoli v

fokusu, zato ostrimo nekje 5 cm od sredine zrcala. Zaslonko objektiva pustimo odprto, saj bo že tako kamera uspela ujeti le najsvetlejše meteorje. Vse skupaj lahko postavimo tudi na montažo s pogonom, tako da bomo imeli namesto črtic lepe pikice.

Film

Ekspozicija meteorja traja le toliko, kolikor traja svetla sled na nebu. Ker so ti časi zelo kratki, je potrebno snemati z občutljivimi filmi. Minimalna občutljivost je 400 ASA, raje pa delamo z občutljivostjo 1600 ali 3200 ASA. Izkaže se, da je najbolj primeren Kodak T-Max 3200, ki pri tako visoki občutljivosti da še vedno primerno majhna zrna za povečave. Poskusimo lahko tudi z barvnimi negativ in dia filmi. S temi bomo posneli tudi lepe barve meteorjev.

Chopper

Fotografiranje s chopperjem je izrednega pomena pri fotografiranju svetlejših meteorjev, predvsem bolidov. Chopper ali vetrnica, ki se enakomerno vrti, naseka meteorjevo sled, na drobne odseke, iz dolžine odsekov pa lahko izračunamo kotno hitrost meteorja na nebu. Če posnamemo tak meteor iz dveh različnih opazovalnih postaj na Zemlji, ki naj bosta vsaj 10 km narazen, se da iz posnetkov izračunati trajektorijo, po kateri je meteoroid potoval po prostoru. Iz obeh podatkov pa lahko izračunamo še njegovo hitrost in mesto, kjer je kot meteorit utegnil pasti. Večkrat se je že zgodilo, da so na tak način posnete meteorje tudi šli iskat in jih v resnici tudi našli. Chopper je nepogrešljiv pri snemanju bolidov, zato se raje odpovejmo montaži kot pa chopperju.

Nastavitev

Snemanje meteorjev ne zahteva dragih in zahtevnih nastavitev (montaž), večkrat snemamo kar z navadnim fotografskim stojalom. Priporočljivo pa je obesiti fotoaparatus na pogon kakega manjšega teleskopa, ki služi za sledenje zvezdam. Časi so kratki, tako da ni nobene hude potrebe, da bi korigirali pomikanje. Večkrat si lahko tako montažo napravimo kar doma. Ena izmed takih variant je montaža, napravljena za all-sky kamero na Javorniku. Dovolj dobro služi temu, da na slikah ni črtic, pač pa dokaj dobro definirane pikice.

Težave pri snemanju

Najhujša težava, ki se pojavi pri snemanju meteorjev, je rosenje zunanjih površin. Običajno snemamo celo noč in se objektiv po nekaj urah že toliko ohladi, da nanj pade rosa. Pri sebi imejmo fen, ki ga uporabimo po potrebi. Ekspozicije naj ne trajajo dlje od 10 min, kar je že tako ali tako zahteva, če rabimo zelo občutljiv film. S fenom dosežemo, da se površina objektiva toliko segreje, da zdrži vsaj nekaj minut brez rosenja. Zato je najboljše,

da uporabimo fen vsakič, preden sprožimo. Seveda to velja takrat, ko se rosenje že pojavi. Objektivna ne brišemo, s tem ne bomo veliko dosegli, pa še antirefleksne plasti na lečah bomo spraskali. Če je rosenje že tako močno, da ne zdrži ene same ekspozicije, lahko gremo s fenom tudi med snemanjem (tega nikoli ne delamo, če snemamo druge objekte!), najbolje pa je, če fotoaparata nesemo na toplo, da se malce ogreje. Če smo malce večji elektrone, si lahko napravimo grelnik iz žice ali upornikov in ga ovijemo okrog prednje leče objektivna. To nam bo lahko zagotovilo, da bo leča vedno malce nad temperaturo rosišča in se bomo izognili vsem neprijetnostim.

Velikokrat se zaradi nepoznavanja delovanja fotoaparata med snemanjem kaj zatakne. Ponavadi je to slabo previt film ali nerodno pritisnjen gumb za sprožitev. Vsemu temu se izognemo, če že prej vadimo in se naučimo prepoznavati glas, ki ga daje fotoaparata. Če slučajno zgrešimo in se zaklop zapre, se ne obremenjujmo preveč. Zapišimo si, da je ta posnetek prazen in gremo naprej. Če nismo prepričani, da je zaklop odprt ali zaprt, pogledjmo skozi iskalo. Če je zaklop odprt, slike v iskalu ne sme biti. To velja za običajne *zrcalnorefleksne* fotoaparate, ne velja pa za fotoaparate z *optičnim iskalom*. Če še vedno nismo prepričani, da je vse v redu, pojdimo raje na svetlo in tam pogledjmo, kaj je narobe, ali pa povprašajmo nekoga z več izkušnjami. Nima smisla pretiravati, če bodo posnetki zanič.

Tistemu, ki bo fotografiral, želim čimveč sreče z meteorčki.

Literatura

- 1.U. Čotar: Osnove astronomske fotografije, skripta, Renče, november 1996.
- 2.M. Muminović: Praktična astronomija, UAD Sarajevo, 1990.
- 3.U. Čotar: O efektivnosti fotografskih objektivov, PAMET'95-poročilo, 1995.

Pa še to

Prišel sem na tabor, z namenom, da bi ostal dan ali dva in glej ga zlomka, še zadnji dan se mi ni dalo z Javornika. "Ma ki če rečt" bi rekel Mlakar "ma prou ne vem". Moram priznati, da je bil tabor uspešen. Če me kaj veseli v astronomiji, je to, da vidim ljudi, ki res z veseljem nekaj počnejo. Saj ni važno, ali je to opazovanje meteorjev, ali snemanje z videokamero, važno je, da delaš z ljubeznijo do tega, kar ti je všeč. To je pravi ljubitelj ali *amater*.

Vsem skupaj bi se zahvalil, da ste ustvarjali prijetno vzdušje, predvsem pa, da ste mi zaupali *piknik*. Ja, vedno pravim: astronomija in gastronomija sta si zelo blizu. Razlika je res malenkostna. Ples z Biba je bil res super stvarca, škoda, da se je tabor tako hitro končal, ravno ulovila sva se, pa še tango sva nameravala vaditi. Skrivnost njene kuhinje mi še vedno ni znana, čeprav sem tudi jaz mešetaril po loncih dva dni, a po mojem se še zdaleč ne morem primerjati z njenimi umotvori. Na Javorniku res ni tako lahko spraviti skupaj nekaj okusnega, kot se mogoče na prvi pogled zdi. Zahvalil bi se ji tudi, ker mi je držala ciklame na poti domov, pa čeprav mi jih je potem pozabila dati. Ni važno, saj sem nabral druge. So pa njej prišle prav.

Hvaležen sem tudi moji dragi Janjici za hrabrost in pomoč pri sestopanju od kočice proti observatoriju. Niti misliti si ne morete, kako so lahko noge kdaj težke in še zvezdice se včasih vrtijo v nasprotno smer. Ampak drugi dan sem se prebudil kot otročiček v posteljici, ko prav lepo vsi poskrbijo zate. Kakšen fajn občutek, še bolj pa, ko te vsi prav lepo pobožajo. Ah, počutil sem se prav izbranega, no ja, kaj več moških res ni bilo na razpolago. Se ne pritožujem! Potem pa še vse tiste masažice s kremicami, ko sem bil ožgan od sonca. Razmišljam, da sploh ni slabo tako, malo potrpeti, pa se imaš prav fajn.

Z Gromekom sva rekla marsikatero moško, tako da nisva izgubila kontakta s tehničnimi stvarmi. Mislim, da sva skupno ugotovila, da je venec res škoda predelovati v kupolo za večji teleskop. Prav primeren kraj za popoldanski počitek je, pa še piknik se da dobro organizirati v njem. Nekako bolj skupaj drži ljudi. Ob takem vetru, kot je pihal na tisti dan, bi se verjetno morali drugače kar odpovedati kurjenju zunaj. Zato predlagam, da se za novi teleskop pripravi kar nov prostor in zgradi kupolo posebej zanj.

Marija je elegantno pozirala na vrhu stolpa, čeprav menda ni preveč vajena fotografskih objektivov. Upam, da bo prišla na prvo stran poročila. Po mojem bo tako število bralcev naraslo vsaj desetkrat.

Niste vsi omenjeni, ampak brez skrbi, vsakemu posebej gre zahvala, saj ni važno, če ne pride na papir. Morda je kdaj še bolje tako. Ja, bili smo dobra družba, se priporočam za naslednjic!

Bibin odgovor: ja, ja, Uroš, tango s tabo je veliko prijetnejši kakor z metlo! Sicer pa, nadaljujeva na naslednjem taboru. Že vadim, na žalost zopet z metlo, ker moj Gromek tanga ne obvlada! Ostaja videomanijak! Igorjev odgovor: ja, Škratek!!!

12. Koledar meteorske aktivnosti za drugo polovico 1997 in leto 1998 *Mihaela Triglav*

Verjetno vas bo po tako uspešnem taboru, kar se opazovanj in neopazovanj tiče zanimalo kdaj se lahko spet lotite zanimivega opazovanja. Kakor boste spodaj ugotovili nam velika presenečenja pripravljajo predvsem Leonidi in Drakonidi, za katere pa se boste morali tudi primerno obleči, saj nimajo svojih maksimumov v tako ugodnem (beri: toplem) delu leta kot Perzeidi.

Seveda pa ne smete prezreti vseh ostalih meteorskih rojev, ki so vsak po svoje zanimivi. Tako da nikoli ne veš, kaj te čaka na naslednji opazovalni akciji. Če vas zanima še kaj o predlaganih centrih opazovanj za teleskopska in fotografska opazovanja, si pogledjte v spodaj napisano literaturo!

Da bi se izognila ponavljanju, nisem ob aktivnosti in maksimumu meteorskega roja dodala še ostalih karakteristik roja, kot so koordinate radianta, populacijski indeks, hitrost meteoroida v Zemljini atmosferi. Te podatke najdete v priloženi tabeli. Na zadnje želim vsem čim več lepih noči in veliko meteorjev!

Meteorski roji od oktobra do decembra 1997

Luna moti Orionide z maksimumom 21.10. ob 07h UT in η Geminide. Prizanesla ne bo tudi Leonidom v novembru (maksimum 17.11. ob 11h UT) in Geminidom v decembru (maksimum 13.12. ob 22h UT), prav tako tudi manjševilčnim članom manjših rojev α Monocerotidov (maksimum 21.11. ob 13h UT), Monocerotidov, σ Hidridov in Coma Berenicidov.

Ugodni za opazovanja so v letošnjem letu Tauridi, Drakonidi (9.10. ob 17h UT), κ Orionidi, Ursidi.

Južni Tauridi

aktivnost od 1.10. do 25.11.
maksimum: 5.11. $\lambda_{\odot} = 223^{\circ}$ z ZHR 5

Severni Tauridi

aktivnost od 1.10. do 25.11.
maksimum: 12.11. $\lambda_{\odot} = 230^{\circ}$ z ZHR 5

Matični komet teh dveh rojev je 2P/Ecke. Za ločitev pripadnikov teh dveh rojev (radianta sta zelo razpršena) moramo meteorje vrisati v karte. Maksimuma obeh rojev sta razpotegnjena na obdobje približno enega tedna, kar pomeni da lahko vidimo skoraj ves teden enako število meteorjev iz teh rojev. Ta roja sta znana po tem, da v nekaterih letih (ne v vseh) lahko ob njihovem maksimumu opazimo veliko število zelo svetlih bolidov. Največje število bolidov lahko pričakujemo v ob koncu oktobra in v prvi polovici novem-

bra.

κ Orionidi

aktivnost od 26.11. do 15.12.

maksimum: 2.12. z ZHR 3

Ta roj je primeren, zaradi majhnega števila meteorjev, predvsem za teleskopska opazovanja, vendar lahko občasno opazimo tudi kakšen svetel meteor. Radiant je sestavljen vsaj iz dveh podradiantov.

Ursidi

aktivnost od 17.12. do 26.12.

maksimum: 22.12. ob 11h UT z ZHR 10

Ta roj je bil deležen malo opazovanj, ker se opazovalci raje odločijo za spremljanje Gemenidov, Ursidom pa ne posvečajo pretirane pozornosti. V zadnjih pedesetih letih so dvakrat opazili povečano aktivnost ob maksimumu (tako da ZHR presega 10). Manjša povečanja aktivnosti pa so opazili tudi v letih 1988 in 1994. V tem roju je veliko šibkih meteorjev, zato je primeren tudi za teleskopska opazovanja.

Meteorski roji od januarja do marca 1998

Ta del leta nam prinaša precej nizko aktivnih meteorskih rojev vključno z razpršenim ekliptičnim kompleksom rojev Virginidov, ki so aktivni od poznega januarja do sredine aprila. Od bolj aktivnih rojev imajo ob maksimumu ugodno fazo Lune samo Kvadrantidi.

Kvadrantidi

aktivnost od 1.1. do 5.1.

maksimum: 3.1. ob 17h UT $\lambda_{\odot} = 283.16^{\circ}$ lahko ZHR doseže 200, vendar je ponavadi 120.

Radiant se nahaja v ugodni poziciji za opazovanja v drugi polovici noči. Po 1:30 SEČ se radiant v severnem delu Volarja nahaja več kot 30° nad obzorjem.

Maksimum bodo lahko opazovali predvsem opazovalci iz Aljaske, Kitajske. Dolžina trajanja maksimuma je le nekaj ur, tako da ga lahko zaradi slabega vremena hitro zgrešimo. Manjši meteoroidi v meteoroidnem potoku imajo zgoščino kakih 14 ur pred maksimumom (vizualni in fotografski), takrat lahko pričakujemo največ šibkejših meteorjev, ki so primerni za teleskopska in radio opazovanja.

δ Leonidi

aktivnost od 15.2. do 10.3.

maksimum: 24.2. $\lambda_{\odot} = 336^{\circ}$ je ZHR 2.

