

Vzdělávací soustředění studentů

v rámci projektu KOSOAP

Kooperující síť v oblasti astronomických odborně-pozorovatelských programů

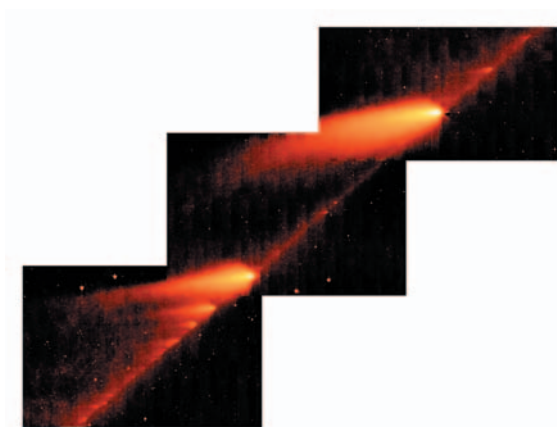


METODICKÝ A VZDĚLÁVACÍ MATERIÁL

Hvězdárna Valašské Meziříčí 16. – 18. září 2011

MOŽNOSTI POZOROVÁNÍ TĚLES MEZIPLANETÁRNÍ HMOTY POZOROVÁNÍ METEORŮ

Vladimír Znojil (1993), Ivo Míček 2005, Jiří Srba 2011



Tento mikroprojekt je spolufinancován Evropskou unií, z prostředků Fondu mikroprojektů spravovaného Regionem Bílé Karpaty



PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA
SPOLOČNE BEZ HRANÍC



1. Meziplanetární hmota, její druhy a rozmístění ve Sluneční soustavě

Pod pojmem **meziplanetární hmota** rozumíme veškerou látku, která se nachází v meziplanetárním prostoru. Řadíme sem tedy malá tělesa Sluneční soustavy – planety, komety, meteoroidy, ale i meziplanetární prach a plyn. V užším slova smyslu je tento pojem chápán jako skupina tří typů malých objektů s odlišnými vlastnostmi a projevy:

Planetky (asteroidy) – malá nepravidelná tělesa Sluneční soustavy o rozměrech řádově 1 m až 100 km, nalezneme prakticky ve všech koutech našeho systému, nejvíce však v hlavním pásu asteroidů (mezi Marsem a Jupiterem) a v pásu za drahou planety Neptun (Edgeworth-Kuiperuv pás). Jedná se o kamenné objekty neprojevující kometární aktivitu, které představují původní nebo částečně přetvořený materiál zbylý po formování Sluneční soustavy.



Komety – malá nepravidelná tělesa Sluneční soustavy o rozměrech řádově 1 m až 10 km, která opět nalezneme prakticky ve všech koutech našeho systému. Hypotetickým rezervoárem komet ve Sluneční soustavě je Oortův oblak, což by měl být sférický útvar s maximální hustotou objektů ve vzdálenosti až 50 000 AU od Slunce. Komety jsou ledovo-prachová tělesa, představující původní nebo částečně přetvořený materiál, zbylý při formování Sluneční soustavy. Od planetek je odlišuje kometární aktivita, uvolňování plynného a prachového materiálu

v důsledku interakce povrchu tělesa (kometárního jádra) s částicemi slunečního větru, slunečním zářením a meziplanetárním magnetickým polem, která se pro pozemského pozorovatele projevuje tvorbou komy (jakési dočasné atmosféry) a ohonů.

Meteoroidy – jsou malá tělíska (zrnka prachu až objekty o průměru v řádu 1 m tvořící hranici velikosti směrem k planetkám), která se pohybují po samostatných drahách ve Sluneční soustavě. Zářivým projevem provázejícím let (a obvykle zánik) meteoroidu v atmosféře planety je meteor – trubice ionizovaného materiálu vzniklá v důsledku tření, brždění, zahřívání a následného odpaření tělesa. Velmi jasné meteory označujeme jako bolidy. Zbytky větších těles mohou dopadnout

na zemský povrch, ty pak nazýváme meteority.

Z dnešního pohledu je rozdíl mezi některými zástupci uvedených skupin těles spíše „vývojový“. Známe komety s mírnou občasnou aktivitou (obvykle je nelze odlišit od planetek); známe planetky na typicky kometárních drahách (během života komety dochází k poklesu a zániku aktivity jádra); dle nových poznatků mohou být tělesa za drahou Neptunu po fyzikální stránce spíše velkými kometárními jádry; meteoroidy pak lze považovat za závěrečné vývojové stadium – jedná se o částice uvolněné v důsledku kometární aktivity, při vzájemných srážkách malých těles nebo vyvržené při dopadu malého tělesa na povrch planety (nebo jejich měsíce).



2. Historie pozorování meteorů

Pozorování meteorů má stále své kouzlo, a to v překvapivosti – nelze předpovědět kde přesně, kdy a jak jasný úkaz nastane. Proto je toto pozorování stále atraktivní a zájemcům o astronomii umožňuje jednoduchými prostředky získat zajímavé informace, které mají i odborný význam a na kterých se lze naučit, jak zpracovávat vědecká data.

Pozorování meteorů má hlubokou historii, ovšem ne vždy si lidé uvědomovali, co vlastně pozorují.

Zprávy o pozorování meteorů, komet, ale i pádů meteoritů patří k nejstarším astronomickým záznamům vůbec. Původní antická představa o povaze těchto jevů se opírala o názory Aristotela, který předpokládal, že meteor (i kometa) je v podstatě atmosférický meteorologický efekt způsobený světlem hořících zemských výparů. Z tohoto konceptu se mírně vymykaly občasné pády meteoritů, které byly považovány za „kameny házené bohy“ na povrch Země. Paradoxem je, že přestože jasná kometa či pozorování meteorického deště jsou tradovány po velmi dlouhou dobu a v historické literatuře jich najdeme zmíněno mnoho, nebyla až do 18. století meteorům věnována prakticky žádná pozornost ve vědeckých kruzích (a to ani v astronomii ani meteorologii).

Teprve rozvoj vědy na přelomu 17. a 18. století přinesl zásadní poznatek, že meteor je ve skutečnosti jevem souvisejícím s kosmickým okolím planety Země. Prvním náznakem toho, že meteor nemá nic společného s meteorologií

byla systematická pozorování meteorů prováděná ze dvou stanic zároveň dvěma studenty (Brandes a Benzenberg) v roce 1798. Na základě jejich záznamů se podařilo určit výšku počátku stopy meteoru na cca 100 km, což mimo jiné poprvé umožnilo přesněji odhadnout výšku Zemské atmosféry. Výpočty se zabýval také E. Halley, který na základě víceletých pozorování jasných meteorů stanovil výšku, ve které zazářili na 70-120 km, což je v podstatě i dnes uznávané rozmezí. Ke změně názoru na původ meteorů i meteoritů přispěla také chemická analýza zbytků dopadajících až na povrch země (Chladni, 1794).

Doslova přelomovým okamžikem ve výzkumu meteorů bylo pozorování meteorického deště v noci z 12. na 13. listopadu roku 1833 v Americe (jednalo se o roj Leonid). Pozorovatelé tehdy mohli spatřit desítky tisíc meteorů za hodinu a na obloze pouhým okem viděli „radiant“, místo odkud meteory zdánlivě vyletovaly. Olmsted správně vysvětlil, že se jedná o jev vznikající vlivem perspektivy



– meteorický roj je shlukem materiálu, malých částic, které se společně vzájemně paralelně pohybují Sluneční soustavou.

3. Co jsou meteory a proč je pozorujeme

Původce meteoru se označuje jako meteoroid. Jedná se tedy o těleso, které se pohybuje mimo zemskou atmosféru kosmickým prostorem. Zdrojem meteoroidů může být buď kometární aktivita (Schiaparelli 1866, prachové částice kometárního jádra uvolněné do okolí), srážka planetek či dopad meteoritu na povrch jiného většího tělesa (Měsíce či Marsu), kdy je vyvržen do kosmického prostoru materiál

z místa impaktu. Meteoroidy z jiných planetárních soustav nebyly dosud prokázány, i když teoreticky tato možnost vyloučena není.

Komety se díky své aktivitě stávají zdroji meteoroidálních částic (Whiple, Plavec), které se pohybují na podobných drahách jako mateřská kometa. U případě těchto meteoroidů, které díky charakteru svého vzniku mohou v pravidelných intervalech předvádět meteorickou aktivitu, mluvíme o rojových meteorech (meteorických rojích), meteory na náhodných drahách (nelze identifikovat mateřské těleso) označujeme jako sporadické.

