

K r a j s k á h v e z d á r e ň P r e š o v

AKO POZOROVAŤ METEORY, ANALÝZY MAGNITÚD A OSOBNÝCH CHÝB VIZUÁLNYCH POZOROVANÍ METEOROV SKUPÍN KH PREŠOV

II. VYDANIE DOPLNENÉ VÝPOČTAMI POZOROVANÍ 1976-1980

Krajská hviezdáreň v Prešove vydáva tento metodický materiál pre vedúcich astronomických krúžkov Východoslovenského kraja s cieľom poskytnúť jednoduchý návod na pozorovanie meteorov s ukážkou spracovania výsledkov pozorovaní.

Rozvoj meteorickej astronómie v posledných rokoch zanechal trvalé stopy aj v odbornej náplni pracovníkov ľudových hviezdární. Pomerne nenáročným formám skupinového vizuálneho pozorovania meteorov sa venuje náležitá pozornosť. Sú vypracované programy pre záchvat pozorovateľov, programy k určeniu frekvencií, rozloženia magnitúd, stôp v pozorovaných rojoch a sporadických meteoroch i mnohé ďalšie. Získaný rozsiahlejší pozorovací materiál ostáva bez kritického vyhodnotenia a porovnania s inými existujúcimi pozorovacími radmi.

Vzhľadom k rozsiahlejším materiálom získaným pozorovaniami od roku 1968 boli uskutočnené analýzy kvality existujúcich materiálov z dvoch hľadísk:

- a/ kvality jednotlivých pozorovateľov zúčastnených na pozorovaníach
- b/ perspektívy ďalšej pozorovateľskej činnosti skupín pozorovateľov.

V prvom vydaní analýz osobných chýb z roku 1980 /metodický materiál KH Prešov/ boli spracované pozorovania rokov 1968 - 1976, hlavne roj Perzeidy a Orionidy. Časť práce pozostávala z analýz sporadického pozadia pozorovaní za uvedené obdobie.

V druhom vydaní metodického materiálu dopĺňujem analýzy osobných škál magnitúd, chýb v odhadoch magnitúdy pozorovateľov z obdobia rokov 1976 - 1980, kde sa nazhromaždil bohatý pozorovací materiál skupín zúčastnených pozorovacích programov v rámci letných expedícií, či programov pozorovania skupín KH Prešov.

Prvá časť práce obsahuje II. vydanie návodu ako pozorovať meteory so stručným prehľadom spracovania základných priemerov magnitúd, frekvencií a ich opráv. Metodický materiál určený astronómickým krúžkom, pracovníkom hviezdární poskytne jednoduchý návod na pozorovanie meteorov a spracovanie výsledkov pozorovaní.

Existujú mnohé rady návodov k pozorovaniam meteorov vizuálne, vizuálne so zakresľovaním, teleskopicky a fotograficky. Dlhoročné skúsenosti s vizuálnymi pozorovaniami priniesli mnohé osvedčené formy skvalitnenia a zjednodušenia pozorovaní, ktoré dôkladným spracovaním umožnia získanie cenných informácií o fyzike medziplanetárnej hmoty.

ZÁKLADY METEORICKEJ ASTRONÓMIE

Skôr než sa dostaneme k praktickým pozorovaniam meteorov, formám pozorovaní a spracovávanía údajov, objasníme si niektoré pojmy meteorickej astronómie:

- a/ dráhová rýchlosť
- b/ hmotnosť meteorov
- c/ fyzikálne deje pri prelete meteoru atmosférou
- d/ rozdelenie meteorov podľa hmotnosti a jasnosti, podľa foriem pozorovania.

A/ DRÁHOVÁ RÝCHLOSŤ

Rýchlosť telesa v dráhe má v každom mieste smer dotyčnice. Môžeme ju rozložiť na dve zložky: radiálnu v smere sprievodiča, tangenciálnu, kolmú k sprievodiču. Okamžitá rýchlosť v_r je daná časovou zmenou dĺžky sprievodiča.

$$v_r = -\frac{dr}{dt}$$

Ak derivujeme rovnicu kuželosečky $r = \frac{p}{1 + e \cos u}$ /kde u je pravá anomália/

podľa času dostaneme najprv:

$$\dot{r} = -\frac{r^2}{p} e \sin u \dot{u}$$

S použitím Newtonovho znenia III. Keplerovho zákona dostaneme

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{k \sqrt{1+m}}{a^{3/2}}$$

T - obežná doba planéty okolo Slnka, m - hmotnosť planéty, a - veľká polos jej dráhy

$$\dot{r} = -\frac{k \sqrt{p}}{p} e \sin u$$

Okamžitá tangenciálna rýchlosť sa môže podobne vyjadriť vzťahom

$$v_t = r\dot{u} = \frac{k \sqrt{p}}{r}$$

Štvorec výslednej rýchlosti je daný súčtom štvorcov oboch zložiek. Dostávame tak po úprave významný vzorec

$$v^2 = k^2 \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

Tu je už rýchlosť vyjadrená v astronómických jednotkách za deň. Pre uľahčenie výpočtov bude lepšie, ak volíme za jednotku rýchlosti rýchlosť Zeme v jej strednej vzdialenosti od Slnka. Docielime to predelením rovnice k^2 . Vzorec potom znie:

$$v^2 = \frac{2}{r} - \frac{1}{a}$$

Potom pre $r=a=1$ bude $v = 1$ /ak chceme prepočítať na rýchlosť v km/s vieme, že stredná rýchlosť Zeme je 29,765 km/s/.

Z predchádzajúceho vzorca vyplýva dôležitý vzťah medzi rýchlosťou a veľkou poloosou dráhy. Ak si predstavíme, že sme v mieste Zeme $r=1$, potom heliocentrická rýchlosť akéhokoľvek telesa, ktoré týmto miestom prechádza, bude daná vzťahom:

$$v^2 = 2 - \frac{1}{a}$$

Pre prevrátenú hodnotu poloosi dostaneme vzťah:

$$\frac{1}{a} = 2 - v^2$$

Ak $v < \sqrt{2}$ je pravá strana kladná, potom aj veľká poloos bude kladná, dráha telesa bude eliptická.

Ak $v = \sqrt{2}$ je $a = \infty$, potom dráha bude parabolická

Ak $v > \sqrt{2}$ je $a < 0$, potom dráha bude hyperbolická.