Ta šibek roj je verjetno začetek aktivnosti kompleksa rojev Virginidov. Roj vsebuje veliko število šibkih meteorjev, zato je primeren predvsem za teleskopska opazovanja. Vizualni opazovalci jih morajo zelo natančno vrisati v karte, da jih lahko ločimo od Virginidov.

Luna je dva dni pred mlajem, tako da so pogoji za opazovanja tega roja, katerega radiant se nahaja v glavi Leva, zelo ugodne.

Meteorski roji od aprila do junija

Meteorska aktivnost se poveča proti koncu aprila, z roji kot so Liridi, π Pupidi in η Akvaridi, vendar le ta zadnji roj trpi zaradi Lune. V maju in juniju ima večina rojev svoje maksimume čez dan. Ekliptični kompleksi rojev se nadaljujejo z poznimi Virginidi in Sagitaridi v maju in juniju.

Liridi

aktivnost od 16.4. do 25.4.

maksimum: 22.4. ob 10h UT $\lambda_{\odot} = 32.1^{\circ}$

ZHR ob maksimumu je 15, vendar je spremenljiv, tako da lahko doseže do 90.

Efektivno jih lahko opazujemo šele od 22:30 lokalnega časa dalje. Maksimum lahko traja samo nekaj ur, tako da ga z lahkoto zgrešimo. Čeprav je maksimum leta 1996 trajal okoli 8 do 12 ur.

Meteorski roji od julija do septembra

Najbolj primerno se bo osredotočiti na šibkejšje meteorske roje, ker jih ne bo motila Luna. Tako so primerni za opazovanja Sagitaridi, kompleks meteorskih rojev Akvaridov in Kaprikornidi konec julija in začetek avgusta, κ Cignidi v sredini avgusta, v septembru pa šibek meteorski roj Piscidov. Luna bo motila predvsem Pegazide v juliju in Perzeide v avgustu, ter Auriginide v začetku septembra (α Auriginidi imajo maksimum okoli 1.9. 05h UT).

Perzeidi

aktivnost od 17.7. do 24.8.

maksimum: novi maksimum z ZHR okoli 200, stari maksimum z ZHR 100.

Polna Luna 8.8. bo zelo motila opazovanja maksimumov, kljub temu pa lahko spremljamo ostali del aktivnosti Perzeidov, ki je znan po velikem številu meteorjev vsaj kak teden pred maksimumom. Maksimuma sta napovedana za 12.8. ob 14h UT in 12.8. ob 22h UT (star maksimum).

Južni δ Akvaridi

aktivnost od 12.7. do 19.8.

maksimum 28.7. ob 6h UT, ZHR je 20

α Kaprikornidi

aktivnost od 3.7. do 15.8.

maksimum 30.7., ZHR ob maksimumu je 4

Severni ι Akvaridi

aktivnost od 11.8. do 31.8.

maksimum: 20.8., ZHR ob maksimumu je 3

Akvaridi so zaradi velikega števila šibkejših meteorjev predvsem primerni za teleskopska opazovanja, kljub temu da lahko občasno opazimo tudi svetlejšje meteorje.

Vendar so Akvaridi bolj primerni za opazovanja iz geografskih širin manjših od 45°. Kaprikornidi so znani po zelo svetlih in počasnih meteorjih, velikokrat lahko opazimo tudi bolide. Manjše povečanje števila Kaprikornidov ob maksimumu z ZHR 10 so opazili evropski opazovalci leta 1995.

IMO svetuje, da se Akvaride in Kaprikornide vrisuje v karte, tako lahko pripadnike teh rojev med seboj ločimo.

κ Cignidi

aktivnost od 3.8. do 25.8.

maksimum: 18.8. z ZHR 3

Luna vzide v jutranjih urah. Populacijski indeks 3.0 predlaga teleskopska in video opazovanja, vendar lahko tudi vizualni opazovalci dočakajo kako poslastico: počasne bolide. Ta roj ima skoraj stacionaren radijant zaradi tega, ker se radiant nahaja v bližini severnega ekliptičnega pola. Nekatera opazovanja kažejo na variacije v aktivnosti roja in opažanju bolidov, vendar pa potrebujemo več opazovanj za potrditev te domneve.

Piscidi

aktivnost od 1.9. do 30.9.

maksimum: 20.9. z ZHR 3

So še zelo slabo raziskani. Maksimuma se ne da natančno določiti, vendar nam bo mlaj dovoljeval pokrivanje celotne noči. Osredotočimo se na natančno vrisovanje in teleskopska in video opazovanja.

Meteorski roji od oktobra do decembra

Manjši ekliptični roji dosežejo svoj maksimum v prvi polovici novembra z Tauridi (maksimuma južnih Tauridov ne bomo mogli opazovati zaradi moteče Lune). Pred tem lahko

opazujemo še Drakonide, Orionide in η Geminide. To leto lahko pričakujemo veliko število Leonidov v novembru. Obstaja tudi velika možnost, da opazimo podobem maksimum alfa Monocerotidov kot v letu 1995. Polna Luna v decembru bo preprečila opazovanje maksimumov κ Orionidov, Phoenicidov (6,13 UT) in del rojev šibkega Puppilid-Velid kompleksa, kot tudi Monocerotidov in σ Hidridov. Bolje pa se godi glede na Luno Geminidom, Coma Berenicidom in Ursidom.

Drakonidi

aktivnost od 6.10. do 10.10.

maksimum: 8.10. med 17h in 23h UT, ZHR je periodičen, lahko doživimo meteorski dež.

Kljub Luni, ki bo vzšla dve do tri ure po mraku, je zelo pomembno da spremljamo ta periodičen meteorski roj v letu 1998. Meteorski dež tega roja so opazovali že dvakrat v tem stoletju v letih 1933 in 1946 in nižje frekvence meteorjev v večih drugih letih z ZHR med 20 do 200 in več, to je bilo nazadnje 1985 leta. Do sedaj so opazili pripadnike tega meteorskega roja samo v letih, ko je matični komet roja 21P/Giacobini-Zinner v periheliju, kar se bo ponovno zgodilo v novembru 1998. Vpliv planetov na meteoroidni potok, povezan z dejstvom, da so leta 1946 kar najbolj opazovali njegov povratek, še dodatno otežuje napoved aktivnosti roja.

Zaradi razpršenosti po solarni dolžini λ_{\odot} na kateri so opazili povečano aktivnost, med $\lambda_{\odot} = 195.26^{\circ}$ (1985) in $\lambda_{\odot} = 197.0^{\circ}$ (1933), ne moremo z natančnostjo napovedati kdaj se bo zgodil maksimum. Tako moramo biti pripravljeni, da se maksimum lahko zgodi med 8.10. ob 17h UT in 10.10. ob 12h UT v letu 1998. Zemlja bo prešla orbito komete ob $\lambda_{\odot} = 195.398^{\circ}$ kar nam da datum 8.10. ob 21h UT, tako da je verjetneje, da se bo zgodil maksimum v delu prej napisanega intervala pred prehodom Zemlje čez orbito matičnega komete. Ura maksimuma podana na začetku je le povprečje dobljeno iz večih prejšnjih opazovanj.

Radiant se nahaja v bližini Zmajeve glave in je cirkumpolaren v naših krajih, vendar so za opazovanje Drakonidov primernejše ure pred lokalno polnočjo in malo pred zoro. Fotografska in video opazovanja so nadvse primerna za spremljanja povečane aktivnosti, ki ji vizualni opazovalci niso več kos.

η Geminidi

aktivnost do 14.10. do 27.10.

maksimum: 18.10. z ZHR 2

Orionidi

aktivnost od 2.10. do 7.11.

maksimum: 21.10. z ZHR 20

Orionidi in η Geminidi so zelo hitri meteorji z zelo podobnimi značilnostmi. Njihova maksimuma aktivnosti sta časovno zelo blizu skupaj, tudi radianta se nahajata v bližini,

tako da moramo biti nadvse pozorni pri določanju pripadnikov teh dveh rojev in je najbolje da jih skrbno vrisujemo!

Orionidi so znani po tem, da imajo več maksimumov, njihova aktivnost lahko ostane konstantna tokom več noči okoli zgoraj omenjenega maksimuma. V letu 1993 so opazovali iz Evrope še en maksimum z enakim številom meteorjev kot glavni maksimum v noči 17/18.10.. Za natančno določitev aktivnosti tega roja potrebujemo fotografska ali video opazovanja.

Leonidi

aktivnost od 14.11. do 21.11.

maksimum: 17.11. ob 19h UT z ZHR večjim od 50, saj je bil ZHR v letu 1996 že 45 meteorjev na uro.

4.3. 1997 so odkrili matičen komet Leonidov 55/Tempel-Tuttle, tako da so naša pričakovanja povečane aktivnosti tega meteorskega roja v letih 1998 in 1999 dobila spodudo. Vizualni IMO International Leonid Watch in radio opazovalci v letu 1996 kažejo na to, da imajo Leonidi kar širok maksimum med $\lambda_{\odot} = 234.1^{\circ}$ in $\lambda_{\odot} = 235.4^{\circ}$, kar pomeni 17.11. med 14h UT in 22h UT, z enim manjšim maksimumom $\lambda_{\odot} = 235.17^{\circ}$ (17.11.1998 ob 17h UT). Ker bo Zemlja prešla kometovo orbito 17.11. 1998 ob 19h UT je prej opisani maksimum najverjetnejši kandidat za največjo aktivnost Leonidov. Radiant Leonidov, ki se nahaja v asterizmu glave Leva, vzide okoli lokalne polnoči, bodo imeli največ možnosti za opazovanje maksimuma prebivalci daljnega Vzhoda in Avstralije. Iz opazovanj v letošnjem letu pa bomo lahko videli kdaj v resnici lahko pričakujemo maksimum in ali ga bomo iz naših krajev tudi lahko videli.

α Monocerotidi

aktivnost od 15.11. do 25.11.

maksimum: 21.11. ob 20h UT ZHR je ponavadi 5, lahko pa občasno doseže okoli 400.

Znani so po tem, da imajo zelo oster maksimum, ki ponavadi ne traja dlje kot 20 minut. Zadnjič so ga opazili leta 1995, kjer so v kratkem petminutnem obdobju videli EZHR 420, celoten maksimum pa je trajal 30 minut. (EZHR je ZHR za krajši interval od ene ure). Kljub temu da prejšnja opazovanja kažejo na desetletno periodičnost tega meteorskega roja, potrebujemo za takšno sklepanje več opazovanj.

Geminidi

aktivnost od 7.12. do 17.12.

maksimum: 14.12. ob 5h UT z ZHR 120.

Začetek aktivnosti tega lepega meteorskega roja bo izgubljen v siju Lune, vendar bo ta že v dovolj ugodni fazi za opazovanje v času njihovega maksimuma.

Radiant vzide okoli sončnega zahoda in tako lahko ta roj opazujemo skozi vso noč. Opa-

zovanje teh svetlih in srednje hitrih meteorjev nam lahko nudi veliko užitkov ob mrzlih zimskih nočeh. Maksimum lahko pričakujemo malo pred ali malo po zgoraj predlagani uri. Ker so bile $\lambda_{\odot} = 262.2^{\circ}$ do $\lambda_{\odot} = 262.4^{\circ}$ v letu 1996. Zaradi razporeditve manjših delcev za $1^{\circ}\lambda_{\odot}$ pred maksimalno zgostitvijo, vidimo maksimalno število šibkejših meteorjev primernih za teleskopska opazovanja kakšen dan pred običajnim maksimumom.

Coma Berenicidi

aktivnost od 12.12. do 23.1.

maksimum: 20.12. z ZHR 5.

Za boljšo določitev aktivnosti tega šibkega meteorskega raja potrebujemo več opazovanj čez celotno njihovo periodo aktivnosti. V letu 1998 nas Luna ob njihovem maksimumu ne bo motila. Radiant pride dovolj visoko nad obzorje okoli lokalne polnoči.

Ursidi

aktivnost od 17.12. do 26.12.

maksimum: 22.12. ob 18h UT z ZHR 10 občasno tudi 50.

V tem roju je veliko šibkih meteorjev, zato je primeren tudi za teleskopska opazovanja. Radijski maksimum so zabeležili leta 1996 okoli $\lambda_{\odot} = 270.8^{\circ}$, kar lahko pomeni, da bo maksimum 22.12. 1998 ob 20h UT.