Dráhy meteoroidů jsou především ovlivňovány gravitací těles Sluneční soustavy, tlakem slunečního větru a efekty způsobenými interakcí se slunečním zářením (Poitng-Robertsonův či Yarkovského efekt). Oblak meteoroidů kolem komety se postupně protahuje až vytvoří vlákno podél celé dráhy, toto vlákno se dále rozptyluje do podoby proudu či rozšířeného proudu. Od počátečních ostrých maxim v letech, kdy prochází přísluním mateřská kometa se aktivita roje postupně snižuje a prodlužuje, aktivita roje slábne až se nakonec stane neregistrovatelnou na sporadickém pozadí.

Dráhy jsou sice v prostoru rovnoběžné, ale následkem perspektivy lze na obloze definovat pomyslný bod (radiant), odkud meteory zdánlivě vyletují všemi směry, zpravidla je roj označen podle souhvězdí (např. Leonidy, Perseidy, Lyridy), či jasné hvězdy v blízkosti radiantu (éta Aquaridy).

Podle pozice na dráze se meteoroidy do zemské atmosféry mohou přiřítit rychlostí v intervalu 10 km/s – 70 km/s, což odpovídá při hmotnosti např. 1 g (tzn. přibližně průměr 1 mm) energii v intervalu 5×10^7 – $2,45 \times 10^9$ J, a proto se většina meteorů v atmosféře vypaří (teplota dosahuje řádově tisíců °C). Jasnost meteorů je dána velikostí tělesa a rychlostí jeho vstupu do atmosféry. Velmi jasné meteory (jasnější než Venuše, tzn. -4 mag) jsou označovány jako bolidy.

Mladý meteorický roj či roj doplněný materiálem po opakovaném průletu komety kolem Slunce se může zasloužit o mimořádnou aktivitu, která se označuje jako meteorický déšť (za hodinu lze v přepočtu spatřit stovky až tisíce meteorů, taková frekvence však trvá jen desítky minut), staré meteorické roje mají naopak trvání desítky dní a nevýrazné maximum, průměrný počet meteorů se pohybuje kolem 3 až 4 meteorů za hodinu a prakticky splývá s počtem náhodných (sporadických) meteorů, aktivní meteorické roje mívají frekvenci několik desítek meteorů za hodinu.

V literatuře je frekvence roje označována zkratkou ZHR (zenit hourly rate), což je ale frekvence korigovaná o všechny faktory ovlivňující počet vizuálně spatřených meteorů. ZHR je obvykle počítána pro mezní hvězdnou velikost 6,5 mag a pro polohu radiantu v nadhlavníku, což však v praxi není většinou splněno.

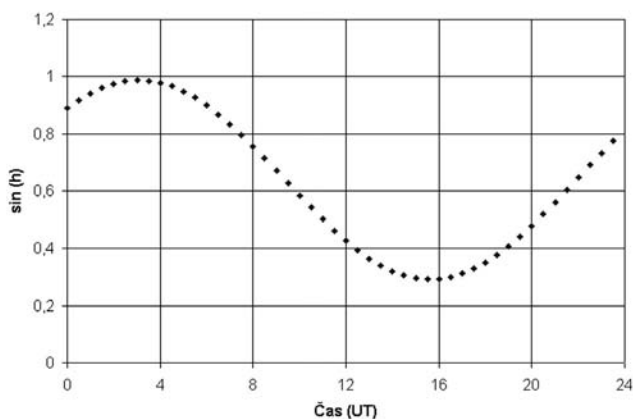
Představte si hypotetický roj jehož aktivita je stále stejná, neznamená to však,

že se pozorované frekvence nemění. Mění, a to s polohou radiantu, čím je radiant výše nad obzorem, tím větší procento z celkového množství meteorů můžeme spatřit. Tento zákon je zřejmý již jen z jednoduché geometrické představy. Máme-li radiant na obzoru, polovina meteorů se nám nutně promítá pod obzor. Matematicky lze výšku radiantu nad obzorem spočítat podle vztahu:

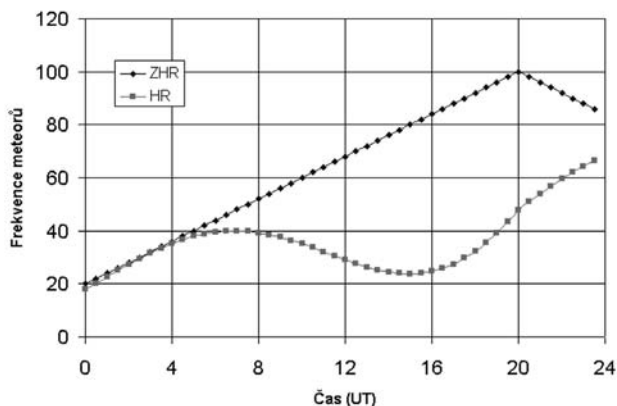
$$\sin(h) = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos(\alpha - \Theta)$$

kde h je výška nad obzorem, φ je zeměpisná šířka stanoviště, δ a α jsou souřadnice radiantu a Θ je hvězdný čas pozorování.

Graficky vyjádřeno pro případ radiantu Perseid kolem maxima aktivity 12./13. srpna to vypadá takto:



Pro hypotetické maximum roje nastávající ve 20h (UT) dostáváme následující graf. V období aktivity Perseid lze pozorovat od cca 22:30 do 3:30 SELČ, tedy od 20:30 do 01:30 UT.



4. Současné metody vizuálního pozorování meteorů

Vizuálním pozorováním meteorů obvykle rozumíme sledování aktivity meteorických rojů pouhým okem bez dalekohledu. Metodika těchto pozorování je založena na statistice. Výsledky jednoho pozorovatele trpí řadou chyb, ale při získání rozsáhlého materiálu od mnoha pozorovatelů z celého světa za použití stejné metodiky, lze po pečlivém zpracování odvodit hodnověrné informace.

Vizuální pozorování mimo aktivitu významných silných rojů je doplňováno zakreslováním stop meteorů do gnomonických atlasů, což umožňuje získat přesnější informace o rojové příslušnosti meteorů a rojích vůbec.

V minulosti byla též hojně využívána metoda takzvaných teleskopických vizuálních pozorování, kdy pozorovatel sleduje dalekohledem vybrané zorné pole a do připravené mapy zakresluje průlety meteorů. Tato metoda přináší výrazně přesnější výsledky pokud jde o statistiku drah meteorů, než klasické zákresy do širokého zorného pole.

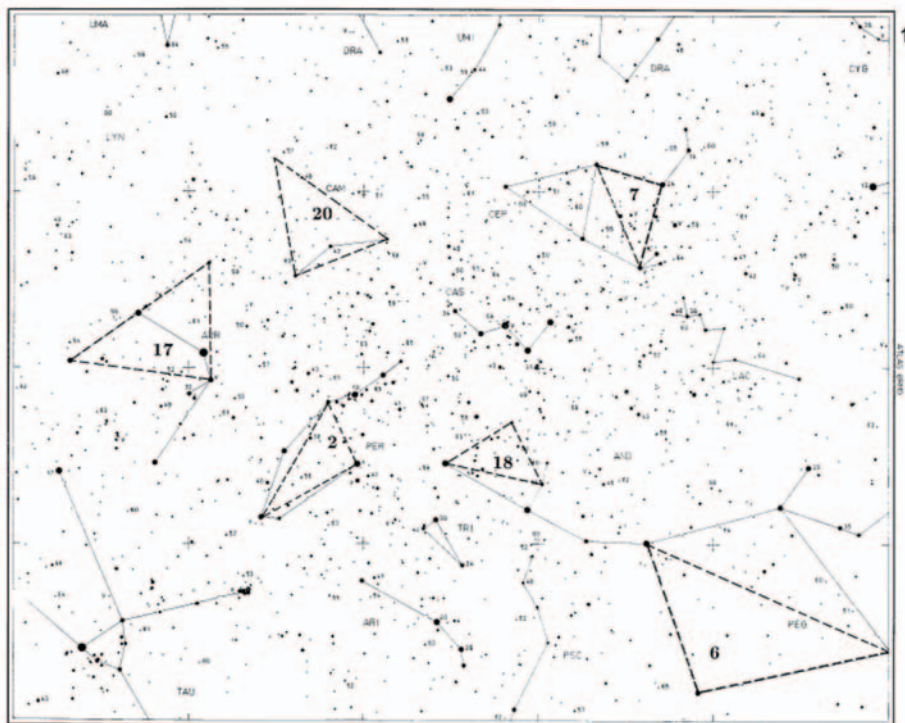
Popis spatřeného meteoru vede k určení rojové příslušnosti a frekvence roje (tzn. stanovíme počet meteorů za jednotku času – obvykle za jednu hodinu), dalším údajem, který chceme zjistit, je populační index, který říká, jak se mění počet meteorů podle jejich jasnosti (obvykle se používá změna jasnosti o 1 mag). Tyto údaje vedou při následném zpracování k určení hmotnosti částic meteorického roje, jeho hustoty a dalších charakteristik. Pro co nejvyšší přesnost výsledné frekvence a populačního indexu je nutné zajistit další údaje o pozorovacích podmínkách (poměr oblačnosti a jasné oblohy, mezní jasnost ve sledované oblasti – m_{h_v}, výška radiantu nad obzorem atd.). Samostatnou kapitolu tvoří osobní kvalita pozorovatele. Pokud skupina pracuje bez zapisovatele, zaznamenává si pozorovatel údaje zcela samostatně. Proto je důležité správně posoudit čas potřebný k jednotlivým zákresům a při výpočtu frekvence uvádět čistý čas pozorování.