Uvedená úvaha má mimoriadny význam pre výskum meteorov, najmä k určeniu heliocentrickej rýchlosti. Ak zistíme, že meteor mal heliocentrickú rýchlosť = 42,1 km/s, alebo väčšiu tak do slnečnej sústavy nepatril.

B/ HMOTNOSŤ METEOROV

Meteor 0 magnitúdy /jasnosti/ je asi taký ako hviezda Arktúr v súhvezdí Bootes. Predpokladajme, že v prípade meteoru ide o žiarenie toho istého druhu ako u hviezd, to značí, že ide o tepelné žiarenie. Potom povrchová teplota Arktúra $4\ 000^\circ\text{C}$ bude rovnaká ako teplota horenia meteoroidného telieska v atmosfére. Samozrejme, že Arktúr je vzdialenejší ako meteor preto ak sa nám obe telesá javia rovnako jasné, musí mať hviezda omnoho väčší priemer než samotný meteor. Priemer musí byť taký, aby zdanlivé uhlové priemery boli rovnaké. Ak Arktúr má priemer 0,010",

zodpovedá to skutočnému polomeru meteoroidného telieska vo vzdialenosti 100 km iba 0,48 cm. Pri špecifickej hustote $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ by teda meteor mal hmotnosť 0,48 g. Uvedený odhad je samozrejme veľmi hrubý a nepresný. V skutočnosti meteor nesvieti len tepelným žiarením a samozrejme udaný odhad vzdialenosti bol tiež nepresný. Pokusíme sa urobiť nový, trochu presnejší odhad energie a hmotnosti meteoru.

Predpokladajme, že meteor svietil po dobu 1 sekundy ako hviezda 0 magnitúdy. Podľa vzťahu medzi hviezdou veľkosťou a fyzikálnymi jednotkami osvetlenia dáva meteor osvetlenie

$$E_0 = 2,13 \cdot 10^{-6} \text{ luxov.}$$

Uskutočnime zjednodušenie, že meteor celú dobu svietil vo výške 100 km. Potom vyslal do priestoru svetelnú energiu:

$$\phi = 4\pi h^2 E_0 = 2,68 \cdot 10^5 \text{ lumenov za sekundu}$$

Pretože 1 Watt = 620 lumenov, vyjadríme energiu $\phi = 430 \text{ W s} = 4,3 \cdot 10^9 \text{ ergov.}$ Do výpočtu doplníme predpoklad, že meteor letel rýchlosťou 50 km za sekundu a že všetka jeho kinetická energia sa premenila na žiarenie. Potom hmotnosť môžeme vypočítať zo známej rovnice:

$$\frac{1}{2} mv^2 = \phi$$

$$m = \frac{8,64 \cdot 10^9}{25 \cdot 10^{12}} \text{ g} = 3,46 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

Hoci sa uvedené predpoklady značne líšia výsledkami, záver plynúci z úvah jednoznačne vraví, že meteor je skutočne veľmi malé teliesko.

C/ FYZIKÁLNE DEJE PRI PRELETE METEORU ATMOSFÉROU

Priam neuveriteľným sa nám zdá, že také malé teliesko ako je meteoroid, môže žiariť tak intenzívne, aby bol viditeľný zo vzdialenosti 100 a viac km. Príčina spočíva vo vysokej kinetickej energii. Trochu skúsme porovnávať: zaoceánsky parník o výtlaku 20 000 ton pohybujúci sa rýchlosťou 40 km/hod má kinetickú energiu 10^{16} ergov. Prúdové lietadlo

pohybujúce sa rýchlosťou 1 000 km/hod. má kinetickú energiu už $5 \cdot 10^{15}$ ergov a meteor pri svojom prelete atmosférou vyvinie rovnakú pohybovú energiu. Procesy odohrávajúce sa v zemskej atmosfére sú vlastne prudkými zmenami kinetickej energie na iné druhy energie - /tepelnú či svetelnú/. Môžeme povedať, že niečo podobné vznikne pri zrážke vlakov, páde lietadla.

Položme si otázku? Ako dochádza k týmto úkazom? Čo je meteor?

Vo vysokých vrstvách atmosféry sa meteoroidné teliesko stretáva s molekulami a atómami vzduchu. Spočiatku je to zriedkavo, neskôršie sa počet zrážok telieska s molekulami vzduchu znásobuje. Dochádza k zvýšeniu teploty v mieste nárazu čiastočky vzduchu na meteoroidné teliesko. Z miesta nárazu sa čiastočka meteoroidu odparí. Počet odparených častíc bude závisieť na druhu meteoroidu: kamenný či železný. Tento proces prebiehajúci vo vysokých vrstvách atmosféry nazývame rozprašovaním. Pri rozprašovaní nedochádza k podstatnému úbytku hmoty, ani k veľkému brzdeniu telieska. /len u mikrometeoroidných časticách, ktorých polomer je menší než 10^{-4} cm sa toto štádium prejaví úplným zabrzdením a rozprášením/. Vo výškach pod 120 km sú zrážky meteoroidu s časticami vzduchu už častejšie. Dochádza k podstatnému zvýšeniu teploty celého telieska, ktoré začína horieť. Toto štádium nazývame štádium intenzívneho vyparovania. Rast teploty je veľmi prudký a na niekoľko málo kilometrov vzrastá teplota viac ako na $1\ 000^{\circ}\text{C}$. Meteoroid sa taví a vyparuje. Rozprašovanie síce pokračuje, ale vzhľadom k vyparovaniu, horeniu ho môžeme zanedbať. Podľa mnohých autorov priemerná teplota tavenia teliesok je pre železné meteoroidy $1\ 800\ \text{K}$, a kamenné meteoroidy $1\ 700\ \text{K}$. Pri týchto teplotách sa odparovanie stáva veľmi intenzívne, teliesko horí, čo sa prejaví žiarením vo vizuálnom obore.