Literatura

1. A. McBeath: IMO 1997 Meteor Shower Calendar, 1996.
2. A. McBeath: IMO 1998 Meteor Shower Calendar, 1997.

| Roj | Aktivnost | Maksimum | | Radiant | | V $\frac{km}{s}$ | r | ZHR | IMO koda |
|----------------------------|-----------------|----------|-------------------|----------|----------|---------------------|-----|-----|-------------|
| | | Datum | λ_{\odot} | α | δ | | | | |
| Kvadrantidi | jan 01 - jan 05 | jan 03 | 283,16° | 230° | +49° | 41 | 2,1 | 120 | QUA |
| δ -Kancridi | jan 01 - jan 24 | jan 17 | 297° | 130° | +20° | 28 | 3,0 | 4 | DCA |
| Virginidi | jan 25 - apr 15 | (mar 24) | (04°) | 195° | -04° | 30 | 3,0 | 5 | VIR |
| α -Centauridi | jan 28 - feb 21 | feb 07 | 318,7° | 210° | -59° | 56 | 2,0 | 6 | ACE |
| δ -Leonidi | feb 15 - mar 10 | feb 24 | 336° | 168° | +16° | 23 | 3,0 | 2 | DLE |
| γ -Normidi | feb 25 - mar 22 | mar 13 | 353° | 249° | -51° | 56 | 2,4 | 8 | GNO |
| Sagitaridi | apr 15 - jul 15 | (maj 19) | (59°) | 247° | -22° | 30 | 2,5 | 5 | SAG |
| Liridi | apr 16 - apr 25 | apr 22 | 32,1° | 271° | +34° | 49 | 2,9 | 15 | LYR |
| π -Puppidi* | apr 15 - apr 28 | apr 23 | 33,5° | 110° | -45° | 18 | 2,0 | var | PPU |
| η -Akvaridi | apr 19 - maj 28 | maj 05 | 45,5° | 338° | -01° | 66 | 2,7 | 60 | ETA |
| Pegasidi | jul 07 - jul 13 | jul 10 | 108° | 340° | +15° | 70 | 3,0 | 3 | JPE |
| Julijski Phoenicidi* | jul 10 - jul 16 | jul 13 | 111° | 32° | -48° | 47 | 3,0 | var | PHE |
| Pisces Austrinidi | jul 15 - aug 10 | jul 28 | 125° | 341° | -30° | 35 | 3,2 | 5 | PAU |
| Južni δ -Akvaridi | jul 12 - aug 19 | jul 28 | 125° | 339° | -16° | 41 | 3,2 | 20 | SDA |
| α -Kaprikornidi | jul 03 - aug 15 | jul 30 | 127° | 307° | -10° | 23 | 2,5 | 4 | CAP |
| Južni ι -Akvaridi | jul 25 - aug 15 | aug 04 | 132° | 334° | -15° | 34 | 2,9 | 2 | SIA |
| Severni δ -Akvaridi | jul 15 - aug 25 | aug 08 | 136° | 335° | -05° | 42 | 3,4 | 4 | NDA |
| Perzeidi | jul 17 - aug 24 | aug 12 | 139,6° | 46° | +58° | 59 | 2,6 | 200 | PER |
| κ -Cignidi | aug 03 - aug 25 | aug 17 | 145° | 286° | +59° | 25 | 3,0 | 3 | KCG |
| Severni ι -Akvaridi | aug 11 - aug 31 | aug 19 | 147° | 327° | -06° | 31 | 3,2 | 3 | NIA |
| α -Aurigidi | aug 25 - sep 05 | aug 31 | 158,6° | 84° | +42° | 66 | 2,5 | 10 | AUR |
| δ -Aurigidi | sep 05 - okt 10 | sep 08 | 166° | 60° | +47° | 64 | 3,0 | 6 | DAU |
| Piscidi | sep 01 - sep 30 | sep 19 | 177° | 5° | -01° | 26 | 3,0 | 3 | SPI |
| Drakonidi* | okt 06 - okt 10 | okt 09 | 196,49° | 262° | +54° | 20 | 2,6 | var | GIA |
| ε -Geminidi | okt 14 - okt 27 | okt 18 | 205° | 102° | +27° | 70 | 3,0 | 2 | EGE |
| Orionidi | okt 02 - nov 07 | okt 21 | 208° | 95° | +16° | 66 | 2,9 | 20 | ORI |
| Južni Tauridi | okt 01 - nov 25 | nov 05 | 223° | 52° | +13° | 27 | 2,3 | 5 | STA |
| Severni Tauridi | okt 01 - nov 25 | nov 12 | 230° | 58° | +22° | 29 | 2,3 | 5 | NTA |
| Leonidi* | nov 14 - nov 21 | nov 17 | 235,16° | 153° | +22° | 71 | 2,5 | 40+ | LEO |
| α -Monocerotidi* | nov 15 - nov 25 | nov 21 | 239,32° | 110° | +03° | 65 | 2,4 | var | AMO |
| χ -Orionidi | nov 26 - dec 15 | dec 02 | 250° | 82° | +23° | 28 | 3,0 | 3 | XOR |
| Phoenicidi* | nov 28 - dec 09 | dec 06 | 254,25° | 18° | -53° | 18 | 2,8 | var | PHO |
| Puppid - Velidi | dec 01 - dec 15 | (dec 07) | (255°) | 123° | -45° | 40 | 2,9 | 10 | PUP |
| Monocerotidi (Dec) | nov 27 - dec 17 | dec 08 | 257° | 100° | +08° | 42 | 3,0 | 3 | MON |
| σ -Hidridi | dec 03 - dec 15 | dec 11 | 260° | 127° | +02° | 58 | 3,0 | 2 | HYD |
| Geminidi | dec 07 - dec 17 | dec 13 | 262,0° | 112° | +33° | 35 | 2,6 | 110 | GEM |
| Komidi | dec 12 - jan 23 | dec 19 | 268° | 175° | +25° | 65 | 3,0 | 5 | COM |
| Ursidi* | dec 17 - dec 26 | dec 22 | 270,7° | 217° | +76° | 33 | 3,0 | 10 | URS |

Tabela meteorskih rojev. V je atmosferska ali navidezna hitrost meteorja. Meteorski roji, ki so označeni z zvezdico * so periodični.

| | | | | | | | |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | COM | DCA | | | | | |
| jan 00 | 186° + 20° | 112° + 22° | QUA | | | | |
| jan 05 | 190° + 18° | 116° + 22° | 231° + 49° | | | | |
| jan 10 | 194° + 17° | 121° + 21° | | | | | |
| jan 20 | 202° + 13° | 130° + 19° | | ACE | VIR | | |
| jan 30 | | | | 200° - 57° | 157° + 16° | DLE | |
| feb 10 | | | | 214° - 60° | 165° + 10° | 155° + 20° | GNO |
| feb 20 | | | | 225° - 63° | 172° + 6° | 164° + 18° | 225° - 53° |
| feb 28 | | | | | 178° + 3° | 171° + 15° | 234° - 52° |
| mar 10 | | | | | 186° 0° | 180° + 12° | 245° - 51° |
| mar 20 | | | | | 192° - 3° | | 256° - 50° |
| mar 30 | | | | | 198° - 5° | | |
| apr 10 | SAG | LYR | PPU | | 203° - 7° | | |
| apr 15 | 224° - 17° | 263° + 34° | 106° - 44° | ETA | 205° - 8° | | |
| apr 20 | 227° - 18° | 269° + 34° | 109° - 45° | 323° - 7° | | | |
| apr 25 | 230° - 19° | 274° + 34° | 111° - 45° | 328° - 5° | | | |
| apr 30 | 233° - 19° | | | 332° - 4° | | | |
| maj 05 | 236° - 20° | | | 337° - 2° | | | |
| maj 10 | 240° - 21° | | | 341° 0° | | | |
| maj 20 | 247° - 22° | | | 350° + 5° | | | |
| maj 30 | 256° - 23° | | | | | | |
| jun 10 | 265° - 23° | | | | | | |
| jun 15 | 270° - 23° | | | | | | |
| jun 20 | 275° - 23° | | | | | | |
| jun 25 | 280° - 23° | | | | | | |
| jun 30 | 284° - 23° | | CAP | | | JPE | |
| jul 05 | 289° - 22° | | 285° - 16° | SDA | | 338° + 14° | |
| jul 10 | 293° - 22° | PIE | 289° - 15° | 325° - 19° | NDA | 341° + 15° | PER |
| jul 15 | 298° - 21° | 32° - 48° | 294° - 14° | 329° - 19° | 316° - 10° | | 12° + 51° |
| jul 20 | | | 299° - 12° | 333° - 18° | 319° - 9° | SIA | 18° + 52° |
| jul 25 | | | 303° - 11° | 337° - 17° | 323° - 9° | 322° - 17° | 23° + 54° |
| jul 30 | KCG | | 308° - 10° | 340° - 16° | 327° - 8° | 328° - 16° | 29° + 55° |
| aug 05 | 283° + 58° | NIA | 313° - 8° | 345° - 14° | 332° - 6° | 334° - 15° | 37° + 57° |
| aug 10 | 284° + 58° | 317° - 7° | 318° - 6° | 349° - 13° | 335° - 5° | 339° - 14° | 43° + 58° |
| aug 15 | 285° + 59° | 322° - 7° | | 352° - 12° | 339° - 4° | 345° - 13° | 50° + 59° |
| aug 20 | 286° + 59° | 327° - 6° | AUR | 356° - 11° | 343° - 3° | | 57° + 59° |
| aug 25 | 288° + 60° | 332° - 5° | 76° + 42° | | 347° - 2° | | 65° + 60° |
| aug 30 | 289° + 60° | 337° - 5° | 82° + 42° | DAU | | | |

Prvi del tabele pomika radiantov vseh meteorskih rojev od začetka januarja do konca avgusta. Manjkata samo roja PAU in PHO. Radianta teh dveh rojev sta skozi vso noč (v času svoje aktivnosti) zelo nizko nad obzorjem in tako sta iz naših krajev neprimerna za opazovanje!

| | | | | | | | |
|--------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------|
| sep 05 | | | AUR 88° + 42° | DAU 55° + 46° | | | |
| sep 10 | | | | 60° + 47° | SPI 357° - 5° | | |
| sep 15 | | | | 66° + 48° | 1° - 3° | | |
| sep 20 | | | | 71° + 48° | 5° - 1° | | |
| sep 25 | NTA | STA | | 77° + 49° | 9° 0° | | |
| sep 30 | 21° + 11° | 23° + 5° | ORI | 83° + 49° | 13° + 2° | | |
| okt 05 | 25° + 12° | 27° + 7° | 85° + 14° | 89° + 49° | | GIA | |
| okt 10 | 29° + 14° | 31° + 8° | 88° + 15° | 95° + 49° | | 262° + 54° | |
| okt 15 | 34° + 16° | 35° + 9° | 91° + 15° | | EGE | | |
| okt 20 | 38° + 17° | 39° + 11° | 94° + 16° | | 99° + 27° | | |
| okt 25 | 43° + 18° | 43° + 12° | 98° + 16° | | 104° + 27° | | |
| okt 30 | 47° + 20° | 47° + 13° | 101° + 16° | | 109° + 27° | | |
| nov 05 | 53° + 21° | 52° + 14° | 105° + 17° | | | | |
| nov 10 | 58° + 22° | 56° + 15° | | LEO | AMO | | |
| nov 15 | 62° + 23° | 60° + 16° | | 150° + 23° | 113° - 5° | | |
| nov 20 | 67° + 24° | 64° + 16° | XOR | 153° + 21° | 117° - 6° | | |
| nov 25 | 72° + 24° | 69° + 17° | 75° + 23° | | 121° - 7° | MON | PUP |
| nov 30 | | | 80° + 23° | HYD | | 91° + 8° | 120° - 45° |
| dec 05 | COM | GEM | 85° + 23° | 122° + 3° | | 96° + 8° | 122° - 45° |
| dec 10 | 169° + 27° | 108° + 33° | 90° + 23° | 126° + 2° | | 100° + 8° | 125° - 45° |
| dec 15 | 173° + 26° | 113° + 33° | 94° + 23° | 130° + 1° | URS | 104° + 8° | 128° - 45° |
| dec 20 | 177° + 24° | 118° + 32° | | | 217° + 75° | | |

Drugi del tabele pomika radiantov vseh meteorskih rojev od septembra do decembra.

Koordinate radianta v drugih dneh aktivnosti roja izračunamo iz teh dveh tabel s pomočjo interpolacije.

Vse tri tabele so povzete po 1998 IMC Meteor Shower Calendar.

13. Neuradno poročilo *Stanka Hribar*

7.8.1997

Osebe: Mihaela, Gabrijela, Stanka, Alja, Uroš, Niko, Jože, Suzana, Vesna, Marija.

Javornik, gora, pot, prah, smeh... Mi, pozdravi, veselje, ciklame, vetrič...

To so bili bežni trenutki tabora PAMET '97 na Javorniku, ki smo ga otvorili izredno znanstveno, in sicer s predavanjem o malih kometih, ki ga je izpeljal Nikolaj Štritof. Predavanje so spremljali medklici, nekateri polni zanimanja, drugi tihi in zaspani.

Torej, glavna značilnost tabora: delavno in zaspano.

8.8.1997

Naslednji dan smo poslušali Mihaelo.

Vzdušje: nespremenjeno

Temperatura: neznana, vendar nenehno naraščujoča, vzporedno z razvnetostjo v "debatih".

Uroš je imel predavanje o astrofotografiji, ki pa ga ni, po petminutnem odmoru, ki se je raztegnil v neskončnost, nikoli dokončal. Vsekakor pa je bil naš glavni kuhar. Poglavitna značilnost: izredno okusno.

Osebe: vsi prejšnji udeleženci + dva nova osebka.

Dobili smo torej okrepitev, prišla sta Biba in Igor + hrana. Glavni štab si je sedaj v kuhinji postavila Biba.

Osebe: prejšnji + neznana leteča objekta z imeni Saša in Vjera. Oba sta se hitro "vklopila" in zaradi njiju, pa tudi Marije in Vesne, se sedaj preizkušamo v srbohrvaščini. Včasih nismo vsi na isti frekvenci, a to je zanemarljivo (bi rekel Uroš, ki je fizik, Suzana pa bi ta podatek dosledno upoštevala, saj je matematik), samo da smo v harmoniji z vesoljem.

Vreme: pretežno jasno.

Opazovanje: vizualno (meteorji + mali kometi).

Počutje: pretresljivo (toda ne v šokantnem pomenu besede, ampak v čutnem, saj je vse zeblo kot "cucke").

Rezultat: nekateri meteorji zabeleženi, drugi naj počivajo v miru.

9.8.1997

Naslednji dan: Mihaela išče "sponkač", Alja, Marija in Vesna spiyo, Uroš deli nasvete in pomoč, ki je izredno dobrodošla, še posebno zame, saj pozdravi vse moje sončne opeklino s svojo kremo, Gabrijela pa s svojo njegove.

Suzana pridno študira matematiko, Gabrijela se ukvarja z biologijo, botaniko pa vneto razlaga vsem nestalnim prebivalcem naše države in vsem vedoželjnim, Jože pa mrzlično išče svojo "kofi". (ps. Za observatorijem je Niko odkril pravo pravcato brezno, ki je kar nekaj časa zaposlovalo našo pozornost, vendar pa njegova usoda ni v naših rokah.)