Vizuální pozorovatel obvykle při pozorování leží (na lehátku, podložce), je přiměřeně oblečen a připraven na to, že se přibližně hodinu bude dívat na pozorovací oblast ve výšce kolem 50° nad obzorem a jen po spatření meteoru provede jeho záznam a/nebo zakres do připraveného formuláře a mapky. Pozorovací stanoviště by nemělo být rušeno světly, neměla by výhledu pozorovatele stínit zástavba či porosty a další terénní překážky, zdroje prachu nebo vlhkosti (mlha) jsou rovněž nežádoucí.

Pokud je skupina doplněna zapisovatelem, pozorovatel údaje ke spatřenému meteoru hlásí zapisovateli. Podle situace tedy potřebuje podložku pro zápis, měkkou tužku, stopky (časovou základnu) a neoslňující světlo nejlépe červené barvy. Místo zápisu lze rovněž využít diktafon a nebo magnetofon.

Korekce pozorování se provádí pomocí koeficientů charakterisujících aktuální

pozorovací podmínky. Prvním z těchto koeficientů je takzvaná mezní hvězdná velikost (mhv), což je jasnost nejslabší hvězdy viditelné během intervalu. Na stránkách IMO lze najít pro určení mhv standardní pole pro počítání hvězd a příslušné převody počtu na mhv. Pole je obvykle vymezeno trojúhelníkem z jasných hvězd a počítá se každá viditelná hvězda v tomto trojúhelníku. Pozorovatel si vybírá takový trojúhelník, který je nejbližší pozorované oblasti. Odhad lze provést také přímo, prostým nalezením hvězdy, o které se domníváte, že je nejslabší z těch, které vidíte (tato metoda je však určena spíše pro zkušenější pozorovatele). Pokud pozorování ruší Měsíc, oblačnost a nebo pozemní světla a mhv je jasnější 5,0 mag, pak takové pozorování bývá z databáze pozorování vyřazeno (nejde-li ale např. o sledování mimořádné aktivity), chyba v odhadu mhv vede totiž k chybě určení frekvence.



Ukázka několika čtverců pro určení mhv.

Druhou korekční proměnnou je procento zakryté oblohy ve sledované oblasti. V procentech je třeba odhadnout, jakou plochu zorného pole vám zakrývají pevné překážky a/nebo klasická oblačnost. Jakmile je celkové zakrytí větší než 25%, pak

nejedná-li se o nějaký výjimečný úkaz, zapisování přerušte a v klidu se kochejte; takové pozorování by stejně bylo bezcenné (z další analýzy by bylo vyřazeno).

Pozorovanou oblast volíme obvykle tak, aby její střed ležel ve výšce 50° nad obzorem a ve vzdálenosti 30° od radiantu.

U spatřeného meteoru zaznamenáváme:

- čas přeletu (UT, SEČ)
- určení rojové příslušnosti
- maximální jasnost s přesností 0,5 mag

(Dříve se do protokolu zaznamenávala řada dalších údajů potřebných pro konkrétní účely, z pohledu statistiky IMO jsou však zbytečné; i přesné určení času přeletů jednotlivých meteorů je informace potřebná jen ke srovnání mezi pozorovateli nebo v případě zakreslování, neboť v protokolu, který je výstupem statistického pozorování se tyto údaje vůbec neobjevují.)

Při vysokých frekvencích (a přeji Vám je zažít) nemůžeme stihnout hlásit či zapisovat všechny uvedené údaje. V takovém případě se ve zvoleném intervalu, např. 5 minut udávají pouze jasnosti rojových meteorů. Při velmi vysoké frekvenci se hlášení omezuje na vybranou oblast na obloze, tzn. obvykle volíme čtyřúhelník hvězd (např. typu Pegasův čtverec).

V každém případě je při pozorování nutné dělat přestávky a protáhnout se, přestat namáhat oči, unavený či klimbající pozorovatel významně snižuje kvalitu pozorování. Je to příležitost připravit občerstvení, zkontrolovat fotoaparát či videosystém."

5. Jak vizuálně pozorovat meteory

1. teoreticky se připravte, stanovte, které roje budete sledovat, zjistěte jak vypadá obloha v danou roční dobu, která souhvězdí uvidíte nad hlavou, zjistěte si, kdy vychází Měsíc a jak se bude po obloze pohybovat (podle toho například volte zorné pole a orientaci, kterým směrem budete pozorovat), zjistěte si, kde jsou radianty sledovaných rojů
2. na pozorovacím stanovišti se zorientujte (S-J, Z-V)
3. připravte si vše potřebné (lehátko, spacák, případně igelit proti vlhkosti), budete-li zapisovat sami, pak také baterku, hodinky, podložku, protokol o pozorování a tužku (vše byste měli mít umístěno v dosahu)

4. Pohodlně se usad'te či ulehňte. Předvypíltě si některé údaje do protokolu, především zkontrolujte, jakou část (odhadněte v procentech) zvoleného zorného pole vám zakrývají kopce, stromy či jiné pevné překážky a uvedenou hodnotu si запиšte, také si poznamenejte střed zorného pole na obloze, případě si jej zakreslete (platí pro počátek každého intervalu, obloha se posouvá)
5. vyhledejte si v zorném poli podle připravené mapky srovnávací hvězdy pro určení jasností meteorů
6. jakmile víte, že máte vše připraveno, můžete zahájit pozorování
7. první je třeba určit m_hv na stanovišti při zahájení pozorování, použijte metodu trojúhelníků, nejlépe alespoň pro tři obrazce. Nezapomeňte, že adaptace lidského oka na tmu trvá až desítky minut, čili během prvního pozorovacího intervalu (a také během posledního, kdy již může začít svítat) se může m_hv značně měnit, je tedy potřeba ji sledovat pravidelně, co 10 minut a každou změnu do protokolu zaznamenat sledujte vývoj oblačnosti a veškeré změny zaznamenávejte jakmile spatříte meteor, zaznamenejte jeho rojovou příslušnost a jasnost s přesností na 0,5 mag, podle srovnávacích hvězd na konci intervalu opět zhodno'te M_{HV} a množství oblačnosti

Co s napozorovanými daty by mělo být jasné ještě před tím, než začnete pozorovat. Metodika pozorování pochopitelně ovlivní možnosti zpracování napozorovaných dat. V našem případě si představíme metodiku zpracování pro potřeby IMO.

Na další straně máme příklad. Jedná se o reálný protokol „začátečníka“ z pozorování Perseid v lokalitě Ježůvka u Vsetína na souřadnicích N 49 21 a E 18 01 v noci z 12. na 13. srpna 2001. Interval měl délku 1h a trval od 20:20 do 21:20 UT. Sledovány byly meteory roje Perseid s radiantem na souřadnicích $\alpha = 47$ (jedná se o přepočtení rektascenze uváděné v hodinách, minutách a sekundách na stupně $-47^\circ = 3h8m$), $\delta = +5$, ostatní meteory byly hodnoceny jako sporadické.

V záhlaví protokolu si povšimněte určení M_{HV} (číslelná hodnota byla odvozena z kresby pole v souhvězdí Kasiopje ve středu protokolu) a také odhadnutého procenta „oblačnosti“ dané přítomností pevných překážek (stromů) na okraji zorného pole.