Pozrime sa ešte trochu bližšie na štádium rozprašovania meteoroidu. Uvoľnené častice majú vzhľadom na okolitý vzduch, ktorý je v klude, vysokú rýchlosť. Ak sa zrazia s molekulami, či atómami vzduchu, dochádza k ionizácii a to častíc meteoroidu aj vzduchu. Skoro každý meteoroid pri prelete atmosférou spôsobuje ionizáciu a to dvojakého

typu: základnú a sekundárnu. Základná vznikne pozdĺž dráhy, ktorou meteoroid letel a začína sa rozptyľovať stranou približne rýchlosťou 1-100 m/s. Vznikne kúžeľ /valec/ zložený z ionov atmosféry, a ionizovaných molekúl meteoroidného telieska. /fáza intenzívneho rozprašovania/. Pri tom uvažujeme o značnej tepelnej energii, ktorá je asi 100 000 krát väčšia ako energia ionizačná. Prejavuje sa to intenzívnymi zrážkami molekúl a atómov, t.j. termickou ionizáciou. Preto sa v niektorých prípadoch vysvetľuje dlhé trvanie ionizácie. Rekombináciou iontov vysvetľujeme aj svetielkovanie stopy, ktorá býva viditeľná aj niekoľko sekúnd po rozprášení /pohasnutí/ meteoru. Sekundárna ionizácia má pôvod v krátkovlnnom žiarení, ktoré vzniká pri náraze čela telieska na molekuly vzduchu. Je slabšia ako základná a rekombináciu rýchlejšie zaniká.

D/ ROZDELENIE METEOROV

1. Podľa hmoty a jasnosti

a/ mikrometeority	menšie ako 10^{-4} cm /neviditeľné/	0,001 g
b/ teleskopické meteory	slabšie magnitúdy ako 6 magnitúda	0,01-0,25g
c/ lietavice	-4 až 6 magnitúda, viditeľné voľným okom	0,25-2,5g
d/ bolidy	jasnejšie ako -4, -5 magnitúda	viac ako 2,5g až kg
e/ detonujúce bolidy	ako bolidy /spre- vádzané zvukovým efektom/	"-
f/ meteority	-10 magnitúda a jas- nejšie	viac ako kg

2. Podľa druhu pozorovania

- a/ radarové
- b/ teleskopické
- c/ vizuálne
- d/ fotografické /väčšia jasnosť/

Ak by sme prepočítali všetky videné meteory vizuálne pre celú atmosféru Zeme, dostali by sme číslo 5 - 24 miliónov za 24 hodín. Ak k tomuto počtu pridáme pozorovania teleskopické a radarové, potom počet dosiahne milión.

Odhad dopadu väčších meteoritov:

Väčšie ako 4,5 kg - 40 za mesiac

Väčšie ako 3 000 kg - 3 za mesiac

Väčšie ako 50 000 ton - raz za 25 000 rokov

VIZUÁLNE POZOROVANIA METEOROV

Medzi najzákladnejšie pozorovania meteorov patria vizuálne pozorovania, ktoré môžeme rozdeliť na tri hlavné metódy:

a/ jednotlivé /so zakresľovaním/

b/ skupinové

c/ skupinové so zakresľovaním

Do vizuálnych pozorovaní počítame i náročnejšie pozorovanie teleskopické, kde pozorovateľ používa malý ďalekohľad s väčším zorným polom. Naším cieľom bude ozrejmiť základnú problematiku vizuálnych pozorovaní a možnosti základného spracovania získaných výsledkov.

Organizácia pozorovaní

Určovanie základných štatistík meteorických rojev, nakoniec aj pozorovanie sporadických meteorov musí vychádzať z niekoľkých podmienok. Každý pozorovateľ, skupinka pozorovateľov pred započatím pozorovaní vypracuje plán, podľa ktorého bude pozorovanie vykonávať. Buď sa jedná o príležitostné, alebo pravidelné pozorovanie za účelom sústavného dopĺňovania základných údajov a meraných hodnôt pre rôzne roje, sporadické meteory. Výsledky sústavných pozorovaní majú veľký význam i odbornú hodnotu. Pozorovania jednotlivcov nebudeme rozoberať, venujme radšej pozornosť skupinovým pozorovaniam.

1. Skupinka sa vytvorí z 5 pozorovateľov a jedného zapisovateľa. Rozdelenie pozorovacích úsekov nie je ťažké, nakoľko 4 pozorovatelia si rozdelia svetové strany a jeden zenit.
2. Po vytvorení skupinky sa vyberá pozorovacie miesto. Dnes je skutočne veľkým problémom nájsť najmä v mestách stano-
vište, kde nás neruší pouličné osvetlenie. Cenné pozore-

- vania sú tie, ktoré tieto nedostatky nemajú. Pozorovateľ pri dobrých poveternostných podmienkach môže pozorovať hviezdy 5-6 magnitúdy.
3. Po výbere stanovišťa bude potrebné pripraviť pozorovateľa na samotné pozorovanie. Po rozdelení úsekov skupinka začína pozorovanie oblohy pre prispôsobenie očí. Akomódácia trvá cca 15 min. Najvhodnejšie je vyčkať s prvým pozorovacím intervalom až 30 min. Do tejto doby sa nesmú používať svetelné zariadenia.
 4. Voľba intervalov nesmie byť príliš únavná. Najvhodnejšie sú pozorovacie intervaly 60 min. Pri dlhodobých pozorovaniach najmä pri pozorovaní hlavných rojov volíme k odpočinku dlhšie prestávky spojené s aktívnym pohybom. Pozornosť pozorovateľa klesá úmerne počtom pozorovacích hodín.
 5. Princíp pozorovania spočíva v presnej registrácii času preletu metecru a zaznamenaní každého videného meteoru. K pozorovaniam používame kvalitnejšie stopky, najlepšie s dvomi nezávislými ručičkami a dobrou možnosťou odčítania presného času. Pre jednoduchú štatistiku postačí ak udávame presnosť preletu na minúty.

Základ vizuálneho pozorovania - protokol

Ak začíname pozorovanie, prvorádou úlohou zapisovateľa je vyplnenie základných údajov protokolu, ktoré aj po rokoch reprodukovujú podmienky, čas, kvalitu pozorovania. V prvom rade zapíšeme dátum, mesiac a rok pozorovania. Presne registrujeme korekcie stopiek a tie zaznamenávame podľa signálu napr. stanice Hviezda, ktorý postačuje pre amatérske pozorovania. Po ukončení posledného intervalu sa zapíše čas poslednej korekcie až tak je možné stopky zastaviť. K ďalším rubrikám protokolov patria časti určené podmienkám pozorovania, pozorovateľom. Tieto veľmi starostlivo zaznamenáme čím vytvoríme dobré podmienky pre následné spracovávanie.