In sedaj, pozor! Zakonca Grom praznujeta! Kaj pa? Vsak svoj rojstni dan, seveda. Načrt: piknik, podrobnosti: top secret. Vsi zadovoljni, najbolj pa Uroš, ki mi zaupa, da se počuti kot Jezus Kristus, ko le-ta deli hrano sestradanim ljudem.

10.8.1997

V nedeljo smo obdelali vse podatke, se fotografirali in... skratka, na najbolj nedelavni dan v tednu smo "garali". Pa tudi posodobili smo se, saj so bili trije opazovalci preko slušalk povezani z zapisovalcem, ki se je grel v observatoriju.

11.8.1997

Prilagajanje na okolje je popolnoma uspelo: Gabrijela že uspešno navezuje stike z drugimi živimi bitji, prednost pa imajo predvsem krastača, kuščarji, kobilice...

Suzana, vedno skrivnostno tiha, sedi pred hišo in obupuje nad svojim projektom, Alja pa svojega že končuje, saj gre dva dni prej domov. Aljo smo "baje" povabili samo zato, da bi nam čistila očala in nas zalagala z robčki (samostalnik se izgovori skupaj s predlogom pred njim, bi rekel naš urednik Uroš). Verjetno že pogreša Janjo, ki ga je varno pospremila nazaj do observatorija z njegovega nočnega sprehoda (ps. Po VIP smo izvedeli, da naj bi ga celo nesla).

Za Mihaelo pa velja: ko je ne vidiš, jo pa slišiš. Njeno geslo: nazaj k naravi! In tako se človeku nehote postavi nedolžno vpašanje, ali velja to tudi za njen odnos do Jožeta.

Drugi par pa sta naša civilizirana indijanca Saša in Vjera oz. Vinetu in Ribana, ki sta si postavila wigwam kar v observatoriju.

Zame si je Biba izbrala takole oznako: "Vedno nasmejana in pojoča ter pripravljena pomagati tudi pri neastronomskih opravilih." Gabrijela pa se je smejala moji meditaciji na vrhu Javornika.

Uvek spavajuče devojčice sta Marija in Vesna. Da ne bi bilo nesporazuma: prebedita vse noči in skrbno zapisujeta meteorje, nato pa ves dan obdelujeta podatke na drugačan in bolj zamuden način kot mi. Marija je videla največ meteorjev, Vesna pa slovi po svoji kavi.

Tabora pa se udeležujejo tudi zakonski pari. Primerek: Biba in Igor. Simpatična Gromkova žena pa skrbi poleg hrane tudi za naše dobro počutje, saj se posveti vsakemu od nas in nam lajša nočne urice. Za Igorja pa pravi, da je pravi videomaniak. (ps. Biba obožuje tango z Urošem, če pa le-ta spi, pride prav tudi metla.)

12.8.1997

Po naporni noči smo zjutraj nekateri še nabrali dovolj moči in se povzpeli na vrh Javornika.

Vreme: vetrovno.

Višina: 1240m.

Razgled: nepozaben.

Po vrnitvi smo se najprej pogreli na soncu, nato pa smo se lotili pisanja poročil. Gabrijela nas je zvečer zabavala ob opazovanju meteorjev, saj je na Mihaelino vprašanje kakšne magnitude je bil meteor in kateremu roju je pripadal odgovorila: "Tam dol' nekje je šel, ne vem kok', od tam dol!" Mihaela pa je videla zelo zanimiv meteor, ki je pripadal redkemu roju "Cigaretoïdov".

13.8.1997

Tokrat trinajsti ni bil na petek, zato nam ni prinesel slabega vremena. Obarvali smo ga s poročili, pa tudi na sprostitev nismo pozabili. Spesnili smo celo pesmico:

*Where have all the young girls gone?
To the mountain Javornik
To see the starry sky and handsome boys.*

*Where have all the young boys gone?
To the mountain Javornik
To observe the stars and girls in clearly windy nights.*

*Why have all these people come
To the mountain Javornik?
To enjoy the company and drink good old ice tea.*

*And they had a marvellous time through the day and all the nights.
When will they come again?
When will they come again?*

14.8.1997

Javornik, meteorji, meteorji, meteorji in seveda tudi bolidi!
Osebe: utrujene in zaspane, a bogatejše za nekaj lepih trenutkov.
Misel: *teh sedem dni na Javorniku je utrinek, ki žari v večnosti.*

14 Udeleženci



Slika 12: Nekateri udeleženci tabora PAMET'97. Zadaj od leve proti desni: Biba, Janja, Mihaela, Jože, Suzana, Alja. Spredaj: Igor, Marija, Vesna, Stanka, Gabrijela. Leži: Uroš.

Alja **BAJC**, Tekačevo 18, 3250 Rog. Slatina, 063-815-116, roj. 9.7.1980

Uroš **ČOTAR**, (doma) Martinuči 1, 5292 Renče, 065-53-438, (študij) Kovaška 2, 1117 Lj. Dravlje, 061-1591-723, roj. 13.9.1973, uros.cotar@fmf.uni-lj.si

Biba **GROM**, Kušarjeva 7, 1000 Ljubljana, 061-1683-850, roj. 10.8.1959

Igor **GROM**, Kušarjeva 7, 1000 Ljubljana, 061-1683-850, roj. 4.8.1948

Stanka **HRIBAR**, Parižlje 71a, 3314 Braslovče, 063-722-349, roj. 13.10.1978

Vjera **MIOVIĆ**, Zeleni venac 4, 11000 Beograd, +381 (011) 634-830, roj. 6.11.1975, vjera@afrodita.rcub.bg.ac.yu

Saša **NEDELJKOVIĆ**, Cerska 95, 11000 Beograd, +381 (011) 591-920, roj. 8.9.1975, sall@afrodita.rcub.bg.ac.yu

Jože **PRUDIČ**, Tacenska 7, 1000 Ljubljana, 061-52-735, roj. 1.3.1972

Vesna **SLAVKOVIĆ**, (doma) Stražilovska 9, 21000 Novi Sad, +381 (021) 23-617,

(študij) M.Popovića 26, 11070 N.Beograd, stan Veljkovića (za Vesnu), +381 (011) 121-750, roj. 11.11.1974

Nikolaj ŠTRITOF, Kušarjeva 7, 1000 Ljubljana, 061-1683-850, roj. 6.2.1965

Gabrijela TRIGLAV, Podkraj 10c, 3320 Velenje, 063-862-343, (študij) C. v Mestni log 70, 1000 Ljubljana, 061-331-901, soba 147, 061-331-511, roj. 17.9.1976

Mihaela TRIGLAV, Podkraj 10c, 3320 Velenje, 063-862-343, (študij) C. v Mestni log 70, 1000 Ljubljana, 061-331-901, soba 147, 061-331-511, roj. 17.9.1976, mtriglav@ru.fagg.uni-lj.si

Suzana VEREN, Savska 4a, 4248 Lesce, 064-718-528, roj. 15.8.1974, suzana.veren@fmf.uni-lj.si

Marija VUCELJA, Steve Todorovića 45, 11000 Beograd, +381 (011) 553-585, roj. 12.11.1978, vucma@corona.yfnet.org.yu

GOSTI

Iztok HUMAR, Mencingerjeva 5, 4000 Kranj, 064-223-064

Nataša PETELIN, Trčova 207, 2000 Maribor, 062-514-044, roj. 30.12.1971

Albin LOŽAR, Ižanska c. 293, 1108 Ljubljana, 061-127-23-79, roj. 11.8.1971, albin.lozar@amadej.si

Janja PLAZAR, (doma) Cesta XV/2 Prade, 6000 Koper, 066-261-064, (študij) Slovenska 9b, 1000 Ljubljana, 061-125-1412, roj. 28.8.1975

Roman VERHOVŠEK, Dolenjska c. 162, 1108 Ljubljana, 061-127-46-98, roj. 23.4.1971, roman.verhovsek@kiss.uni-lj.si

15. Priloga A: Opisi bolidov zbrala Mihaela Triglav

Po laboru sem spoznala, da nič ne koristi, če imamo naše opazovalne podatke varno uskladiščene na Javorniku. Tako sem najprej poslala naprej (na IMO) summary reporte, potem pa še naša opazovanja bolidov. Moram priznati, da brskanje med tolikimi papirji in iskanje istih bolidov, ni ravno najbolj neutrudljivo delo. Vendar zna biti tudi zelo zanimivo, ko naletiš na Vesnine formularje, ki so lepo 'grafično' okrašeni. Kljub lepi beri bolidov, letošnji Perzeidi niso postregli s takšnim številom svetlih bolidov. Med vsemi podatki sem naštel 19 različnih bolidov v sedmih opazovalnih nočeh. Torej smo povprečno videli slabe tri bolide na noč! Najsvetlejši je imel sij -5 magnitude! Nekaj od teh bolidov je ujel tudi Igor na video (glej njegov članek v poročilu.).

Kdor se hoče videti omenjenega v mednarodni literaturi, pa naj hitro zbrska Fidac news (IMO) avgustovsko številko 1997 v kateri je zanesljivo vsaj enkrat omenjen (seveda če je opazil kakšen bolid in se zato nahaja v spodnjem spisku!).

Za boljšo uporabnost spodaj nanizanih bolidov podajam še koordinate Javorniškega observatorija:

$$\lambda = 14^{\circ} 03'52'' \text{ E } \varphi = 45^{\circ} 53'39'' \text{ N } h = 1140\text{m}$$

Ker pa je ta bilten že tako mednaroden, sem pustila opise bolidov kar v takšni obliki kot sem jih poslala na IMO.

Pri opisu kotne hitrosti smo uporabljali skalo, ki je pa bila žal obratno definirana, kot je skala uporabljena v Fireball reportih. Za nadaljno uporabo si zapomnite, da poleg opisa hitrosti podate tudi definicijo skale za razporeditev meteorjev glede na njihovo hitrost (zaradi mene je lahko skala a b c d e), tako da tisti, ki potem ureja podatke, ni v dvomih.

Scale number: 0=stationary, 1=very slow, 2=slow, 3=medium, 4=fast, 5=very fast

Night 8/9.8. 1997

Time: 21:39:56 UT

Begin: $\alpha = 270^{\circ}$ $\delta = 50^{\circ}$

End: $\alpha = 235^{\circ}$ $\delta = 30^{\circ}$

-3 mag, duration: 2 s, length: 40° , stream: S, scale number: 4 persistent trail, shines twice

Observer: Triglav Gabrijela TRIGA

the same bolid described by second observer:

Time: 21:40:00 UT

Begin: $\alpha = 252^{\circ}$ $\delta = 63^{\circ}$

End: $\alpha = 235^{\circ}$ $\delta = 28^{\circ}$

-4 mag, color: green, scale number: 4

Observer: Slavkovic Vesna SLAVE

the same bolid described by third observer:

Time: 21:40:00 UT

Begin: $\alpha = 252^\circ$ $\delta = 63^\circ$

End: $\alpha = 235^\circ$ $\delta = 28^\circ$

-4 mag, green, scale number: 3

Observer: Vucelja Marija VUCMA

the same bolid described by fourth observer:

Time: 21:39:55 UT

-4 mag, stream: S, duration: 1.5 s, trail

Observer: Plazar Janja PLAJA

Time: 21:49:59 UT

-4 mag, stream: PER, duration: 1,5 s, lenght: 15° , trail

Observer: Plazar Janja PLAJA

Time: 01:17:48 UT

Begin: $\alpha = 287,8^\circ$ $\delta = 19^\circ$

End: $\alpha = 274,5^\circ$ $\delta = -8^\circ$

-3 mag, duration: 0,4 s, duration: 1 s, trail, scale number: 4, stream: PER

Observer: Stritof Nikolaj STRNI

Time: 01:33:25 UT

Begin: $\alpha = 4,5^\circ$ $\delta = -22^\circ$

End: $\alpha = 0^\circ$ $\delta = -37^\circ$

-3 mag, duration: 0,5 s, color: yellow-green, scale number: 3, trail

Observers: Slavkovic Vesna SLAVE

the same bolid described by second observer:

Time: 01:33:23 UT

-3 mag, stream: PER, duration: 0.5 s, lenght: 30° , trail 2 s, scale number: 4, in the middle ends to shine

Observer: Stritof Nikolaj STRNI

the same bolid described by third observer:

Time: 01:33:25 UT

Begin: $\alpha = 4,5^\circ$ $\delta = -22^\circ$

End: $\alpha = 0^\circ$ $\delta = -37^\circ$

-3 mag, duration: 0,5 s, color: green-yellow

Observer: Vucelja Marija VUCMA

Night 9/10.8. 1997

Time: 21:39:38 UT

-3 mag, duration: 0,8 s, lenght: 12°, stream: PER, trail 1 s, shines twice, scale number: 5
Observer: Prudic Joze PRUJO

Time: 21:56:30 UT

-4 mag, duration: 0,2 s, lenght: 30°, stream: PER, scale number: 3, trail gets in two parts, on the end it is brighter
Observer: Bajc Alja BAJAL

Time: 01:08:28 UT

-3 mag, duration: 0,4 s, lenght: 8°, stream: PER, trail, explodes
Observer: Prudic Joze PRUJO

Time: 01:41:27 UT

-4 mag, duration: 1,0 s, lenght: 25°, stream: S, trail
Observer: Prudic Joze PRUJO

Night 10/11.8. 1997

Time: 22:17:28 UT

-3 mag, duration: 0,4 s, lenght: 12°, stream: PER, trail
Observer: Hribar Stanka HRIST

Night 11/12.8. 1997

Time: 23:47 UT

Begin: $\alpha = 350^\circ$ $\delta = +30^\circ$

End: $\alpha = 348^\circ$ $\delta = 15^\circ$

-3 mag, duration: 0,2 s, lenght: 10°, stream: PER, scale number: 5 color: yellow
Observer: Triglav Mihaela TRIMI