V průběhu intervalu bylo spatřeno 27 meteorů, 10 bylo hodnoceno jako sporadické, 17 jako Perseidy. Střed zorného pole byl v souhvězdí Kasiopje na souřadnicích $0h=0^\circ$, $+60^\circ$.

Máme tedy k dispozici například následující pozorování:

$$0,53 = -1,0 + \text{Drak } \checkmark$$

poz	roj	noc	poz. interval		MHV		oblačnost	
			zac.	konec	zac.	konec	zac.	konec
MIVAC	PER	12.8-13.8	22 ²⁰	23 ²⁰	5,17	5,57	5%	5%

h	m	s	roj	mag	r	poznámka - meteor	poznámka	c
22	21	40	+	2,5				1
22	24	30	-	3,5				2
22	25	33	-	2,5				3
22	29	34	+	3,5				4
22	31	66	-	2,5				5
22	34	11	+	3,0				6
22	35	39	+	3,5				7
8	37	17	-	3,5				8
22	40	58	-	1,0				9
22	41	57	+	4,0		22 43 12		10
	43	55	+	1,0				11
	47	00	+	0,0		pokryt		12
	48	08	-	3,0				13
	49	20	+	2,5				14
	51	50	+	1,0		54 25 = 0		15
	55	40	-	3,5				16
23	01	56	+	-1,0				17
	02	09	-	3,5				18
	03	40	-	2,5				19
	06	18	+	2,5				20
	10	10	-	0,5				21
	12	18	+	0,5				22
	12	44	+	0,5				23
	14	10	+	3,0				24
	15	00	+	3,5				25

17 30 + 1,5
18 08 + 1,5

Zpracované pozorování vypadá takto:

```

=====
Location                      Vsetín - Jezuvka
Coordinates                   N4921   E1801
-----
Observers:
VACMI   Michal Vaclavik
=====
Date  2001 08 12/13  2020 2120
Showers analysed:  PER  47 +58
                      SPO
-----

Interval data:
      Beg. End  CENT  Teff  F    LM    PER    SPO
      2020 2120    0 60  0.85 1.05  5.7    C  17    C  10
-----

Magnitude data (total):
Name  Beg. End  Sh  -1    0    1    2    3    4
VACMI 2020 2120 PER  1  0  1  1  2  3  0  3  2  3  1
VACMI 2020 2120 SPO  0  0  0  0  1  0  0  3  1  5  0
-----

Magnitude data:
Name  Beg. End  Sh  -1    0    1    2    3    4
VACMI 2020 2120 PER  1    1.5  4    3    5    2.5
VACMI 2020 2120 SPO  0    0    1    1.5  5    2.5
=====

```

Základní informace jsou při zpracování shrnuty do sekce označené „*Interval data*“, kde:

- Beg. End – z naší trvání intervalu v UT
- CENT – je uvedený střed zorného pole
- Teff – je efektivní čas pozorování v hodinách korigovaný o čas, nutný k zápisu informací o meteoru (pozorovatel zapisoval sám); jestliže k zápisu jednoho meteoru potřebujete 20s, k zápisu 27 meteorů v našem případě potřebujete $27 \cdot 20s = 540s$; výsledný efektivní čas je pak dán jako $Teef = [(3600 - 540) / 3600] = 0,85$ – kde 3600 je počet sekund v hodině.
- F – Se vztahuje k odhadnutému množství zakryté oblohy 5%, koeficient je udáván jako $C = 100 / (100 - 5) \sim 1,05$
- LM – LM je hodnota MHV, která byla dodatečně určena na 5,7
- M – je označení metody, zde C jako „counting“ – počítání
- N – je počet spatřených meteorů pro všechny sledované roje, v našem případě pro Perseidy PER a sporadické meteory SPO

Další informace o jednotlivých meteorech obsahují sekce „*Magnitude data*“

(total)‘ a ‚Magnitude data‘. V protokolu je k jednotlivým meteorům zaznamenána odhadnutá jasnot. Nejjasnější spatřený meteor měl magnitudu -1, nejslabší byl hodnocen jako +4. Spatřené meteory jsou v sekci ‚Magnitude data (total)‘ rozděleny podle jasnosti do tabulky od -1 d +4 dělené po půl magnitudy. V sekci ‚Magnitude data‘ je dělení provedeno po jedné magnitudě, tak, aby zůstal zachován stejný součet meteorů, tedy z necelých magnitud je polovina počtu přičtena k jasnosti vyšší a polovina k nižší.

Takto zpracovaný protokol o pozorování je možné dnes elektronicky odeslat přímo do databáze IMO. Hodnoty jednoduše vyplníte do elektronického protokolu na stránkách <http://www.imo.net/visual/report/electronic>

Ukázka zpracovaného pozorování za celou noc:

=====

Location Vsetin - Jezuvka
Coordinates N4921 E1801

Observers:

SRBJI Jiri Srba

=====

Date 2004 08 10/11 2015 0120

Showers analysed: PER 44 +58

AQR 340 -09

SPO

Interval data:								PER		AQR		SPO	
Beg.	End	CENT	Teff	F	LM	M	N	M	N	M	N		
SRBJI	2015	2115	300	55	0.92	1.07	6.1	C	13	C	2	C	5
SRBJI	2130	2230	305	50	0.93	1.05	6.1	C	17	C	3	C	4
SRBJI	2300	0000	325	60	0.89	1.05	6.0	C	29	C	4	C	6
SRBJI	0020	0120	285	65	0.90	1.05	6.0	C	25	C	3	C	7

Magnitude data (total):

Name	Beg.	End	Sh	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5						
SRBJI	2015	2115	PER	0	0	0	0	0	1	1	0	4	1	2	2	1	1	
SRBJI	2130	2230	PER	1	0	0	0	0	1	0	1	1	3	3	3	2	1	1
SRBJI	2300	0000	PER	0	0	1	0	1	0	1	2	2	4	3	3	8	2	1
SRBJI	0020	0120	PER	0	0	0	0	1	0	1	1	1	3	5	2	2	6	3
SRBJI	2015	2115	AQR	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
SRBJI	2130	2230	AQR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0
SRBJI	2300	0000	AQR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0

```

SRBJI 0020 0120 AQR 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0
SRBJI 2015 2115 SPO 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0
SRBJI 2130 2230 SPO 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 1 0 0
SRBJI 2300 0000 SPO 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 1 0 1 0 0
SRBJI 0020 0120 SPO 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2 2 1 1 0 0

```

Magnitude data:

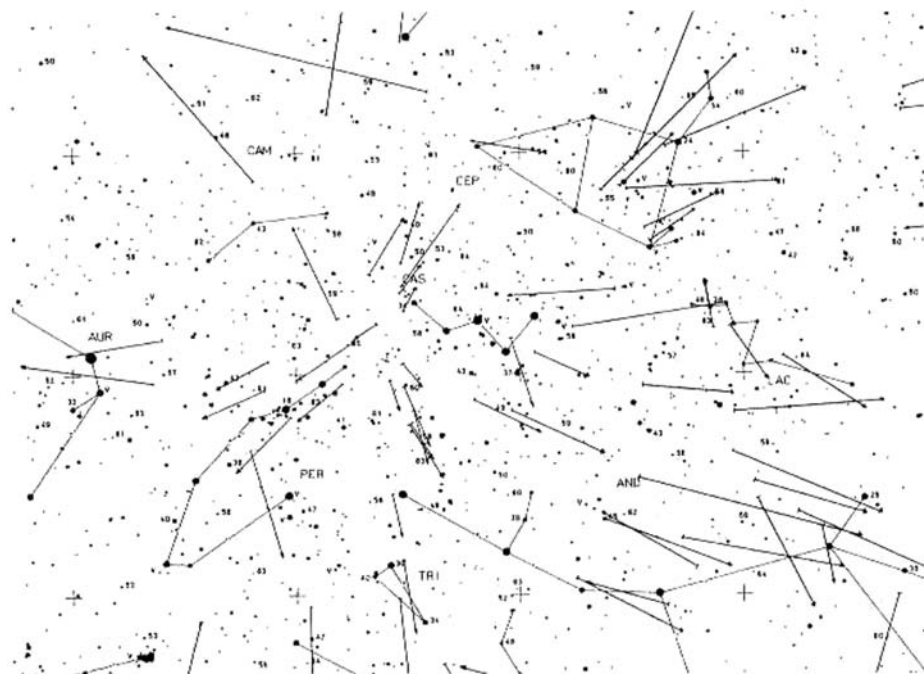
Name	Beg.	End	Sh	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
SRBJI 2015 2115 PER	0	0	0	0.5	1.5	2	4	3.5	1.5			
SRBJI 2130 2230 PER	1	0	0	1	1.5	5	5.5	2.5	0.5			
SRBJI 2300 0000 PER	0	1	1	0.5	3.5	6.5	8.5	6.5	1.5			
SRBJI 0020 0120 PER	0	0	1	1.5	3	7.5	6	6	0			
SRBJI 2015 2115 AQR	0	0	0	0	1	0	0.5	0.5	0			
SRBJI 2130 2230 AQR	0	0	0	0	0	0.5	0.5	2	0			
SRBJI 2300 0000 AQR	0	0	0	0	0	0.5	1.5	1.5	0.5			
SRBJI 0020 0120 AQR	0	0	0	0	0	0	0.5	2	0.5			
SRBJI 2015 2115 SPO	0	0	0	0	0	1.5	2	1	0.5			
SRBJI 2130 2230 SPO	0	0	0	0.5	0.5	1.5	0.5	1	0			
SRBJI 2300 0000 SPO	0	0	0	0	0	2	3	1	0			
SRBJI 0020 0120 SPO	0	0	0	0	0	2	3.5	1.5	0			