Po akomódácii oka tesne pred započatím prvého pozorovacieho intervalu každý pozorovateľ nahlási zapisovateľovi najmenšiu hviezdnu veľkosť v pozorovanom úseku. To znamená určí najslabšiu hviezdu, ktorú je ešte schopný pozorovať. Tento údaj je dôležitý pre určenie frekvencií, priemerných magni-

túd, opráv a pod. Často sa robí chyba v hlásení magnitúdy, ktorá sa u pozorovateľa žiada z pozorovaného úseku nie z oblasti zenitu. To potom musí byť uvedené v protokole, pretože dochádza pri spracovávaní ku veľkým skresleniam v magnitúdach meteorov. Zapisovateľ je povinný pred každým intervalom, pri poveternostných zmenách, pri dlhších prestávkach, žiadať údaj IMG.

Akonáhle pozorovateľ zbadá meteor, hlási to zapisovateľovi vopred dohovoreným znamením. Oznam je obyčajne slovo stop. To slúži k registrácii času. Ak ten istý meteor vidí viac pozorovateľov, do protokolu sa zapíše číslo každého, ale váha sa dáva tomu, kto meteor mal v pozorovanom úseku, či videl viac ako 50% jeho dráhy. Tento pozorovateľ potom hlási údaje a číslo pozorovateľa bude v protokole podškrtnuté či v krúžku. Každý pozorovateľ, ktorý meteor videl diktuje magnitúdu, prípadné opravy v diktáte. Tie sa starostlivo zaznamenávajú. V prípade vyšších frekvencií postačuje /pre roje/ len oprava magnitúdy.

Veľičiny charakterizujúce meteor

1. Poloha dráhy

Výhodnejšie a presnejšie je zakresliť dráhu meteoru do hviezdnej mapy. Pre začiatočníkov je ale zakresľovanie náročné, preto zákres nahrádzajú údaje o súhvezdiach. Súhvezdia označujeme vždy skratkou. Smer pohybu pri rojových meteoroch je určený polhou radiantu, preto zaužívané označenie smeru bude znamienko +. Znamienko - bude platiť pre náhodný, sporadický meteor. V mnohých prípadoch u skupín, ktoré pozorujú dlhšiu dobu smer letu označujeme hodinovými uhlami. Dĺžku svetelnej dráhy meteoru označujeme v stupňoch. Pre tento účel nám poslúžia mnohé orientačné vzdialenosti medzi hviezdami v súhvezdiach, pravítka, dlaň a podobne. Pomôcok môže začínajúci pozorovateľ využiť väčšie množstvo, kým si dokonale neosvojí techniku porovnávania vzdialenosti medzi hviezdami.

2. Veľkosť meteoru /jasnosť/

Vyjadrujeme vo hviezdnych veľkostiach s tým, že jas meteoru porovnávame s okolitými hviezdami. Veľkosť sa sna-

žime odhadovať na pol magnitúdy.

3. S t o p a m e t e o r u

Pri fyzikálnych dejoch pri prelete meteoroidu zemskou atmosférou sme vraveli o existovaných stopách, ktoré ostávajú pozorovateľné aj po pohasnutí /rozprášení meteoroidu/. Ak meteor zanechal stopu, označujeme to v protokole znamienkom + a k tomu pripíšeme časový údaj. Napríklad + 3, čo bude značiť trvanie stopy tri sekundy. Ak stopa neostala píšeme znamienko -. Ak ide o zvláštne stopy, ich posuv, zakrivenie, uvedieme tieto zvláštnosti do poznámok.

4. Z e n i t o v á v z d i a l e n o s ť

V tejto kolónke sa udáva vzdialenosť svetelného úkazu od zenitu v stupňoch. V prípade vizuálneho pozorovania bez kreslenia berieme v úvahu vzdialenosť stredu od zenitu.

5. R ý c h l o s ť m e t e o r u

Pre ocenenie rýchlosti meteoru máme dve možnosti. Buď použijeme stupnicu podrobnú, alebo jednoduchú. Pre rýchly diktát meníme rýchlosti meteoru za číselný údaj nasledovne:

Podrobne:	Jednoduché:
5 - meteor veľmi rýchly	3 - veľmi rýchly
4 - meteor rýchly	2 - stredne rýchly
3 - meteor stredne rýchly	1 - pomalý
2 - meteor pomalý	0 - stacionárny
1 - meteor veľmi pomalý	
0 - stacionárny	

6. T y p m e t e o r u

Typom meteoru pozorovateľ vystihuje tvar dráhy. Pretože popis nie je možný prechádza na diktovanie podľa nasledovných údajov:

- 1 - meteor rovnomerne jasný po celej časti dráhy
- 2 - meteor so zjasnením v strede dráhy
- 3a - meteor so zjasnením na začiatku dráhy
- 3b - meteor so zjasnením na konci dráhy
- 3ab - meteor so zjasnením na začiatku a konci dráhy
- 4 - meteor s jedným svetelným výbuchom
- 5 - meteor s viacerými svetelnými výbuchmi /pripísať počet v indexe/

7. O c e n e n i e

Pozorovateľ po ukončení diktovania údajov nahlásí oce-
nenie, čiže akési vlastné posúdenie celého pozorovania me-
teoru. Formy bodovania sú dvojaké: podrobnejšie a jednodu-
ché. Podrobnejšie: 5 - meteor veľmi dobre pozorovaný

4 - meteor dobre pozorovaný /jeden chybný údaj/

3 - meteor dostatočne dobre pozorovaný / viac chýb/

2 - meteor zle pozorovaný /periférne, zlé údaje/

1 - meteor veľmi zle pozorovaný /zdanie/

Jednoduché: 3 - meteor veľmi dobre pozorovaný

2 - meteor dobre pozorovaný /viac chýb/

1 - meteor zle pozorovaný /zlé údaje/

0 - meteor leď zdanlivý, duch.

K jednotlivým hodnoteniam možno dodať, že vyjadrujú celkový vzťah pozorovateľa k pozorovaniu, jeho aktivitu, snahu i systematickú prípravu. Pre začiatočníkov stačí užívať rozsah hodnotenia 3 - 0.