Night 12/13.8. 1997

Time: 02:02:50 UT

Begin: $\alpha = 58^\circ$ $\delta = 35^\circ$

End: $\alpha = 64^\circ$ $\delta = 22^\circ$

-3 mag, duration: 0,5 s, lenght: 18°, stream: PER, scale number: 3 color: yellow-white
on 60 procent of it's length starts burning stronger
Observer: Slavkovic Vesna SLAVE

Time: 02:04 UT

-3 mag, duration: 0,2 s, lenght: 4°, stream: PER
Observer: Hribar Stanka HRIST

Time: 02:19:20 UT

Begin: $\alpha = 293^\circ$ $\delta = 85^\circ$

End: $\alpha = 350^\circ$ $\delta = 50^\circ$

-5 mag, duration: 0,5 s, stream: PER, scale number: 4, color: yellow persistent train: 50 s, in the middle dark structure, like the trail went into two parts

Observer: Cotar Uros COTUR

the same bolid described by second observer:

Time: 02:19:20 UT

-5 mag, duration: 0,5 s, stream: PER

Observer: Triglav Gabrijela TRIGA

the same bolid described by third observer:

Time: 02:19:20 UT

Begin: $\alpha = 325,5^\circ$ $\delta = 70,5^\circ$

End: $\alpha = 20,5^\circ$ $\delta = 63,5^\circ$

-5 mag, duration: 1,0 s, stream: S, length: 20° , color: first half blue then second half red

Observer: Slavkovic Vesna SLAVE

the same bolid described by fourth observer:

Time: 02:19:20 UT

Begin: $\alpha = 325,5^\circ$ $\delta = 70,5^\circ$

End: $\alpha = 20,5^\circ$ $\delta = 63,5^\circ$

-5 mag, stream: S, length: 16° , scale number: 4, color: on the beginning blue, then on the end redish

Observer: Vucelja Marija VUCMA

Time: 02:41:32 UT

Begin: $\alpha = 63^\circ$ $\delta = 21^\circ$

End: $\alpha = 75^\circ$ $\delta = 24^\circ$

-3 mag, stream: S, scale number: 4, color: green-blue in the middle ends to shine, then starts shining brighter

Observer: Slavkovic Vesna SLAVE

the same bolid described by second observer:

Time: 02:41:32 UT

Begin: $\alpha = 63^\circ$ $\delta = 21^\circ$

End: $\alpha = 75^\circ$ $\delta = 24^\circ$

-3 mag, stream: S, scale number: 3, color: white-blue, length: 12° , in the middle ends to shine and than starts again brighter -3 mag

Observer: Vucelja Marija VUCMA

Time: 02:43:18 UT

Begin: $\alpha = 40^\circ$ $\delta = 42^\circ$

End: $\alpha = 40^\circ$ $\delta = 26^\circ$

-5 mag, duration: 0,1 s, stream: S, scale number: 4, color: red

shines brighter in the middle and on the end, it slightly illuminated countryside

Observer: Cotar Uros COTUR

the same bolid described by second observer:

Time: 02:43:40 UT

Begin: $\alpha = 95,5^\circ$ $\delta = 43^\circ$

End: $\alpha = 93,8^\circ$ $\delta = 37^\circ$

-4 mag, duration: 1 s, stream: S, scale number: 4, color: green-blue then yellow-orange explodes on 2/3 of its length (green-blue) and continues thorn-shaped and fainter, sharp peak (orange)

Observer: Slavkovic Vesna SLAVE

Night 13/14.8. 1997

Time: 23:50:26 UT

Begin: $\alpha = 12^\circ$ $\delta = -20^\circ$

End: $\alpha = 22^\circ$ $\delta = -15^\circ$

-4 mag, duration: 0,8 s, stream: CAP, scale number: 2, color: red, trail,

Observer: Triglav Mihaela TRIMI

Time: 02:35 UT

Begin: $\alpha = 30^\circ$ $\delta = 20^\circ$

End: $\alpha = 50^\circ$ $\delta = 10^\circ$

-3 mag, duration: 1,4 s, scale number: 4, color: yellow-red

Observer: Miovic Vjera MIOVJ

the same bolid described by second observer:

Time: 02:35 UT

Begin: $\alpha = 32^\circ$ $\delta = 23^\circ$

End: $\alpha = 51^\circ$ $\delta = 12^\circ$

-3 mag, duration: 1,2 s, scale number: 4, color: yellow-red

Observer: Vucelja Marija VUCMA

the same bolid described by third observer:

Time: 02:35 UT

Begin: $\alpha = 30^\circ$ $\delta = 20^\circ$

End: $\alpha = 50^\circ$ $\delta = 10^\circ$

-3 mag, duration: 1,5 s, scale number: 4, color: yellow-red

Observer: Nedeljkovic Sasa NEDSA

Time: 02:52 UT

Begin: $\alpha = 25^\circ$ $\delta = 60^\circ$

End: $\alpha = 0^\circ$ $\delta = 50^\circ$

-4 mag, scale number: 3, color: yellow-red, stream: PER

Observer: Miovic Vjera MIOVJ

the same bolid described by second observer:

Time: 02:52 UT

Begin: $\alpha = 25^\circ$ $\delta = 56^\circ$

End: $\alpha = 3^\circ$ $\delta = 47^\circ$

-4 mag, scale number: 3, color: yellow-red, stream: PER

Observer: Vucelja Marija VUCMA

the same bolid described by third observer:

Time: 02:52 UT

Begin: $\alpha = 25^\circ$ $\delta = 60^\circ$

End: $\alpha = 0^\circ$ $\delta = 50^\circ$

-4 mag, scale number: 3, color: yellow-red, stream: PER

Observer: Nedeljkovic Sasa NEDSA

the same bolid described by fourth observer:

Time: 02:51:10 UT

Begin: $\alpha = 35^\circ$ $\delta = 60^\circ$

End: $\alpha = 5^\circ$ $\delta = 55^\circ$

-3 mag, duration: 0,4 s, color: yellow, scale number: 4, stream: PER

Observer: Triglav Gabrijela TRIGA

Time: 02:54 UT

-3 mag, duration: 1 s, length: 8° , color: yellow, stream: PER

Observer: Nedeljkovic Sasa NEDSA

16. Priloga B: Tabele ZHR

Perzeidi

| IMO koda | Datum | Čas | t_{eff} | N | F | Lm | C | K | ZHR | \pm ZHR |
|----------|-------|-------|-----------|----|------|-----|-----|------|-------|-----------|
| triga* | 08-08 | 21:25 | 1.25 | 11 | 1.20 | 5.4 | 2.9 | 2.05 | 62.0 | 18.7 |
| hrist | 09-08 | 0:00 | 1.02 | 19 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.36 | 38.3 | 8.8 |
| slave | 08-08 | 21:32 | 1.02 | 6 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 2.01 | 17.4 | 7.1 |
| slave | 09-08 | 0:30 | 1.00 | 12 | 1.04 | 6.3 | 1.2 | 1.29 | 19.4 | 5.6 |
| slave | 09-08 | 1:32 | 1.00 | 9 | 1.04 | 6.3 | 1.2 | 1.15 | 13.1 | 4.4 |
| strni | 09-08 | 1:05 | 0.97 | 30 | 1.03 | 6.8 | 0.8 | 1.21 | 29.0 | 5.3 |
| vucma | 08-08 | 21:32 | 1.09 | 8 | 1.01 | 6.4 | 1.1 | 2.01 | 16.9 | 6.0 |
| vucma | 09-08 | 0:30 | 1.00 | 13 | 1.03 | 6.3 | 1.2 | 1.29 | 20.7 | 5.7 |
| vucma | 09-08 | 1:48 | 0.65 | 5 | 1.04 | 6.3 | 1.2 | 1.14 | 11.0 | 4.9 |
| trimi | 08-08 | 21:30 | 1.07 | 7 | 1.03 | 6.0 | 1.6 | 2.02 | 22.0 | 8.3 |
| trimi | 09-08 | 0:00 | 0.77 | 7 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.36 | 18.2 | 6.9 |
| plaja | 08-08 | 21:25 | 1.15 | 9 | 1.00 | 5.5 | 2.5 | 2.05 | 40.6 | 13.5 |
| bajal | 09-08 | 0:35 | 1.13 | 8 | 1.00 | 5.7 | 2.1 | 1.28 | 19.4 | 6.9 |
| vucma | 09-08 | 22:39 | 1.58 | 21 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.64 | 26.9 | 5.9 |
| vucma | 09-08 | 23:58 | 1.03 | 13 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.36 | 20.8 | 5.8 |
| vucma | 10-08 | 1:30 | 1.00 | 16 | 1.00 | 6.0 | 1.6 | 1.16 | 29.0 | 7.3 |
| slave | 09-08 | 22:26 | 1.13 | 4 | 1.00 | 6.2 | 1.3 | 1.70 | 8.0 | 4.0 |
| slave | 09-08 | 23:49 | 1.63 | 19 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.39 | 20.1 | 4.6 |
| slave | 10-08 | 1:19 | 1.37 | 15 | 1.00 | 6.1 | 1.4 | 1.18 | 18.6 | 4.8 |
| versu | 09-08 | 22:24 | 1.13 | 6 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.71 | 13.3 | 5.4 |
| versu | 10-08 | 1:27 | 1.42 | 24 | 1.00 | 6.2 | 1.3 | 1.17 | 26.3 | 5.4 |
| hrist | 09-08 | 23:27 | 2.74 | 23 | 1.00 | 6.0 | 1.6 | 1.45 | 19.7 | 4.1 |
| plaja | 10-08 | 2:20 | 0.55 | 6 | 1.00 | 5.4 | 2.9 | 1.09 | 34.2 | 13.9 |
| trimi | 10-08 | 0:10 | 1.00 | 7 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.33 | 14.1 | 5.3 |
| bajal* | 09-08 | 21:50 | 1.00 | 7 | 1.00 | 5.2 | 3.5 | 1.88 | 45.6 | 17.2 |
| prujo | 09-08 | 23:15 | 1.37 | 13 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.50 | 21.4 | 5.9 |
| prujo | 10-08 | 1:30 | 1.00 | 18 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.17 | 32.3 | 7.6 |
| triga* | 10-08 | 0:03 | 1.00 | 8 | 1.00 | 5.6 | 2.4 | 1.36 | 25.6 | 9.1 |
| slave | 10-08 | 21:20 | 0.92 | 4 | 1.05 | 6.2 | 1.3 | 2.06 | 12.0 | 6.0 |
| trimi | 10-08 | 22:38 | 0.22 | 3 | 1.05 | 5.8 | 1.9 | 1.64 | 44.2 | 25.5 |
| hrist | 10-08 | 22:14 | 1.10 | 6 | 1.04 | 6.0 | 1.6 | 1.75 | 16.0 | 6.5 |
| versu | 10-08 | 22:10 | 1.02 | 4 | 1.00 | 5.9 | 1.8 | 1.77 | 12.3 | 6.2 |
| vucma | 10-08 | 22:14 | 0.58 | 9 | 1.06 | 6.2 | 1.4 | 1.75 | 39.5 | 13.2 |
| nedsa | 10-08 | 22:11 | 0.87 | 6 | 1.02 | 6.2 | 1.3 | 1.77 | 16.6 | 6.8 |
| miovj | 10-08 | 22:11 | 0.87 | 2 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.77 | 6.0 | 4.2 |
| petna | 11-08 | 23:30 | 3.10 | 78 | 1.00 | 5.9 | 1.7 | 1.47 | 64.5 | 7.3 |
| trimi | 11-08 | 23:40 | 1.67 | 42 | 1.00 | 5.9 | 1.8 | 1.44 | 66.7 | 10.3 |
| petna | 12-08 | 2:15 | 1.23 | 48 | 1.00 | 5.7 | 2.1 | 1.11 | 89.5 | 12.9 |
| miovj | 11-08 | 22:35 | 1.00 | 13 | 1.00 | 5.7 | 2.1 | 1.69 | 47.2 | 13.1 |
| nedsa | 11-08 | 22:35 | 1.00 | 17 | 1.00 | 5.8 | 2.0 | 1.69 | 56.1 | 13.6 |
| nedsa | 12-08 | 0:15 | 1.00 | 92 | 1.00 | 5.9 | 1.8 | 1.34 | 217.9 | 22.7 |