Zakreslování

Zkušenější pozorovatelé mohou svá vizuální pozorování (v obdobích nízké aktivity) doplnit o zakreslování meteorů do gnómonických atlasů oblohy. Zakreslování vizuálních meteorů provádějte výhradně do Gnómonického atlasu Brno 2000.0, který je mezinárodním standardem IMO. Gnómonické zobrazení je specifické tím, že zobrazuje velké kružnice jako přímky, díky tomu umožňuje zakreslovat meteory podle pravítka.

Zákres meteoru v mapce provádíme vždy podle pravítka. Na nakreslenou čáru podle dráhy spatřeného meteoru mezi hvězdami umístíme krátkou kolmou úsečku v místě jeho začátku a šipku v místě konce. Tím je dán i směr letu. Dále uvedeme k šipce pořadové číslo meteoru (podle protokolu a nebo podle oznámení zapisovatelem). Při větší hustotě zákresů v mapce je dobré doplnit číslo meteoru ještě jedno do závorek v počátku a nebo začít kreslit na nové mapce, aby nedošlo k záměně či k problémům se směry.

Meteor stacionární kreslíme jako kolečko s křížkem uprostřed a pořadovým číslem. Je to meteor velmi krátký a jeho dráha se promítá proti pozorovateli. V takovém případě je obtížné určit směr letu, zde se pozorovatelé mohou lišit.



Výpočet HR a ZHR

Jak již bylo řečeno, pozorovatelé v různých místech zeměkoule dospějí k různým počtům meteorů ve stejném okamžiku, neboť mají radiant roje v různých výškách nad obzorem.

Pozorované množství meteorů není tedy konečným produktem, vše směřuje k určení takzvané redukované frekvence HR nebo zenitové redukované frekvence ZHR, které již uvádějí hodnotu opravenou o vlivy dané zeměpisnou polohou, ale i různými podmínkami na stanovištích.

Z napozorovaných údajů lze redukovanou frekvenci spočítat podle vztahu:

$$HR = \frac{N \cdot F \cdot r^{(6,5-m)}}{T_{\text{eff}}}$$

kde N je počet spatřených meteorů; F je koeficient pro oblačnost; r je populační index (udává, že při změně MHV o 1 mag stoupne či klesne počet pozorovaných meteorů právě r-krát, jeho hodnotu obecně neznáme, pro maximum Perseid se pohybuje kolem 2,2); m je mezní hvězdná velikost v protokolu označená jako LM a T_{eff} je efektivní čas.

Po dosazení námi zjištěných hodnot dostáváme:

$$HR = \frac{N.F.r^{(6,5-m)}}{Te_{ef}} \approx \frac{17.1052,2^{(6,5-5,7)}}{0,85} = 39 \text{ met/h}$$

Toto je však stále hodnota neopravená o polohu radiantu, pro kterou platí $ZHR = HR / \sin(h)$. Pro námi sledovaný interval je $\sin(h) = 0,51$ je tedy $ZHR = 39 / 0,51 = 77 \text{ met./h.}$

Pozorování velmi jasných meteorů – bolidů

Meteor jasnější -4 mag lze spatřit vzácně, obvykle se jedná o sporadické meteory, které nás mohou překvapit i ve dne. Existují ale také roje s převahou jasných meteorů. Při spatření bolidu by pozorovatel měl být schopen určit následující údaje:

- přesný okamžik úkazu
- délka jeho trvání, případně trvání stopy, pozice dráhy meteoru vůči obzoru, významným objektům v okolí pozorovacího stanoviště (jednoznačně platí, že musíme určovat délka meteoru či výšku jeho počátku nebo konce nad obzorem v úhlových stupních – častou chybou je „odhad“ v metrech) a nebo dráhu mezi hvězdami (zapamatovat si dvě hvězdy promítající se co nejbližše meteoru), rovněž je důležitá pozice pozorovatele, další okolnosti pozorování – barva, výbuch, zvukové efekty, oblačnost, světla v okolí, svědci

Pozorování jsou shromažďována na stránkách AsÚ AV ČR v Ondřejově (<http://www.asu.cas.cz/%7Emeteor/hlaseni.htm>). Vzhledem k získání nezávislých údajů od více pozorovatelů k těmto úkazům jsou konkrétní údaje o bolidu zobrazeny v databázi až po 10 dnech.

Samo hlášení je pak konfrontováno s hlášeními ostatních svědků, resp. s fotografiemi z bolidových sítí a pomáhá k upřesnění dráhy tělesa či dokonce k nalezení místa dopadu meteoritu.

Teleskopická pozorování

Pozorovatel teleskopických meteorů se musí vyrovnat se specifiky takového pozorování, například se zorným polem v dalekohledu. Obecně je pro teleskopické meteory potřeba co největšího zorného pole v kvalitním binokulárním přístroji. Pozorovatel se musí několik desítek minut soustředit na zorné pole, neměl by ho ovlivňovat chlad, rosa či boční vítr a světla – ideální je tedy měkký gumový kryt

(očnice) kolem okulárů, který těmto negativním zážitkům brání. Triedr je z tohoto pohledu nejméně vhodný a monokulární systémy nelze použít prakticky vůbec. Na řadě hvězdáren jsou i dnes k dispozici, binární dalekohledy (= binary) 12×60 (malý binar), 10×80 (dělostřelecký binar, “dělák”) či 25×100 (Somet binar). Dosah za běžných podmínek je kolem +10 mag, u Sometu +12 mag, při sehrané skupině pozorovatelů a mimořádně kvalitních pozorovacích podmínkách není problém spatřit společné meteory +10 mag, výjimečně i slabší.

Pro teleskopické pozorování je důležité pohodlné usazení pozorovatele (nezapomeňte, že sedí minimálně hodinu bez pohnutí) a co nejméně namáhavá pozice hlavy a očí u okulárů dalekohledu. Právě neustálé „vrtění“, nucené mrkání atp. je častým zdrojem duchů.

Pole se časem stáčí a je nutné měnit směr dalekohledu – s tímto je rovněž nutné počítat. Pozorovatel je vybaven mapkou, nejlépe s vyhledávací oblastí a s vlastním zorným polem, které to skutečně obvykle přesahuje. Pozorovatelé si vybírají polohu konkrétního středu pozorovacího pole tak, aby je neoslňovala případná jasnější hvězda v poli. Navíc se musí seznámit se srovnávacími hvězdami a jejich jasnostmi, tyto údaje lze u vybraných hvězd najít v mapce. Pro teleskopické pozorovatele je optimální doplnit skupinu o zapisovatele, který řídí pozorování a zahajuje pozorovací interval, řídí přestávky pozorovatelů, oznamuje jim pořadová čísla meteorů a naopak zaznamenává od pozorovatelů informace o spatřeném meteoru.