Zakresľovanie meteorov

Pre vizuálne pozorovanie so zakresľovaním potrebujeme skúsenejších pozorovateľov, ktorí dokonale poznajú súhvezdia, ale aj uhlové vzdialenosti, vedie presne hodnotiť prelety vo všetkých základných veličinách. Pre zakresľovanie meteorov sú špeciálne mapy v gnomonickej projekcii, ich výhodou je, že tu priemet dráhy meteoru bude priamka. Do iných typov map by sme museli hlavne u dlhších dráh kresliť oblúčiky. Najdôležitejšie sú presne zakreslené dráhy meteoru s presným vyznačením začiatku a konca dráhy. Podobne ako pri vizuálnom pozorovaní vedíme o pozorovaní záznam, v ktorom hodnotíme všetky potrebné údaje o meteore. Každý kreslený meteor číslujeme a snažíme sa prehľadne zaznamenať nutné poznámky na okraj mapy. Ku kresleniu používame tmavé červené svetlo, mäkkšie ceruzky, gumu a pravítko. Každá mapka musí byť opatrená dátumom, menom pozorovateľa, číslom intervalu, počtom zakreslených meteorov a pod. /podľa

predtlače na mapkách/. K oceneniam je nutné upresniť znamienka Z a K, ktoré znamenajú dobre videný začiatok a koniec dráhy. Pri vizuálnom pozorovaní so zakresľovaním sa registrujú údaje: Čas preletu, magnitúda meteoru, stopa meteoru, typ meteoru, rýchlosť meteoru, ocenenie.

ZÁKLADNÉ SPRACOVÁVANIE POZOROVANÍ METEOROV

Základné spracovávanie uskutočňujeme po ukončení pozorovania, keď máme napozorovaných viac hodín a meteorov. Pre menší počet údajov sú výsledky nespoľahlivé. Medzi základné spracovávanie počítame určenie priemerných frekvencií, magnitúd.

A/ Pozorovaná frekvencia - rozumieme počet meteorov, ktoré pozorovateľ videl v svojej oblasti za určitú časovú jednotku, obvykle za hodinu.

B/ Opravená frekvencia - rozumieme frekvenciu, ktorá vychádza z opráv pozorovaných frekvencií na základe stavu ovzdušia, podmienok oblačnosti a podobne. Do frekvencie pozorovanej sa preto pridávajú koeficienty upravujúce výpočet na ideálne podmienky.

C/ Skutočná frekvencia - pre rojové meteory opravené frekvencie a koeficienty ešte nepostačujú k presnej štatistike, preto robíme prepočty na zenitovú frekvenciu. To znamená na frekvenciu akú by mal roj pri radiante v zenite. Pri obzore a v oblastiach oblchy vzdialenejších od zenitu pozorovateľ nezachytí slabšie meteory. Dôsledok je nutné brať do úvahy pri určovaní frekvencie a túto opraviť o korekcie.

Výpočet frekvencií

Jeden pozorovateľ videl za dobu T minút celkom n meteorov. Potom hodinová frekvencia bude daná vzťahom:

$$(1) \quad f = \frac{60}{T} \cdot n$$

To by však bola len pozorovaná frekvencia. Často je oblaha krytá mračnami, dehladnosť je slabá, vytvára sa zákal a pod. Preto uvedený vzorec nespĺňa požiadavky presných výpočtov. V prvom prípade je nutné zistiť priemerné pozorovacie podmienky a koeficienty pre každého pozorovateľa. Stanovujeme priemernú limitnú /alebo medznú/ hviezdnu veľkosť za interval /noc, obdobie pozorovania/, priemernú oblačnosť, pomocou vzorcov pre zovšeobecnený aritmetický stred. Výsledný koeficient

bude daný súčinom všetkých redukčných priemerov.

$$(2) \quad K = K_{OS} \cdot K_O \cdot K_M$$

Kde K_{OS} je osobný koeficient, K_O je koeficient oblačnosti a K_M je koeficient pre limitnú hviezdnu veľkosť.

Výsledný vzorec pre výpočet hodinovej frekvencie upravený o koeficienty bude:

$$(3) \quad f = \frac{60 \cdot K \cdot n}{T}$$

pričom T je len čistý čas pozorovania, bez prestávok, prerušení.

Pre frekvencie rojových i sporadických meteorov pri hodinovom intervale stačí použiť vzorec:

$$(4) \quad f = K \cdot n$$

Uvedené frekvencie nedávajú celkový obraz o počte meteorov za interval, noc či obdobie. K odstráneniu nedostatku uskutočníme výpočet frekvencie pre radiant v zenite, ktorú označíme F_z . Priamy výpočet redukcie je zdĺhavý a pracný, preto doporučujem použiť redukcie získané z nomogramu L. Kresáka /BAC 5, 120, rok 1954, alebo z toho istého nomogramu uvedeného v knihe M. Plavca Meteorické roje, str. 64-65/. Z nomogramu priamo s menšou nepresnosťou odčítame hodnotu K_z , ktorou opravujeme príslušný výpočet frekvencie.

$$(5) \quad F_z = K_z \cdot f$$

Priemernú frekvenciu pre pozorovateľov z jedného dňa, prípadne pre určité obdobie rojov počítame zo vzorca:

$$(6) \quad F_z = \frac{\sum_i i \cdot n_i}{\sum_i \frac{1}{K_i \cdot K_{zi}}}$$

kde i je číslo intervalu, n_i je počet meteorov za interval, K_i je koeficient pre opravenú frekvenciu, K_{zi} je koeficient redukcie na radiant v zenite. Vhodnejšie je vypočítať individuálnu frekvenciu pre každého pozorovateľa podľa vzťahov (3) a (5).

Pre i -tého pozorovateľa platí vzťah:

$$(7) \quad f_{zi} = \frac{60 \cdot n_i \cdot K_i \cdot K_{zi}}{T_i}$$

a priemerná frekvencia skupinová je daná vzťahom

$$(8) \quad \bar{F}_z = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S f_{zi}$$

kde S je počet pozorovateľov v skupine.

Ako už bolo povedané, základ dobrého pozorovania ako aj kvalitnej práce pozorovateľov spočíva v cielavedbnej práci, v sústavnosti. Nebude veľkou chybou, ak každý pozorovateľ, skupina spracuje pozorovania len v základných údajoch. Aj to pri kompletnosti protokolov a pozorovaných údajov postačuje pre základné údaje o práci skupiny, jednotlivca. Je však potrebné, aby základné metódy získania frekvencie, priemernej magnitúdy ostali nezmenené pre ďalšiu kompletizáciu výsledkov.

V závere úvodu k spracovávaniu by som rád uviedol niekoľko zásad, podľa ktorých je nutné pristupovať k spracovávaniu.