| IMO koda | Datum | Čas | t_{eff} | N | F | Lm | C | K | ZHR | \pm ZHR |
|----------|-------|-------|-----------|----|------|-----|-----|------|-------|-----------|
| bajal | 12-08 | 1:48 | 1.78 | 38 | 1.00 | 6.1 | 1.4 | 1.15 | 34.8 | 5.7 |
| versu | 11-08 | 23:14 | 1.30 | 40 | 1.00 | 6.2 | 1.3 | 1.53 | 62.1 | 9.8 |
| versu | 12-08 | 1:13 | 1.57 | 35 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.20 | 31.6 | 5.3 |
| triga | 12-08 | 0:57 | 2.06 | 57 | 1.00 | 5.8 | 1.9 | 1.24 | 63.7 | 8.4 |
| hrist | 11-08 | 22:37 | 2.05 | 48 | 1.00 | 6.2 | 1.4 | 1.63 | 52.8 | 7.6 |
| hrist* | 12-08 | 2:48 | 0.93 | 33 | 1.00 | 4.6 | 6.1 | 1.06 | 232.1 | 40.1 |
| vucma | 11-08 | 22:46 | 1.33 | 44 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.64 | 66.3 | 10.0 |
| vucma | 11-08 | 23:55 | 1.02 | 39 | 1.00 | 6.4 | 1.1 | 1.39 | 58.7 | 9.4 |
| vucma | 12-08 | 1:57 | 0.97 | 68 | 1.00 | 6.1 | 1.4 | 1.14 | 113.2 | 13.7 |
| slave | 11-08 | 22:34 | 0.95 | 23 | 1.00 | 6.1 | 1.4 | 1.70 | 58.5 | 12.2 |
| slave | 11-08 | 23:42 | 1.32 | 38 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.43 | 49.9 | 8.1 |
| slave | 12-08 | 0:46 | 0.60 | 22 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.26 | 57.5 | 12.3 |
| slave | 12-08 | 1:40 | 1.33 | 49 | 1.00 | 6.2 | 1.4 | 1.16 | 57.9 | 8.3 |
| slave | 12-08 | 1:36 | 0.92 | 45 | 1.11 | 6.4 | 1.1 | 1.17 | 69.6 | 10.4 |
| hrist | 13-08 | 1:36 | 0.92 | 45 | 1.11 | 6.4 | 1.1 | 1.17 | 69.6 | 10.4 |
| cotur | 13-08 | 23:58 | 1.66 | 60 | 1.03 | 6.1 | 1.5 | 1.37 | 74.5 | 9.6 |
| cotur | 13-08 | 1:49 | 2.05 | 81 | 1.23 | 6.0 | 1.6 | 1.15 | 89.8 | 10.0 |
| triga | 13-08 | 1:51 | 2.22 | 87 | 1.03 | 5.8 | 2.0 | 1.14 | 91.8 | 9.8 |
| miovj | 13-08 | 0:40 | 1.00 | 37 | 1.02 | 5.7 | 2.1 | 1.27 | 103.0 | 16.9 |
| nedsa | 13-08 | 0:40 | 1.00 | 38 | 1.02 | 6.0 | 1.6 | 1.27 | 79.4 | 12.9 |
| slave | 13-08 | 0:05 | 1.02 | 38 | 1.09 | 6.2 | 1.3 | 1.36 | 73.4 | 11.9 |
| slave | 13-08 | 0:57 | 0.70 | 36 | 1.07 | 6.3 | 1.2 | 1.23 | 83.9 | 14.0 |
| slave | 13-08 | 2:07 | 1.25 | 54 | 1.12 | 6.1 | 1.5 | 1.12 | 81.1 | 11.0 |
| trimi | 12-08 | 23:18 | 1.33 | 30 | 1.01 | 6.0 | 1.6 | 1.50 | 54.0 | 9.9 |
| vucma | 13-08 | 0:04 | 1.00 | 76 | 1.01 | 6.3 | 1.2 | 1.37 | 129.1 | 14.8 |
| vedsu | 14-08 | 0:17 | 1.23 | 12 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.32 | 15.5 | 4.5 |
| vedsu | 14-08 | 1:26 | 0.65 | 5 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.18 | 13.2 | 5.9 |
| nedsa | 14-08 | 1:50 | 1.50 | 52 | 1.00 | 6.2 | 1.3 | 1.14 | 52.6 | 7.3 |
| vucma | 14-08 | 1:50 | 1.67 | 90 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.14 | 76.5 | 8.1 |
| trimi* | 13-08 | 22:35 | 1.00 | 7 | 1.00 | 5.2 | 3.6 | 1.69 | 42.6 | 16.1 |
| trimi | 14-08 | 0:04 | 1.38 | 14 | 1.00 | 5.9 | 1.8 | 1.37 | 24.7 | 6.6 |
| slave | 14-08 | 1:10 | 0.87 | 22 | 1.00 | 6.3 | 1.3 | 1.22 | 39.1 | 8.3 |
| slave | 14-08 | 2:00 | 0.60 | 33 | 1.06 | 6.2 | 1.3 | 1.14 | 81.7 | 14.2 |
| triga | 14-08 | 0:27 | 2.18 | 32 | 1.00 | 5.8 | 2.0 | 1.31 | 39.4 | 7.0 |
| triga | 14-08 | 2:13 | 1.58 | 39 | 1.00 | 5.8 | 2.0 | 1.12 | 53.9 | 8.6 |
| miovj | 14-08 | 1:50 | 1.50 | 36 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.15 | 40.5 | 6.7 |

Tabela: Pri izračunu ZHR je uporabljen populacijski indeks r Perzeidov 2,6. Opazovalci označeni z zvezdico niso vrisani v graf ZHR, zaradi prevelike napake, ki jo prinese premajhen mejni sij neba teh opazovalcev!

Akvaridi

| IMO koda | Datum | Čas | t_{eff} | N | F | Lm | C | K | ZHR | \pm ZHR |
|----------|-------|-------|-----------|---|------|-----|-----|------|------|-----------|
| triga* | 08-08 | 21:25 | 1.25 | 5 | 1.20 | 5.4 | 3.8 | 1.71 | 31.6 | 14.1 |
| hrist | 09-08 | 0:00 | 1.02 | 3 | 1.00 | 6.1 | 1.7 | 1.32 | 6.6 | 3.8 |
| slave | 08-08 | 21:32 | 1.03 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.67 | 2.7 | 2.7 |
| slave | 09-08 | 0:30 | 1.00 | 2 | 1.04 | 6.3 | 1.3 | 1.33 | 3.5 | 2.5 |
| slave | 09-08 | 1:38 | 1.00 | 1 | 1.04 | 6.3 | 1.3 | 1.42 | 1.9 | 1.9 |
| vucma | 09-08 | 0:30 | 1.00 | 2 | 1.03 | 6.3 | 1.3 | 1.33 | 3.5 | 2.4 |
| trimi | 08-08 | 21:30 | 1.07 | 3 | 1.03 | 6.0 | 1.8 | 1.68 | 9.0 | 5.2 |
| trimi | 09-08 | 0:00 | 0.77 | 2 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.32 | 5.6 | 4.0 |
| prujo | 10-08 | 1:30 | 1.00 | 4 | 1.00 | 6.1 | 1.7 | 1.40 | 9.7 | 4.9 |
| trimi | 10-08 | 0:10 | 1.00 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.7 | 1.32 | 2.3 | 2.3 |
| plaja* | 10-08 | 2:20 | 0.55 | 1 | 1.00 | 5.4 | 3.8 | 1.55 | 10.8 | 10.8 |
| hrist | 09-08 | 23:27 | 1.74 | 3 | 1.00 | 6.0 | 1.8 | 1.34 | 4.3 | 2.5 |
| versu | 09-08 | 22:24 | 1.13 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.46 | 2.1 | 2.1 |
| slave | 09-08 | 22:26 | 1.13 | 5 | 1.00 | 6.2 | 1.4 | 1.46 | 9.3 | 4.2 |
| slave | 09-08 | 23:49 | 1.63 | 2 | 1.00 | 6.3 | 1.3 | 1.33 | 2.2 | 1.5 |
| vucma | 09-08 | 43:58 | 1.03 | 1 | 1.00 | 6.3 | 1.3 | 1.32 | 1.6 | 1.6 |
| hrist | 10-08 | 22:14 | 1.00 | 1 | 1.04 | 6.0 | 1.8 | 1.50 | 2.9 | 2.9 |
| versu | 10-08 | 22:10 | 1.02 | 1 | 1.00 | 5.9 | 2.1 | 1.51 | 3.1 | 3.1 |
| nedsa | 12-08 | 0:15 | 1.00 | 1 | 1.00 | 5.9 | 2.1 | 1.32 | 2.8 | 2.8 |
| petna* | 12-08 | 2:15 | 1.23 | 3 | 1.00 | 5.7 | 2.6 | 1.54 | 9.9 | 5.7 |
| trimi | 11-08 | 23:40 | 1.76 | 5 | 1.00 | 5.8 | 2.4 | 1.33 | 8.9 | 4.0 |
| versu | 11-08 | 22:34 | 1.30 | 4 | 1.00 | 6.2 | 1.4 | 1.44 | 6.3 | 3.2 |
| versu | 12-08 | 1:13 | 1.57 | 3 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.37 | 3.2 | 1.9 |
| bajal | 12-08 | 1:48 | 1.78 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.44 | 1.3 | 1.3 |
| hrist | 11-08 | 22:37 | 2.05 | 5 | 1.00 | 6.6 | 0.9 | 1.41 | 3.0 | 1.4 |
| triga | 12-08 | 0:57 | 2.06 | 5 | 1.00 | 5.8 | 2.2 | 1.35 | 7.3 | 3.2 |
| vucma | 12-08 | 1:51 | 0.97 | 6 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.45 | 14.0 | 5.7 |
| slave | 11-08 | 22:35 | 0.95 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.43 | 2.4 | 2.4 |
| slave | 11-08 | 23:42 | 1.32 | 4 | 1.00 | 6.3 | 1.3 | 1.33 | 5.2 | 2.6 |
| slave | 12-08 | 0:41 | 0.60 | 2 | 1.00 | 6.3 | 1.3 | 1.33 | 5.9 | 4.2 |
| slave | 12-08 | 1:40 | 1.33 | 2 | 1.00 | 6.2 | 1.5 | 1.42 | 3.2 | 2.2 |
| slave | 13-08 | 0:05 | 1.02 | 1 | 1.09 | 6.2 | 1.4 | 1.32 | 2.0 | 2.0 |
| slave | 13-08 | 0:57 | 0.70 | 1 | 1.07 | 6.3 | 1.3 | 1.35 | 2.7 | 2.7 |
| triga* | 13-08 | 1:51 | 2.00 | 2 | 1.03 | 5.7 | 2.7 | 1.49 | 4.1 | 2.9 |
| cotur | 13-08 | 1:49 | 2.05 | 2 | 1.23 | 6.0 | 1.8 | 1.48 | 3.3 | 2.3 |
| hrist | 13-08 | 1:36 | 0.92 | 1 | 1.11 | 6.4 | 1.1 | 1.45 | 2.0 | 2.0 |
| cotur | 12-08 | 23:58 | 1.66 | 2 | 1.03 | 6.1 | 1.6 | 1.11 | 2.4 | 1.7 |

Tabela: Pri izračunu ZHR je uporabljen populacijski indeks r Severnih δ Akvaridov 3,4. Opazovalci označeni z zvezdico niso vrisani v graf ZHR, zaradi prevelike napake, ki jo prinese premajhen mejni sij neba teh opazovalcev!

Kaprikornidi

| IMO koda | Datum | Čas | t_{eff} | N | F | Lm | C | K | ZHR | \pm ZHR |
|----------|-------|-------|-----------|---|------|-----|-----|------|------|-----------|
| hrist | 09-08 | 0:00 | 1.02 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.34 | 2.0 | 2.0 |
| slave | 08-08 | 21:32 | 1.03 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.4 | 1.40 | 2.0 | 2.0 |
| strni | 09-08 | 1:05 | 0.97 | 1 | 1.03 | 6.8 | 0.8 | 1.49 | 1.2 | 1.2 |
| triga | 10-08 | 0:03 | 1.00 | 1 | 1.00 | 5.6 | 2.3 | 1.35 | 3.1 | 3.1 |
| prujo | 09-08 | 23:15 | 1.37 | 2 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.31 | 2.8 | 2.0 |
| trimi | 10-08 | 0:10 | 1.00 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.36 | 2.0 | 2.0 |
| versu | 10-08 | 1:27 | 1.42 | 2 | 1.00 | 6.2 | 1.3 | 1.60 | 3.0 | 2.1 |
| versu | 09-08 | 22:24 | 1.13 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.4 | 1.32 | 1.7 | 1.7 |
| vucna | 09-08 | 22:39 | 1.58 | 2 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.31 | 2.0 | 1.4 |
| petna | 11-08 | 23:30 | 2.10 | 5 | 1.00 | 5.9 | 1.7 | 1.32 | 5.3 | 2.4 |
| versu | 11-08 | 22:34 | 1.30 | 1 | 1.00 | 6.2 | 1.3 | 1.31 | 1.3 | 1.3 |
| versu | 12-08 | 1:13 | 1.57 | 1 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.55 | 1.2 | 1.2 |
| hrist | 11-08 | 22:37 | 2.05 | 3 | 1.00 | 6.2 | 1.4 | 1.31 | 2.6 | 1.5 |
| triga | 12-08 | 0:07 | 2.06 | 3 | 1.00 | 5.8 | 1.8 | 1.37 | 3.6 | 2.1 |
| hrist* | 12-08 | 2:48 | 0.93 | 1 | 1.00 | 4.6 | 5.7 | 2.30 | 14.1 | 14.1 |
| vucna | 11-08 | 22:46 | 1.33 | 4 | 1.00 | 6.3 | 7.2 | 1.30 | 4.8 | 2.4 |
| slave | 11-08 | 22:35 | 0.95 | 2 | 1.00 | 6.1 | 1.4 | 1.31 | 3.9 | 2.7 |
| slave | 11-08 | 23:42 | 1.32 | 2 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.33 | 2.4 | 1.7 |
| slave | 12-08 | 0:41 | 0.60 | 1 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.44 | 3.0 | 3.0 |
| cotur | 12-08 | 23:58 | 1.66 | 1 | 1.03 | 6.1 | 1.4 | 1.36 | 1.2 | 1.2 |
| slave | 13-08 | 0:04 | 1.02 | 1 | 1.09 | 6.2 | 1.3 | 1.37 | 1.9 | 1.9 |
| slave | 14-08 | 1:10 | 0.87 | 1 | 1.00 | 6.3 | 1.3 | 1.58 | 2.3 | 2.3 |
| trimi | 14-08 | 0:04 | 1.38 | 1 | 1.00 | 5.9 | 1.7 | 1.37 | 1.7 | 1.7 |
| trimi | 13-08 | 22:35 | 1.00 | 1 | 1.00 | 5.2 | 3.4 | 1.30 | 4.5 | 4.5 |

Tabela: Pri izračunu ZHR je uporabljen populacijski indeks r Kaprikornidiov 2,5. Opazovalci označeni z zvezdico niso vrisani v graf ZHR, zaradi prevelike napake, ki jo prinese premajhen mejni sij neba teh opazovalcev!