Teleskopický pozorovatel se před pozorováním seznámí s pozorovacím polem, zapisovatel mu přidělí identifikační číslo a v protokolu uvede k seznamu pozorovatelů přidělené číslo mapky a pozorovací podmínky. Při spatření „probudí“ pozorovatel zapisovatele výkřikem STOP! a oznámením vlastního pořadového čísla. Zapisovatel pak do protokolu zaznamená čas (s přesností na s nebo min – podle projektu) a číslo pozorovatele, dále od něj zaznamenané údaje popisující spatřenou dráhu meteoru a kvalitu pozorování. Nakonec mu oznámí pořadové číslo meteoru, které si pozorovatel zaznamená k zakreslené šipce meteoru. Pokud meteor proletěl zorným polem, nekreslí se kolmá čárka k dráze meteoru, ale místo ní se namaluje oblouček, případně se uvádí kombinace.

6. Jak pozorovat meteory foto/CCD/video technikou

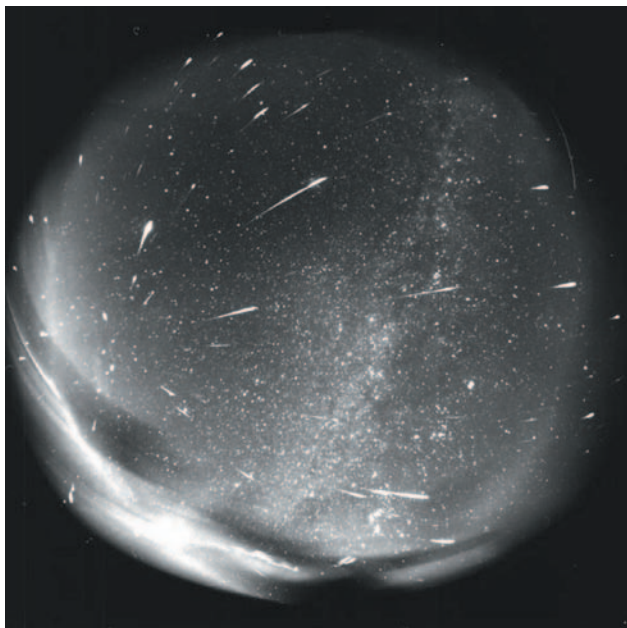
Pokud dokážeme za mimořádných podmínek spatřit pouhým okem – bez dalekohledu – meteor +7 mag a s binarem +11 mag, pak fotografickou technikou dokážeme získat meteory +8 mag, za pomoci speciálních (a drahých) kamer lze získat i +10 mag. Lidský zrak má tedy stále svoji výhodu v dosahu, bohužel pokulhává s přesností zákresu a klasifikace spatřeného meteoru. Naopak kvalitní

snímek meteoru dokáže definovat dráhu jednoznačně a v případě společných snímků meteorů z více stanic lze určit z paralaktického posunu i prostorovou dráhu tělesa, tedy odkud přiletlo a kam případně dopadlo. Na tomto principu byla založena v padesátých letech Zdeňkem Ceplechou síť fotografických stanic s cílem zachytit přelet jasného meteoru – bolidu, odtud si síť převzala i označení jako bolidová síť. Systém pracuje dodnes, v dnešní době AsÚ v Ondřejově koordinuje i stanice v okolních evropských zemích = Evropská bolidová síť. Díky jejich snímkům se podařilo nalézt meteority Příbram (historicky první snímek 7. 4. 1959 a nález) či Neuschwanstein (6. 4. 2002) a další.

Úloha amatérského fotografa zde nemá příliš význam, běžné vybavení se základním objektivem umožní získat meteory kolem +1 mag a jasnější, jedná se spíše o možnost doplnit už existující snímky z pevných či pointovaných kamer vlastním snímkem. Je dobré být připraven a zachytit pád meteoru např. ve dne – tak jak se podařilo při pádu meteoritu Morávka 6. 5. 2000. Vždy je nutné poznamenat si co nejpřesněji čas a místo snímku, zachytit i okolní orientační body (pokud je to možné).

Rozvoj digitální fotografie však umožňuje se snímáním oblohy experimentovat dle libosti. Navíc povede li se vám pěkný snímek meteoru, i žánrová fotografie může mít svůj úspěch, například odborný časopis IMO (WGN) nedávno zveřejnil žádost o fotografie související s pozorováním meteorů, které by byly použity jako ilustrační nebo dokonce na úvodní stránce tohoto poměrně prestižního periodika.

Pokud uvažujete o snímkování celooblohovým způsobem, lze postupovat tak, že si pořídíte např. soustavu fotoaparátů a rozdělíte si oblohu do jednotlivých úseků, které se navzájem překrývají. Jinou možnost představuje jeden přístroj buď nad vypouklým zrcadlem (celooblohová kamera) a nebo objektiv typu rybí oko (fish-eye). Pro odborné účely je vhodné umístit před objektiv rotující sektor, který dráhu nasnímaného meteoru



„naseká“ a díky známé rychlosti tak dokážeme při proměřování snímku určit úhlovou rychlost meteoru.

Zajímavou kvalitu přinese vícestaniční snímkování vybrané části oblohy – pokud se domluvíte s dalšími fotografy a v době aktivity roje získáte snímek meteoru z více stanic, jistě se o něj bude zajímat oddělení meziplanetární hmoty z AsÚ Ondřejov. Jeho proměření a určení dráhy tělesa spadá do jeho kompetence.

Velmi záslužnou činností je fotografování spekter meteorů a jejich stop. Pro takové snímky je nutné před objektiv předradit mřížku či hranol se známými optickými charakteristikami a v době vysoké aktivity meteorického roje se pokusit rychle zamířit s fotoaparátem na pohasínající stopu a exponovat. Vlastní proměření získaného spektra rovněž svěřte odborníkům.

Video/CCD pozorování meteorů

Tato pozorování jsou jednou z nejmladších kategorií, jejich rozvoj se datuje od r. 1986, kdy takto zahájili pozorování japonští a v r. 1987 i holandsští astronomové. Zvláště více staniční pozorování jsou pak jedinečná a při dnešní možnosti identifikace času a polohy pomocí GPS se jedná o vysoce účinné získávání dat.

Zaznamenané dráhy meteorů slouží po základním proměření k určení pozice, jasnosti a rychlosti, v případě vícestaničních pozorování opět i k získání údajů o prostorové dráze meteoru, či o vývoji meteorické stopy.

Pozorování pomocí videokamer nebo televizních kamer jsou vysoce žádoucí – pro svoji přesnost představují zatím nejvyšší možnou kvalitu dat dosažitelnou v amatérských podmínkách.

Vzhledem k současné dostupnosti počítačové a CCTV techniky se v posledních několika letech možnosti amatérských video pozorování meteorů výrazně zlepšily. Pro běžného nadšence je v současnosti dostupný systém založený na sestavě obsahující citlivou ccd video kameru (například Watec, DMK a pod) ve spojení s vysoce světelným objektivem ($f/1,0$ či lepší, $1/3''$ nebo $1/2''$).

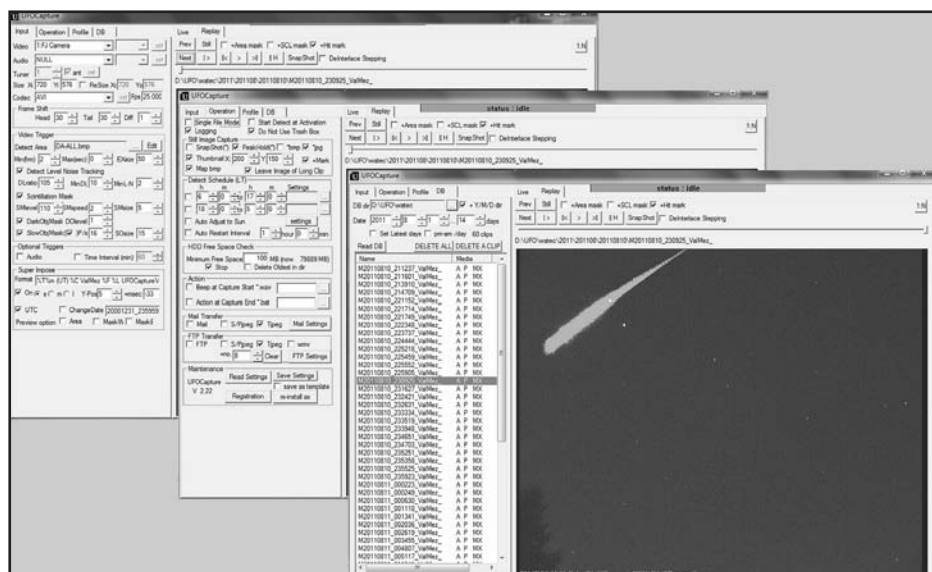


Signál z kamery je zpracováván v reálném čase pomocí specializovaného software UFOCapture (SonotaCo), který umožňuje nejen automatickou detekci pohybujícího se objektu, ale spolu s dalšími programovými nástavbami (UFOAnalyzer, UfoOrbit) také následnou analýzu napozorovaných dat.