1. Úprava protokolov

Je potrebné aspoň raz prepísať protokol s presnou úpravou času. Prekontrolovať všetky rubriky mien pozorovateľov, začiatky a konce intervalov, prestávky, prerušenia. V prepise už vylúčiť nekompletné pozorovania, chybné diktáty. Originál pozorovania dobre označiť, odložiť do dôsiok. Ďalšie práce uskutočňovať len s prepisom materiálov.

2. Prehľadné práce, tabuľky

a/ Pre vlastné potreby urobiť tabuľku s obsahom: Dátum pozorovania, pozorovacia doba, počet pozorovaných meteorov rojových, sporadických a ich súčet, mená pozorovateľov a zapisovateľov.

b/ Druhá tabuľka bude obsahovať: počet pozorovaných nocí, stred intervalu, percento rojových a sporadických meteorov, počet pozorovaných intervalov za noc.

c/ V poslednej tabuľke zapíšeme: dátum, meno pozorovateľa, pozorovací čas, intervaly, priemerné koeficienty pre čas, oblačnosť a mhv, prípadne výsledný koeficient a opravenú frekvenciu.

Tabuľky nám prehľadne určujú všetky potrebné údaje k získaniu frekvencií. Z výpočtov môžeme zostrojiť graf frekvencií za jednotlivé dni pre jednotlivca a potom pre celú skupinu ako priemer individuálnych frekvencií pozorovateľov v skupine.

Základným predpokladom kvalitného spracovania je dlhodobý homogénny materiál s úplnosťou záznamov v pozorovacích protokoloch. Len v takomto prípade je možné využívať základné spracovanie pozorovaní aj po niekoľkých rokoch.

PROGRAMY POZOROVANÍ SKUPÍN KH PREŠOV

Dlhšie série vizuálnych pozorovaní meteorov boli spracované na základe predloženej práce s ďalším spracovaním osobných chýb pozorovateľov s analýzou magnítúd a chýb podľa prác uvedených v prvom vydaní metodického materiálu KH Prešov. Od roku 1968 skupiny pracujú podľa spoločných návodov a programov, ktoré sa v tomto období nemenia. Rozdelenie programov:

1. Programy určené k zácviu nových pozorovateľov.
2. Programy pre získanie základných štatistických údajov pozorovaných rojov, sporadických meteorov.
3. Programy spojené so zákresom meteorov /hľadanie radiantov, plôch radiantov, výpočet chýb zákresov/.

Prvým krokom k zvládnutiu problematiky pozorovania meteorov je vypracovanie dlhodobého plánu pre zácviu pozorovateľov. Veľkým nedostatkom všetkých meteorických skupín je ich nestálosť. Zmeny v pozorovaniach sú z hľadiska nerušenia stavby skupiny nežiadúce. Vyhnúť sa im však nie je možné, preto budovanie programov určených k zácviu pozorovateľov stanovilo podmienky, ktoré sa musia dodržiavať.

- a/ Dokonalé ovládanie teórie meteorického pozorovania.
- b/ Výborná orientácia na oblohu, poznanie väčšieho počtu kontrolných hviezd k určeniu jasnosti meteoru.
- c/ Praktická aspoň ročná príprava s vyhodnocovaním pozorovaní.
- d/ Samostatné vyhodnotenie každého pozorovateľa, jeho kontrola.
- e/ Odstránenie chýb a nedostatkov.

K dodržiavaniu zásad boli v skupinách pracujúcich pre KH Prešov pripravované všetky podmienky. Vizuálne skupiny pracujú v klasickom obsadení. Pri expedíciach sa dopĺňujú skupiny vždy novým pozorovateľom, ktorého zácviu sa uskutočňuje pod vedením skúsených pozorovateľov.

Zvládnutie základov nám umožnilo prikročiť k vypracovaniu náročných programov pozorovania hlavných meteorických rojov za účelom získania poznatkov o priemerných magnítúdach, frekvenciách, rozdeleniu podľa stôp, určeniu osobných chýb a pod.

Pozorovatelia tu môžu systematicky prehliť svoje poznatky teórie s poukázaním na vlastnú prax.

Kvalitne pripravených členov som vyberal do skupín pre zákresy meteorov. Dobrá spolupráca členov skupiny umožnila riešiť čiastočné vyhodnotenie výsledku, hľadaním polôh rádiantov meteorických rojev. Skupinky pracovali s 5 - 7 členmi podľa frekvencií roja. Najpočetnejšie obsadenie sa vytváralo počas letných expedícií, odkiaľ pochádza prevážna časť pozorovaných materiálov. Zákresy sú prevádzané do gnomonických máp. Po každom pozorovaní sa uskutočňuje prepis, smeranie údajov.

Pozorovania sú dôsledné zabezpečené z hľadiska samostatnosti pozorovateľa a zápisu pozorovaných údajov. Odhad zdanlivej jasnosti sa uskutočňuje s presnosťou na 0,5 magnitúdy. Smerodatné ukazovatele pre možnosť spracovávanía a porovnávania pozorovaní sú:

- a/ presný čas. Korekcie každých 60 min. Časový protokol s presnosťou na 1 sek.
- b/ Presný zákres meteoru. Za týmto účelom sú budované dve samostatné skupiny pozorovateľov. Ich vzájomným porovnávaním zákresu možno presnejšie určiť polohu meteoru.
- c/ Rovnaký pozorovací interval vždy 60 min.
- d/ Kvalitné pozorovacie podmienky.
- e/ Dokonalá príprava pred vlastným pozorovaním, fyzicky a psychicky tréning.

Pozorovania spracovávané v tejto práci boli uskutočnené v pohorí Čergov s nadm. výškou od 680 do 1 050 m, mimo rušivých svetelných zdrojov. Časť pozorovaní dosahujú veľmi dobré kvality, nakoľko poveternostné podmienky dovoľovali sledovať najmenšiu mhv-6,5.

Od roku 1976 do rokov 1980 bolo pozorovaných skupinami KH Prešov úhrnom 37 626 individuálnych meteorov. V analyzovanom období 1976 - 1980 vychádza hodinový priemer pre jedného pozorovateľa 22 meteorov. Z uvedeného počtu meteorov som v ďalšej časti práce analyzoval len časť skupín pozorovateľov, ktoré spĺňajú predtým uvedené podmienky. Celkove sa v tomto období pozorovacích programov zúčastnilo viac ako 80 pozorovateľov, z ktorých len časť plne zodpovedá možnostiam analýzy odhadov magnitúd. Veľká nestálosť skupín najmä pri zácviku pozorovateľov hviezdární v Humennom, Rožňave spôsobila ťažkosti s výberom pozorovaní vizuálnych aj so zákresom. Úloha práce

preto bude spočívať v zhodnotení časti výsledkov, z hľadiska ďalšej práce i pozorovateľskej činnosti v ďalších obdobiach.