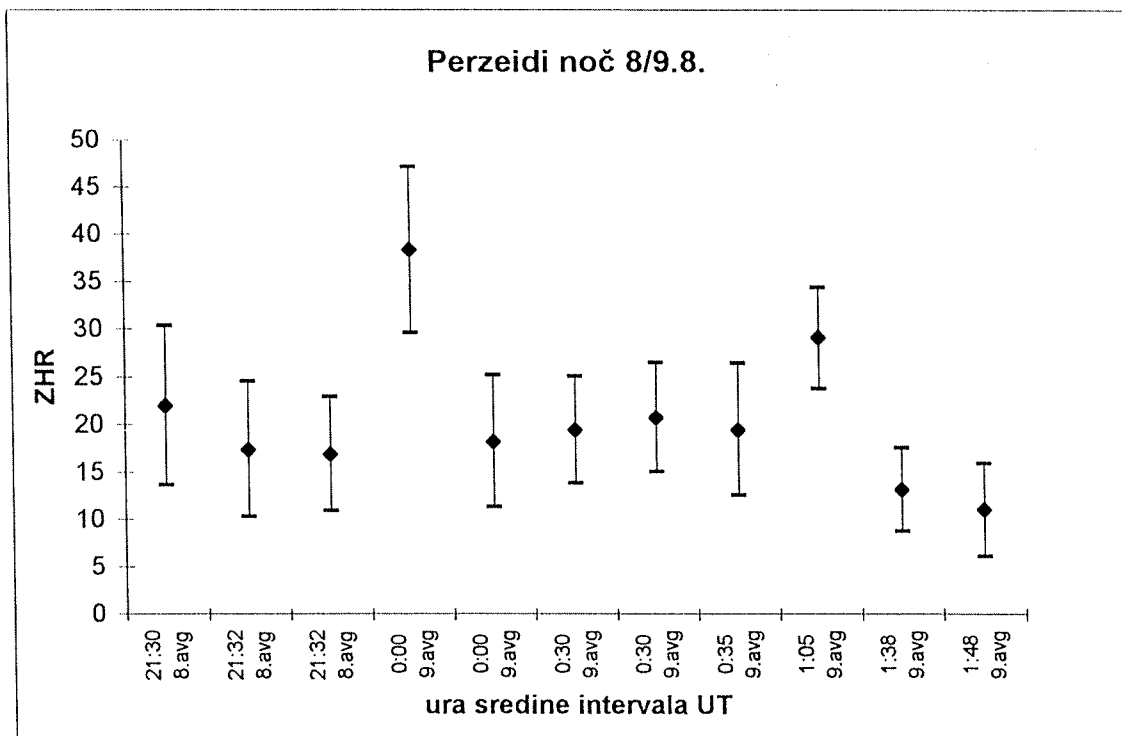
κ Cignidi

| IMO koda | Datum | Čas | t_{eff} | N | F | Lm | C | K | ZHR | \pm ZHR |
|----------|-------|-------|-----------|----|------|-----|-----|------|------|-----------|
| plaja* | 08-08 | 21:25 | 1.15 | 4 | 1.00 | 5.5 | 2.9 | 1.03 | 10.4 | 5.2 |
| bajal | 09-08 | 0:35 | 1.13 | 1 | 1.00 | 5.7 | 2.4 | 1.23 | 2.6 | 2.6 |
| triga* | 10-08 | 0:03 | 1.00 | 1 | 1.00 | 5.6 | 2.7 | 1.18 | 3.2 | 3.2 |
| prujo | 10-08 | 1:30 | 1.00 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.37 | 2.3 | 2.3 |
| prujo | 09-08 | 23:15 | 1.37 | 3 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.11 | 3.9 | 2.2 |
| bajal* | 09-08 | 21:50 | 1.00 | 1 | 1.00 | 5.2 | 4.2 | 1.04 | 4.3 | 4.3 |
| trimi | 10-08 | 0:10 | 1.00 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.6 | 1.19 | 1.9 | 1.9 |
| hrist | 09-08 | 23:27 | 1.74 | 8 | 1.00 | 6.0 | 1.7 | 1.12 | 8.9 | 3.2 |
| slave | 09-08 | 22:26 | 1.13 | 1 | 1.00 | 6.2 | 1.4 | 1.06 | 1.3 | 1.3 |
| slave | 09-08 | 23:49 | 1.63 | 1 | 1.00 | 6.3 | 1.3 | 1.15 | 0.9 | 0.9 |
| petna | 11-08 | 23:36 | 2.10 | 10 | 1.00 | 5.9 | 1.9 | 1.15 | 10.3 | 3.3 |
| petna* | 12-08 | 2:15 | 1.23 | 1 | 1.00 | 5.7 | 2.3 | 1.55 | 2.9 | 2.9 |
| trimi | 11-08 | 23:40 | 1.67 | 1 | 1.00 | 5.9 | 2.0 | 1.15 | 1.4 | 1.4 |
| versu | 11-08 | 22:34 | 1.30 | 1 | 1.00 | 6.2 | 1.4 | 1.07 | 1.1 | 1.1 |
| versu | 12-08 | 1:13 | 1.57 | 2 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.35 | 2.1 | 1.5 |
| bajal | 12-08 | 1:48 | 1.78 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.45 | 1.2 | 1.2 |
| triga | 12-08 | 0:07 | 2.06 | 2 | 1.00 | 5.8 | 2.0 | 1.20 | 2.4 | 1.7 |
| slave | 11-08 | 22:35 | 0.95 | 1 | 1.00 | 6.1 | 1.5 | 1.07 | 1.7 | 1.7 |
| slave | 11-08 | 23:42 | 1.32 | 1 | 1.00 | 6.3 | 1.2 | 1.16 | 1.1 | 1.1 |
| cotur | 12-08 | 23:58 | 1.66 | 2 | 1.03 | 6.1 | 1.6 | 1.18 | 2.3 | 1.6 |
| cotur | 13-08 | 1:49 | 1.05 | 5 | 1.23 | 6.0 | 1.7 | 1.45 | 7.5 | 3.4 |
| triga* | 13-08 | 1:51 | 2.22 | 1 | 1.03 | 5.7 | 2.4 | 1.45 | 1.6 | 1.6 |
| triga | 14-08 | 2:13 | 1.58 | 5 | 1.00 | 5.8 | 2.0 | 1.54 | 10.0 | 4.5 |

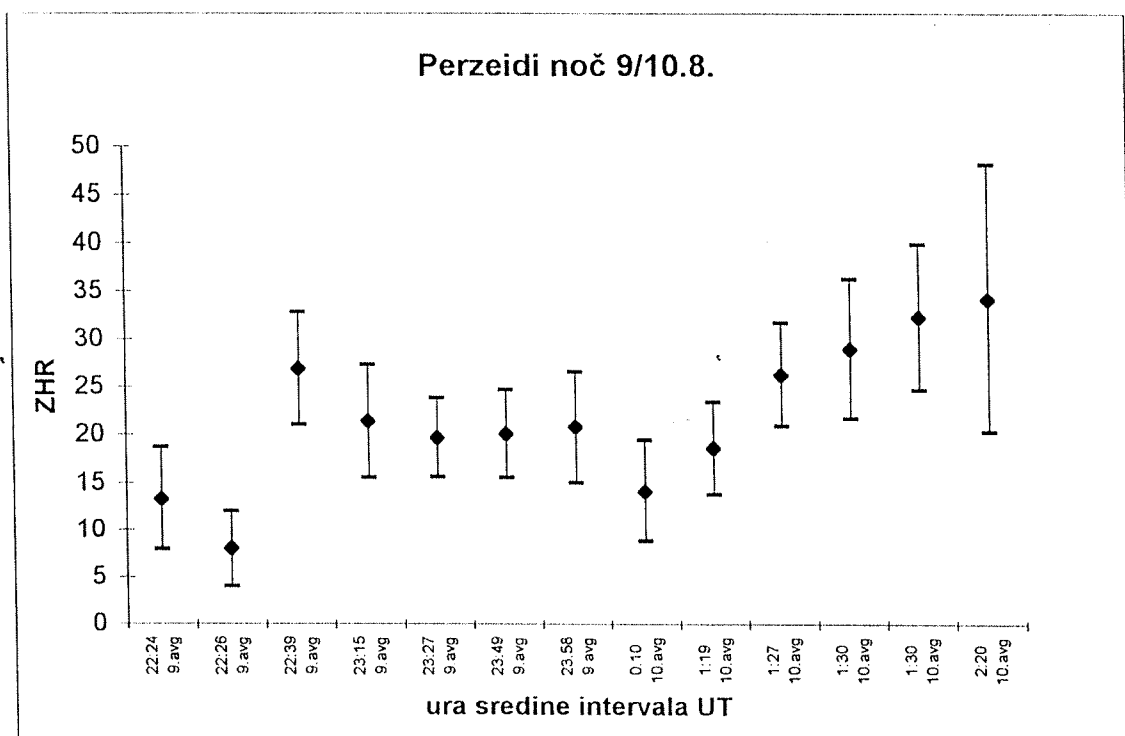
Tabela: Pri izračunu ZHR je uporabljen populacijski indeks κ Cignidov 3,0. Opazovalci označeni z zvezdico niso vrisani v graf ZHR, zaradi prevelike napake, ki jo prinese premajhen mejni sij neba teh opazovalcev!