Vzhledem k sofistikovanému způsobu práce s video signálem, kdy je zaznamenáván jen definovaný časový úsek kolem detekovaného meteoru, připadá na jeden zaznamenaný meteor asi 50 MB dat, což je při dnešní velikosti disků přijatelná hodnota (ovšem při maximu Perseid budete mít za noc i 150 meteorů ?). Druhou možností je využití software Metrec (S. Molau), který je mnohem více automatizován (z videozáznamu za celou noc zbude po analýze několik set kb datového souboru se záznamy informací o zaregistrovaných meteorech. Tento systém je však vázán na specifický typ grafické karty (Matrox).

Dosah takového systému je kolem 2-3 mag pro meteory (závisí na objektivu, kameře i podmínkách), což je jedním z nedostatků této metody, která tak nepokrývá vizuální dosah lidského oka.

Možné rozšíření systému představuje použití zesilovače obrazu, což je ale i na dnešní poměry velmi drahé zařízení. Takový systém však má (v malém zorném poli) dosah srovnatelného s vizuálním pozorovatelem, a vede tedy ke statistickému zpracování se srovnatelnými výsledky.



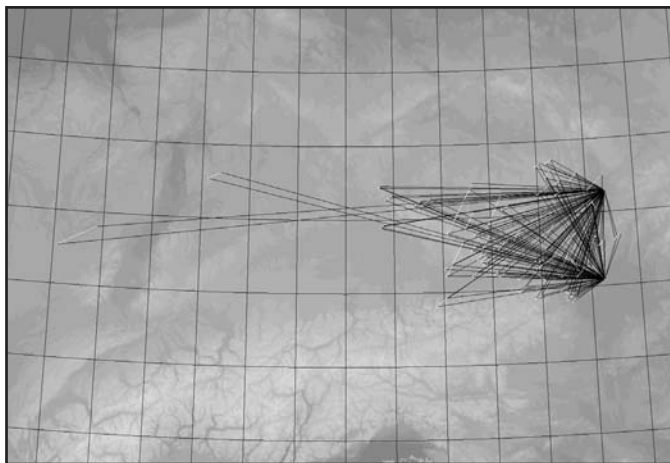
Nastavení UfoCapture

Na předchozích screenshootech je zachycen vzhled programu UfoCapture se čtyřmi hlavními záložkami (input, operation, profile a DB

Softwarový balík Ufo obsahuje také programy pro analýzu získaných výsledků UfoAnalyzer či zpracování vícestaničních pozorování s možností výpočtů drah jednotlivých meteorů UfoOrbit.

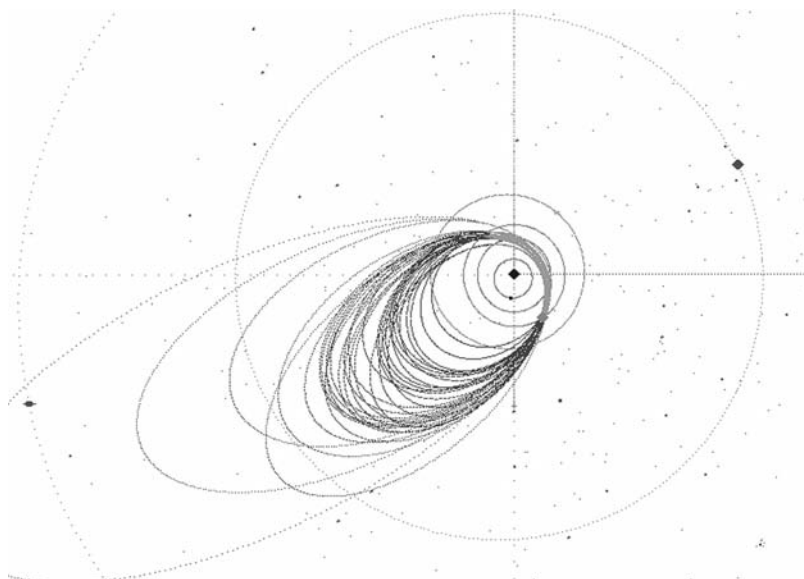
Vícestaniční video pozorování

Moderní technika umožňující přesné určení času a polohy zároveň s možností komunikace v reálném čase, je doslova předurčena ke koordinaci společných aktivit jednotlivých pozorovatelů. Společné pozorování z několika stanic pak přináší kvalitu, která je srovnatelná i s profesionálními výsledky. Ve střední Evropě takto funguje síť CEMENT (Central european meteor network), která spolupracuje se Slovenskou akademií věd, což je ukázka způsobu práce, o jaký by se amatérští astronomové měli snažit – spolupráce na společných projektech s profesionálními astronomy.

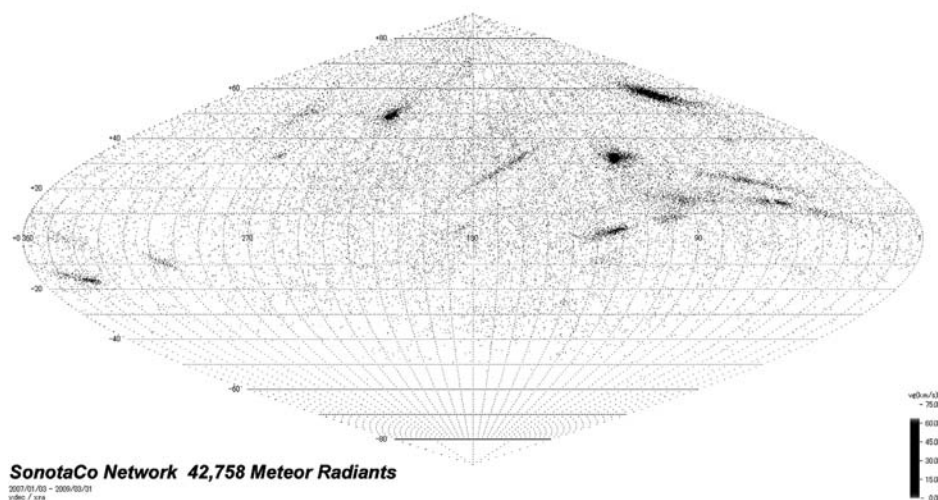


Analýza společných meteorů ze stanic Dunajská Lužná a Kroměříž při letošním maximu Perseid (Jakub Koukal).

Dráhy meteorů roje Kaprikornid (Ivan Majchrovič).

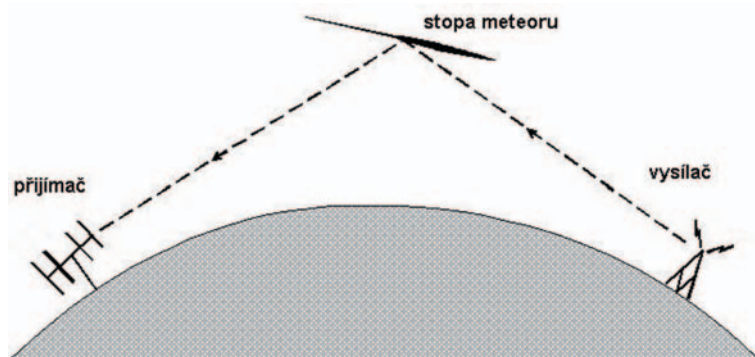


Jedním z možných využití videopozorování je také rekonstrukce tvaru a pohybu radiantů. Toto je výstup celojaponské sítě, jejíž činnost organizuje sám SonotaCo. Na vizualizaci je zobrazeno 42 758 meteorů.