OSOBNÉ ROVNICE VIZUÁLNYCH MAGNITÚD

Odhad magnitúdy meteoru pri vizuálnom pozorovaní je vždy závislý od priameho porovnania jasnosti meteoru so známou magnitúdou hviezdy v blízkosti dráhy meteoru. Napriek predpokladu, že táto metóda určenia magnitúdy je dostatočne objektívna, predsa bude rozdiel v odhade jasnosti pre rôznych pozorovateľov či pozorovacie skupiny. Preto dochádza k odlišným výsledkom pri zistení priemernej magnitúdy u jednotlivca i skupiny. Magnitúdy meteorov takto odhadované budú teda obsahovať v podstatnej miere náhodnú chybu, ale aj osobnú chybu pozorovateľa. Tieto osobné chyby odhadov magnitúd musíme nájsť a brať do úvahy pri ďalšom štúdiu magnitúdy.

Nakoľko skutočnú magnitúdu meteoru nepoznáme, môžeme hľadať osobnú stupnicu pozorovateľa, ak porovnáme jeho odhad s odhadom zvoleného štandardného pozorovateľa. Výhodným riešením tejto otázky je výber štandardného pozorovateľa ako pozorovateľa s najväčšími skúsenosťami. Nedostatkom uvedeného bude nutnosť dlhodobého pozorovania za účasti štandardného pozorovateľa. V prípade začínajúcich skupín, z ktorých pozorovania v rokoch 1975 - 1980 zahrňuje časť práce, sa riešila voľba štandardného pozorovateľa ako najbližšia hodnota priemeru viacerých skúsenejších pozorovateľov. U stálych skupín je zvolený štandardt Dr. Ferdinandy a autor práce.

Ak chceme nájsť osobné chyby v odhade magnitúdy, budeme predpokladať, že magnitúdna stupnica každého pozorovateľa sa týka štandardnej stupnice podľa nasledujúcej lineárnej rovnice:

$$(1) \quad m_s = \nu m_i + \mu$$

kde m_s bude štandardná magnitúda a m_i magnitúda pozorovaná i -tým pozorovateľom. ν a μ sú osobné koeficienty pozorovateľa a predstavujú jeho osobnú stupnicu magnitúd. Z definície rovnice nám vyplýva, že štandardná stupnica bude mať koeficienty $\nu = 1,0$ a $\mu = 0,0$.

Pretože cieľom práce je určiť osobné koeficienty a chyby v odhadoch magnitúd pre určité série pozorovaní, musíme urobiť podrobnejšie rozdelenie všetkých odhadov magnitúd a porovnať ich s rozdelením štandardných magnitúd. Označíme si $f_i/m_i/$ a $f_s/m_s/$ rozdelenia odhadov magnitúd m_i a štandardných m_s , potom môžeme napísať nasledujúcu transformáciu:

$$(2) \quad f_i/m_i/ = f_s \left[m_s/m_i/ \right] \cdot \left| \frac{dm_s}{dm_i} \right|$$

Z rovnice (1) potom dostaneme:

$$(3) \quad \left| \frac{dm_s}{dm_i} \right| = \nu$$

Rozdelenia $f_i/m_i/$ a $f_s/m_s/$ budú závislé na skutočnom rozdelení magnitúd $\varphi_s/m_s/$ a na pravdepodobnosti $p/m_s/$ a $p/m_i/$, že daný meteor magnitúdy m_i , m_s bude zaznamenaný príslušnými pozorovateľmi. Uvedená pravdepodobnosť bude menšia s klesajúcou jasnosťou meteoru pričom pre veľmi jasné meteory nadobudne hodnoty 1,0 a pre veľmi slabé magnitúdy /v blízkosti 5-6 m_hv/ dosiahne hodnoty blízko 0,0. Hodnoty $p/m/$ sú odvodené na základe Öpikovej metódy dvojitého počtu.

Skutočné rozdelenie magnitúd $\varphi_s/m_s/$ odvodené na základe pozorovaných štandardných rozdelení $f_s/m_s/$ s použitím pravdepodobnosti $p/m_s/$, môže byť vyjadrené v nasledujúcom prírastkovom zákone:

$$(4) \quad \varphi_s/m_s/ = k \cdot r^{m_s}$$

kde $\varphi_s/m_s/$ znamená počet všetkých meteorov so štandardnými magnitúdami v rozsahu medzi m_s a $m_s + 1$. Konštanta k je počet meteorov s magnitúdami $m_s = 0$. Koefficient r bude pomer prírastku v počte meteorov kedy rozdiel magnitúd $\Delta m_s = 1,0$ to znamená:

$$(5) \quad r = \frac{\varphi_s/m_s + 1 /}{\varphi_s/m_s/}$$

Pre pozorované štandardné rozdelenie budeme môcť písať:

$$(6) \quad f_s/m_s/ = \varphi_s/m_s/ \quad p/m_s/ = k \cdot r^{m_s} \cdot p/m_s/$$

Pomocou rovníc (1) až (3) budeme môcť vyjadriť vzťah pre rozdelenie pozorovaných odhadov magnítúd pozorovateľa m_i

$$(7) \quad f_i/m_i/ = k \cdot \nu r^{\nu m_i + \mu} \cdot p / \nu m_i + \mu /$$

Ak si teraz označíme priemernú magnítúdu pozorovateľa \bar{m}_i , rozptyl σ_i rozdelenia magnítúd $f_i/m_i/$ a to isté \bar{m}_s a σ_s pre štandardného pozorovateľa a jeho rozdelenie $f_s/m_s/$, potom môžeme napísať nasledujúce vzťahy:

$$(8) \quad \bar{m}_s = \nu \bar{m}_i + \mu \quad \sigma_s = \nu \cdot \sigma_i$$

Pri dostatočných počtoch odhadov magnítúd daným pozorovateľom je pomerne ľahké možné nájsť jeho osobné koeficienty ν a μ , ktoré nám predstavujú jeho osobnú magnítúdnou stupnicu, pomocou priameho porovnávania magnítúdného rozdelenia pozorovateľa so štandardom pomocou vzťahov (8).