17. Priloga C: Grafi ZHR

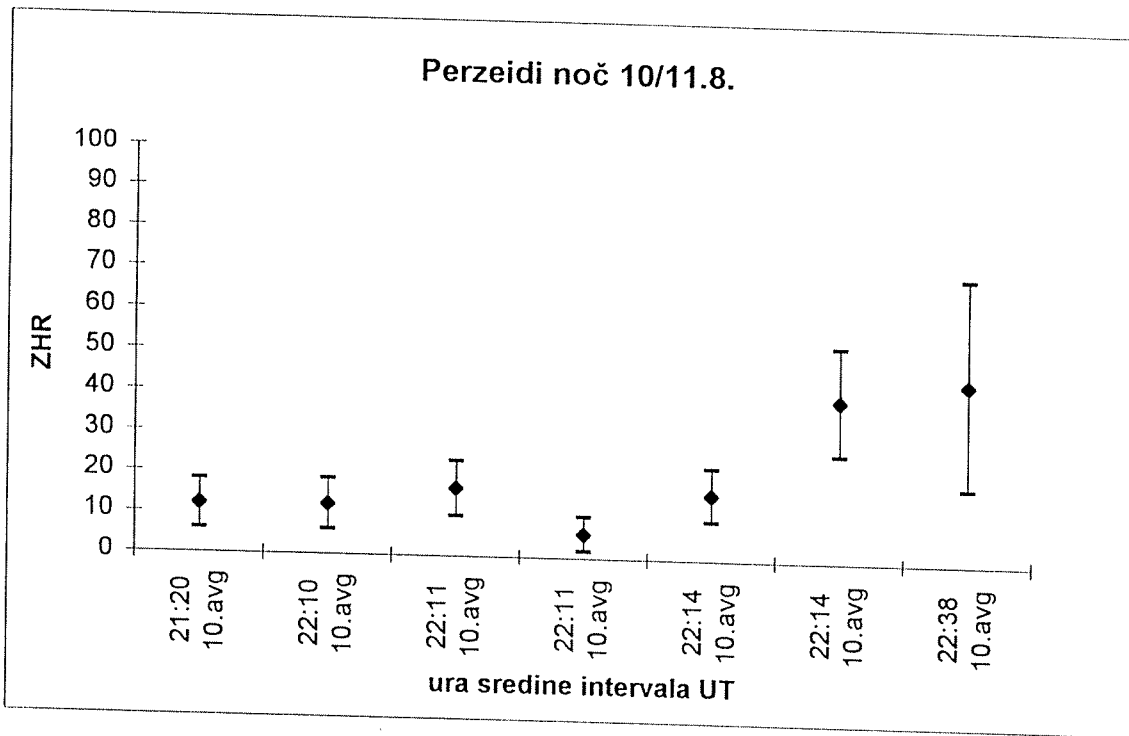
Graf 1: Perzeidi noč 8/9.8. 1997



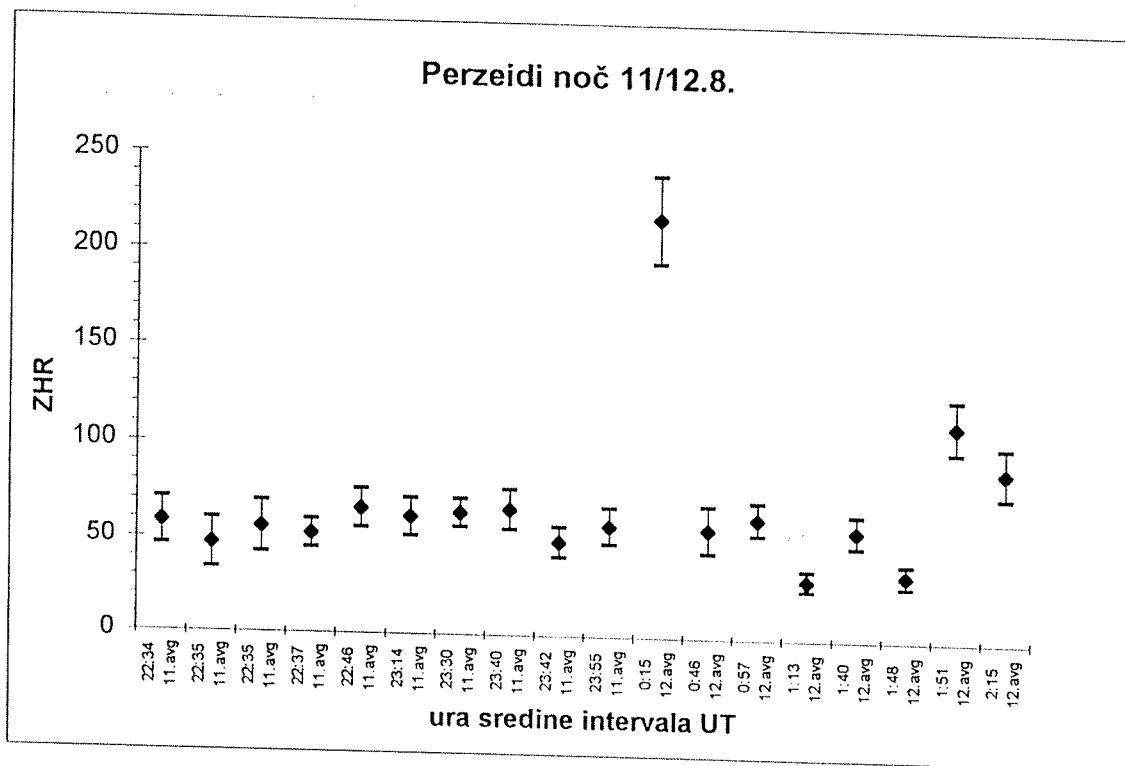
Graf 2: Perzeidi noč 9/10.8. 1997



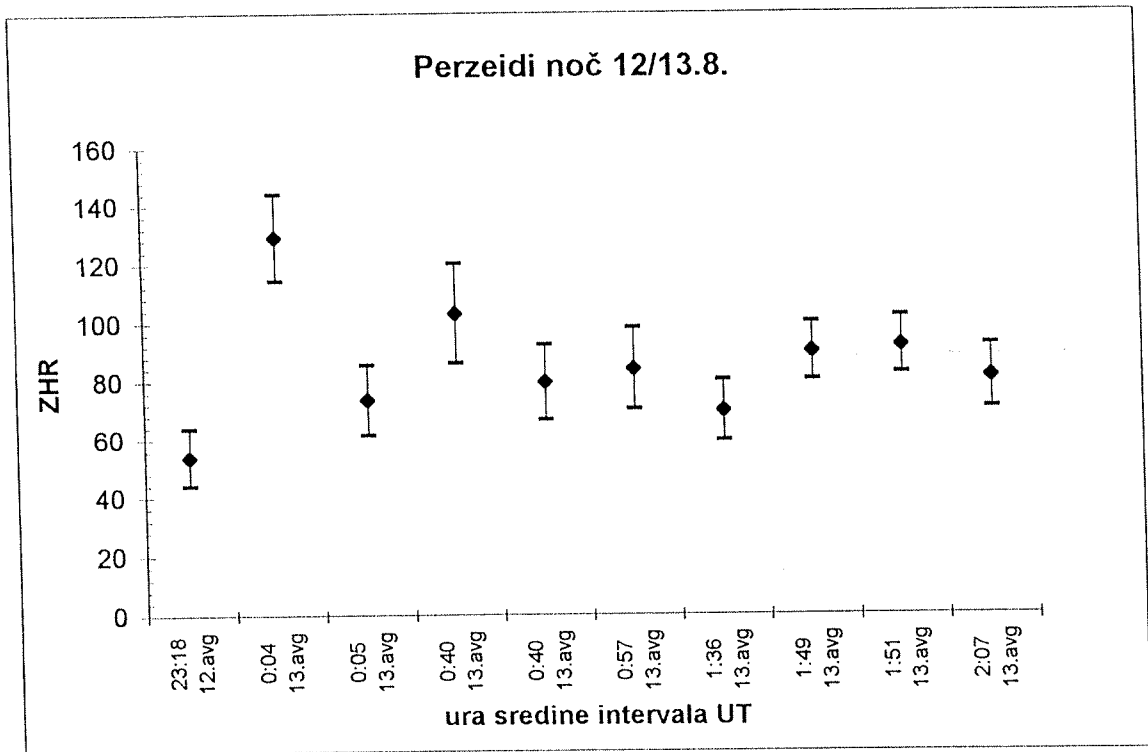
Graf 3: Perzeidi noč 10/11.8. 1997



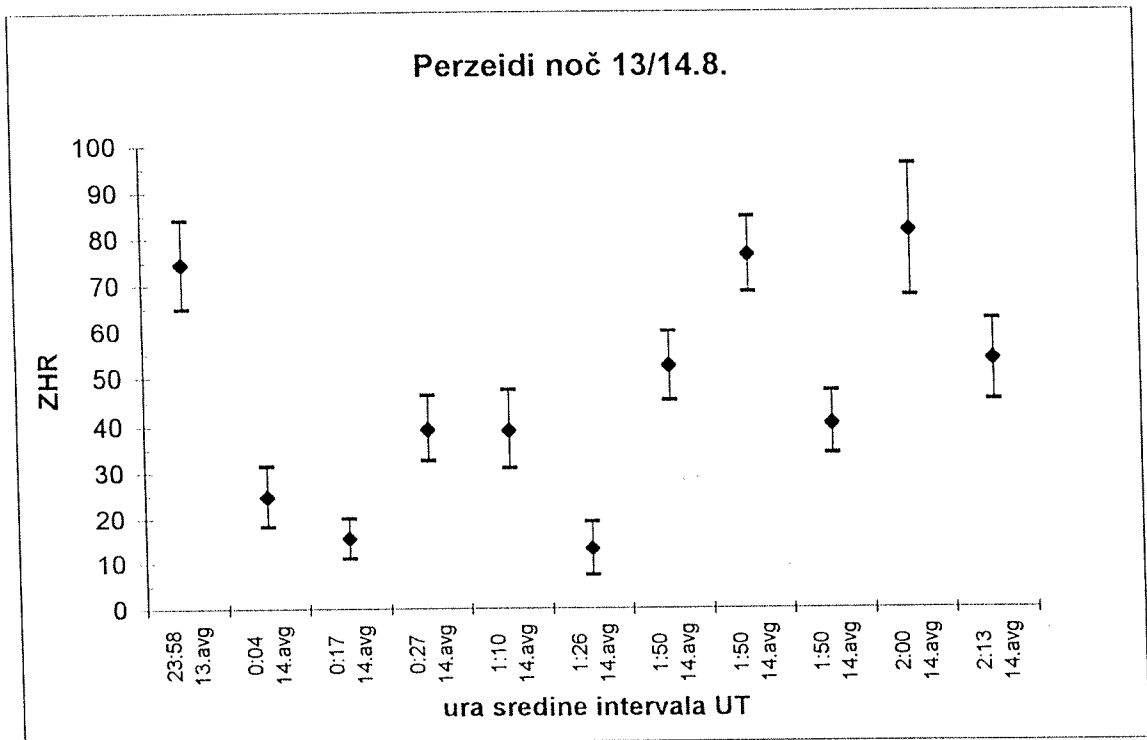
Graf 4: Perzeidi noč 11/12.8. 1997



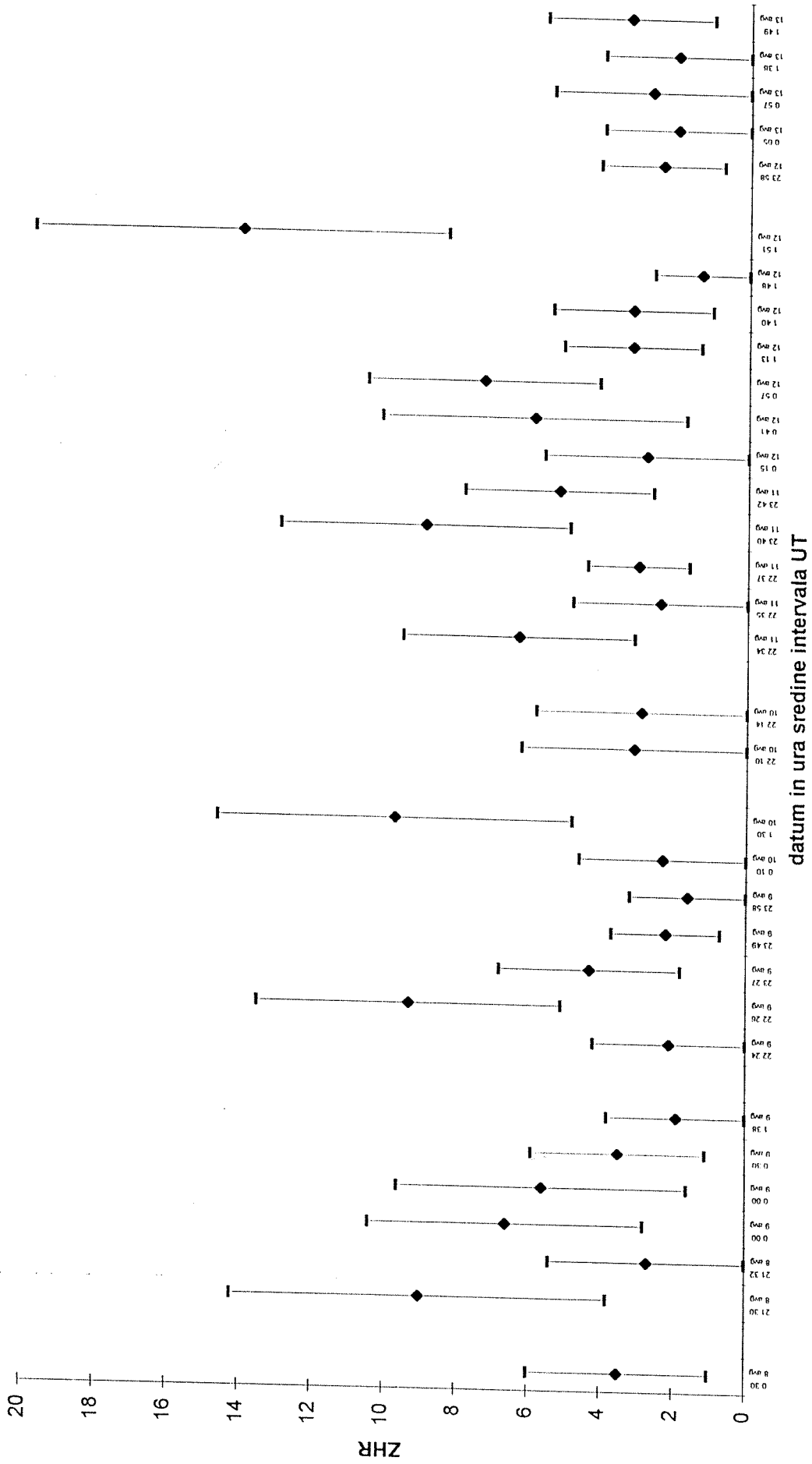
Graf 5: Perzeidi noč 12/13.8. 1997



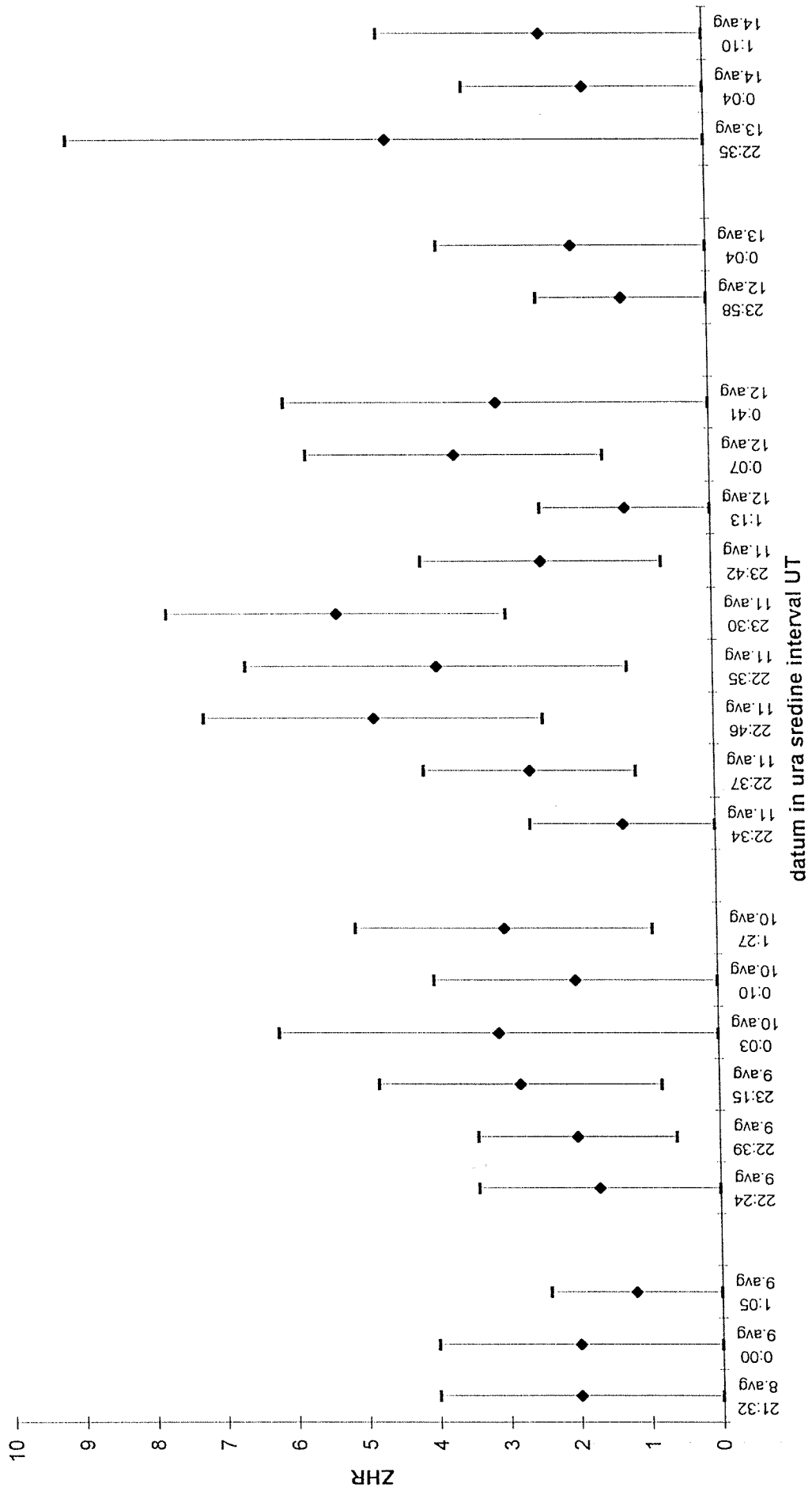
Graf 6: Perzeidi noč 13/14.8. 1997



Akvaridi



Kaprikornidi



κ Cignidi