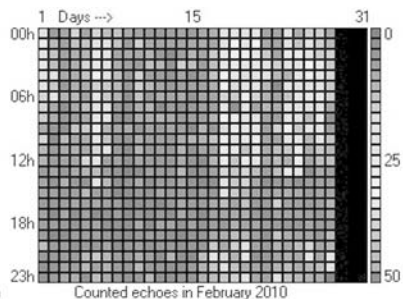
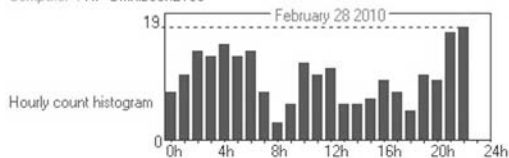
Radiová pozorování meteorů

Amatérským pozorovatelům se nabízí možnost pasivně přijímat signál vzdálených vysílačů, který se odrazí o meteorické stopy. Tato pozorování lze vykonávat i ve dne a nebo při zatažené obloze. Rádioový přijímač (o frekvenci 30-100 Mhz) by měl být umístěn 500 km až 2000 km daleko od vysílače stejné frekvence. Přímý příjem je nemožný díky zakřivení naší planety, a tak lze zaznamenat signál jen krátce – v řádech jednotek až stovek sekund pouze v případě, že dopadne na ionizovanou stopu meteoru ve výšce kolem 80-120 km. Radiová pozorování opět pomáhají určit, zda je roj aktivní, jaké je rozložení hmotnosti jeho částic, jakou dosahují jasnost. Pro příjem lze využít Yagiho anténu a přijímač VKV/FM. Více informací na <https://radio.meteor.free.fr> a nebo na <http://www.amro-net.jp/radio.htm>.



Výstupem takového pozorování je odhad frekvence roje na základě zaznamenaného počtu ozev za jednotku času, nejčastěji hodinu. Výsledky jsou zobrazovány například do mřížkového grafu, kde na ose x jsou jednotlivé dny daného měsíce, na ose y jsou hodiny daného dne a v každém čtverečku takového grafu je barevně kódováno množství zaznamenaných ozev.

Observer : Hvezdarna Vsetin
Country : Czech Republic
City : Vsetin
Antenna : X-beam Az : 240° El : 10°
RF Preamplifier : none
Receiver : AOR8000
Computer : HP Omnibook2100
Location : 017°5947 East
049°2039 North
Frequency : 53.7493



7. Současné problémy meteorické astronomie

Po fyzikální stránce jsou otevřeny některé otázky průletu meteorických těles atmosférou, souvislosti mezi světelnou křivkou meteoru, jeho bržděním v atmosféře, chemickým složením tělesa a jeho strukturou potřebují ještě řadu upřesnění.

Otázky struktury a vývoje meteorických rojů jsou stále ještě „evergreenem“ meteorické astronomie, protože získání dostatečně rozsáhlých a kvalitních dat je „během na dlouhou trať“. Dobrých výsledků již bylo dosaženo při předvídání mimořádných událostí: časy meteorických spršek z minulých oběhů jsou alespoň u některých rojů známy poměrně přesně, předpovědi jejich frekvencí však zůstávají spíše řádovými odhady. Jedním z problémů zůstává otázka velikosti ejekčních rychlostí, či spíše jejich maximálních hodnot.

Pro amatérské pozorovatele se naskytá zajímavý prostor – vizuální, radiové, fotografické i video záznamy meteorů mohou velmi dobře posloužit k získání unikátních údajů o nejmenších tělesech v naší Sluneční soustavě, o jejich původní dráze a konečném osudu. Pozorování meteorů nabízí řadu metod – od nejjednodušších záznamů, které zvládnou nejmladší zájemci a mohou se naučit základům vědecké metody, až po poučené a vybavené amatéry-astronomy, kteří už třeba spolupracují s odbornými pracovišti v ČR i ve světě. A stále bude platit moment překvapení a radost z poznání, ke které se může přidat i uznání za získání a zpracování cenných odborných výsledků.

8. Užitečné odkazy, kontakty a literatura

Většina základních návodů a též sw pro zpracování napozorovaných dat lze najít na stránkách IMO (www.imo.net) a v jejich věstníku WGN, v knihovnách hvězdáren lze najít i práce RNDr. Jan Hollana (Návod na pozorování meteorů – 1983, Jak se pozorují meteory dalekohledem – 1987; vydala HaP M.Koperníka Brno), doc. Vladimíra Znojila (Meteory a návod k jejich pozorování – v knize Astronomická příručka – 1992, Návod na pozorování meteorů – 1993) či klasiku od Mirka Plavce Meteorické roje (1957).

Fotografické pozorování meteorů:

CEMENT: *Central European Meteor Network* (<http://cement.fireball.sk/>)

SVMN: *Slovak Video Meteor Network* (<http://www.daa.fmph.uniba.sk/>)

Oddělení MPH ASU AV Ondřejov: <http://www.asu.cas.cz/oddeleni-mp>

IMO – International Meteor Organization: <http://www.imo.net/>

SMPH – Společnost pro MeziPlanetární Hmotu: www.kommet.cz

Příloha - seznam rojů podle HR 2011:

Vysvětlivky:

zač, max, kon ~ začátek, maximum a konec aktivity;

RA ~ dektascenze + denní změna;

Dec ~ deklinace + denní změna;

max ~ doba trvání maxima;

F ~ zenitová frekvence (ZHR);

typ ~ zastoupení drobných částic;

v ~ rychlost;

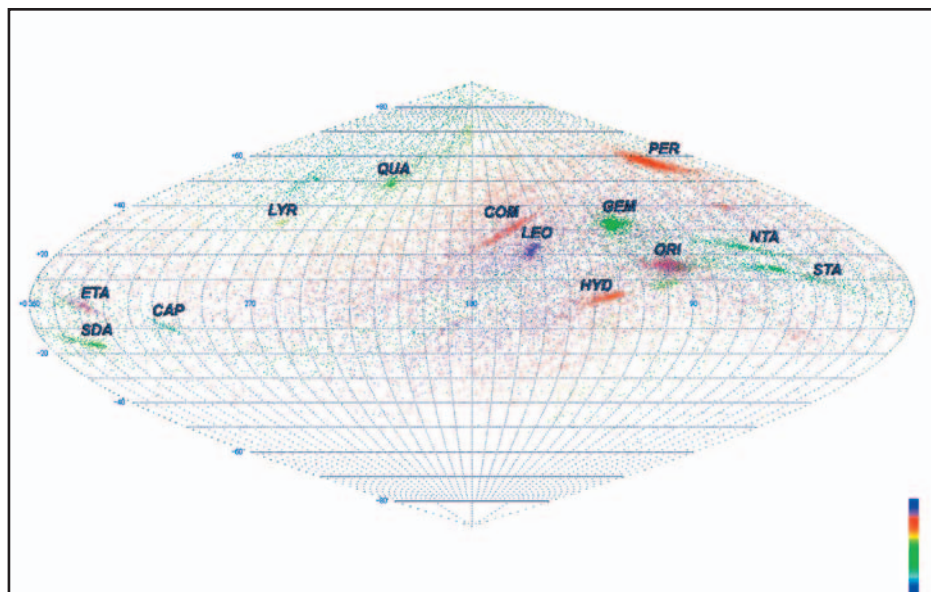
e ~ excentricita;

q ~ vzdálenost přísluní;

i ~ sklon dráhy

Obsah

1. Meziplanetární hmota, její druhy a rozmístění ve Sluneční soustavě	1
2. Historie pozorování meteorů	2
3. Co jsou meteory a proč je pozorujeme	3
4. Současné metody vizuálního pozorování meteorů	6
5. Jak vizuálně pozorovat meteory	8
Zakreslování	13
Výpočet HR a ZHR	14
Pozorování velmi jasných meteorů – bolidů	15
Teleskopická pozorování	15
6. Jak pozorovat meteory foto/CCD/video technikou	16
Video/CCD pozorování meteorů	18
Nastavení UfoCapture	20
Vícestaníční video pozorování	20
Radiová pozorování meteorů	22
7. Současné problémy meteorické astronomie	23
8. Užitečné odkazy, kontakty a literatura	23
Příloha - seznam rojů podle HR 2011:	24
Obsah	24



Jako vzdělávací a metodický materiál vydala Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.

© 2011, Hvězdárna Valašské Meziříčí, p.o., Vsetínská 78, 757 01 Valašské Meziříčí

Autoři: Vladimír Znojil (1993), Ivo Miček 2005, Jiří Srba 2011

Grafika a sazba: Libor Lenža

Vytiskla: Trikolora, s.r.o. Valašské Meziříčí

Materiál byl vydán v rámci projektu *Kooperující síť v oblasti astronomických odborně-pozorovatelských programů*. Partnery projektu jsou Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o. Zlínského kraje a Kysucká hvězdárna v Kysuckom Novom Meste.

Neproděje!

Tento mikropjekt je spolufinancován Evropskou unií, z prostředků Fondu mikropjektů spravovaného Regionem Bílé Karpaty