V uvedenom je nutné brať do úvahy, že všetky odhady magnítúd použité pre odvedenie osobných koeficientov musia byť získané za tých istých pozorovacích podmienok. Parametre \bar{m} a σ sú závislé na parametri r , ktorý bude kolísať pri rôznych i-ných skupinách či odlišných meteorických rojoch. Preto budeme hľadať štandardné rozdelenie pre každú skupinu pozorovaní oddelene. Až potom bude možné uskutočniť porovnanie s prihliadnutím na podmienky, pri ktorých sa pozorovanie vykonávalo.

Programy vizuálneho pozorovania meteorov, ktoré boli uskutočnené v Prešove, kde pokrytie celej oblohy bolo zabezpečené viacerými skupinami, dávajú postačujúce množstvo meteorov s najmenej dvomi nezávislými záznamami. Meňší prípady sa vyskytujú s pozorovaním pre tri či viac záznamov.

Tie však nie sú predmetom ďalšieho spracovávanía pre výpočet chýb v tejto práci. Výpočet chýb bol urobený iba pre dvojice záznamov toho istého meteoru.

URČENIE CHÝB

Pre určité série n dvojíc odhadov magnítúd zaznamenaných dvomi pozorovateľmi 1 a 2 s váhami w_1 a w_2 , môžeme hľadať ich pravdepodobnú chybu odhadu magnítúdy, pričom kladieme $e_1 = e_2$,

zo vzorca:

$$(9) \quad e_1^2 = a^2 \frac{w_{12}}{2n_{12}} \cdot \sum_{h=1}^n \frac{m_1^h - m_2^h}{2}$$

kde m_1^h a m_2^h sú odpovedajúce odhady magnitúdy pre daný meteor,
 $a = 0,6745$. Spoločná váha w_{12} je daná vzťahom:

$$(10) \quad \frac{1}{w_{12}} = \frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2}$$

Ak máme dostatočný počet dvojíc odhadov magnitúd, registrovaných podľa počtu k pozorovateľov, potom pravdepodobná chyba e_1 pre každého pozorovateľa sa odvodí z nasledujúcich rovníc pričom sumy sú riešené prostredníctvom rôznych dvojíc pozorovateľov. Uvedená metóda dá spoľahlivé výsledky len pre dostatočne veľký počet údajov. Pre malý počet dvojíc sú získané chyby e_1 málo spoľahlivé.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{e_1^2} \sum_{j=2}^k n_{1j} + \frac{1}{e_2^2} n_{12} + \dots + \frac{1}{e_k^2} n_{1k} = \\ & = a^2 \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^n w_{1j} \frac{m_1^h - m_j^h}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{e_1^2} n_{21} + \frac{1}{e_2^2} \sum n_{2j} + \dots + \frac{1}{e_k^2} n_{2k} = \\ & = a^2 \sum \sum w_{2j} \frac{m_2^h - m_j^h}{2} \end{aligned}$$

.....

$$\begin{aligned} & /e_1/2 n_{k1} + /e_2/2 n_{k2} + \dots + /e_k/2 \sum n_{kj} = \\ & = a^2 \sum \sum W_{kj} /m_k^h - m_j^h/2 \end{aligned}$$

Riešenie chýb podľa uvedenej metódy však plne postačuje pre možnosť porovnávania pozorovaní amatérov astronómov s inými existujúcimi radmi pozorovaní práve na základe opravených magnitúd podľa vyriešených priemerov chýb za analyzované obdobia. • tom pojednáva ďalšia časť práce.

ZÁVER

Uvedená analýza odhadov magnitúd meteorov a ich chýb vedie k týmto záverom:

- a/ Pre všetky štatistické spracovávanía pozorovaní meteorov v amatérskej astronómii je nutné riešiť osobné chyby v magnitúdnych stupniciach jednotlivých pozorovateľov a skupín. Často sa v amatérskej praxi stretávame s výpočtami frekvencií roja, určením priemernej magnitúdy bez riešenia, odvodenia osobných chýb v magnitúdnych stupniciach, čo znamená málo spoľahlivé výsledky priemerných hodnôt pozorovaných rojov, sporadických meteorov.
- b/ Riešenie pravdepodobnej chyby v odhade magnitúd meteorov by malo spĺňať požiadavky kritéria hodnôt e od $\pm 0,30$ do $\pm 0,60$ pre individuálne chyby pozorovateľov zúčastnených jednotlivých pozorovaní.
- c/ Porovnať uvedený materiál s pozorovaniami amatérov na Slovensku a analyzovať pozorovania z hľadiska hľadania osobných chýb v odhade magnitúd meteorov.
- d/ Pokušiť sa o vykonanie analýzy pre riešenie chýb v odhadoch magnitúd pre trojice či štvorice záznamov, ak tieto budú v dostatočných počtoch pre možnosť prevedenia výpočtu opravených chýb e .
- e/ Venovať dôkladnú pozornosť zácvičku pozorovateľov, ich praktickej činnosti s overením záznamov pozorovaných hodnôt a ich kritickému vyhodnoteniu z hľadiska kvality pozorovateľa, podobne ako to bolo ukázané v tabuľke pozorovateľov začiatočníkov.
- f/ Venovať pozornosť dôkladnému spracovávaníu údajov pozorovaní, vyhodnocovať pozorovania len podľa jednotných podmienok a postupov.

Vizuálne pozorovania meteorov v Prešove dávajú dostatočné výsledky pre ďalšiu perspektívu činnosti pozorovacích skupín. Chyby v odhadoch magnitúd analyzované v práci sú vhodným vodítkom k porovnávaníu s pozorovaniami iných existujúcich skupín amatérov astronómiv.

Vydala: Krajské hvezdáreň a planetárium v Prešove

Zodpovedný: riaditeľ KH aP - Štefánia Lenzová, prom.ped.

Náklad: 500 výtlačkov

Nepredajné!

Len pre vnútornú potrebu!

Autor: Paed.Dr. Juraj Humeňanský

Odborný posudok: RNDr. V. Perubčan, CSc

Vydanie prvé: 1980 /pozorovacie obdobie 1969-1976/

Vydanie druhé: 1985 /pozorovacie obdobie 1977-1980/

Blany číslo: 254 - 290 / 1985