

# KOMECIARZ

WYDAWNICTWO (NIE)PERIODYCZNE  
SEKCJI OBSERWATORÓW KOMET  
PTMA

Nr.5.

(2/1996)

*No i wreszcie przyszedł czas na podsumowanie akcji „Hyakutake 1996”. Akcja przyniosła kolosalny odzew. Nic zresztą dziwnego, zważywszy na jasność komety i jej efektowny wygląd. Obserwacje nadchodziły przez długi czas, ich opracowanie także trwało długo, tak więc dopiero teraz można podać, czego dowiedzieliśmy się z „naszych” obserwacji komety.*

*W cieniu komety 1996B2 (Hyakutake) pozostały dwie inne, słabsze „siostrzyczki” (w tym jedna imienniczka). Bardzo niewielu obserwatorów miało „ochotę” na słabsze komety po obserwacji Wielkiej Komety 1996.*

*Na marginesie akcji „Hyakutake 1996” pojawił się niestety bolesny problem fałszerzy i oszustów, któreśmy chcemy poświęcić oddzielny rozdział.*

*W niniejszym numerze znajdują się także porady, jak oceniać jasność jasnej komety o dużej średnicy, a także jak uwzględniać ekstynkcję w przypadku komet znajdujących się nisko nad horyzontem.*

*Koordinatorzy SOK*

## **Obserwacje komety C/1996 B2 (Hyakutake) w Sekcji Obserwatorów Komet PTMA**

Kometa C/1996 B2 (Hyakutake) została odkryta na granicy gwiazdozbiorów Hydry i Wagi 30 stycznia 1996 przez japońskiego miłośnika astronomii Yuji Hyakutake, jako mgielka o jasności 9-10<sup>m</sup>. W momencie odkrycia kometa znajdowała się za orbitą Marsa, lecz wkrótce stało się jasne, że pod koniec marca znajdzie się wtym miejscu swojej orbity, która położona jest najbliżej orbity Ziemi. Co więcej, w tym samym czasie będzie tam także Ziemia! Tak więc stała się ona największym „przebojem” niebieskim pierwszej połowy tego roku, „przebijając” nawet zbliżającą się kometa Hale-Boppa.

Kometa Hyakutake była kometa pod wieloma względami wyjątkową. Przede wszystkim była to pierwsza od dwudziestu lat kometa wyraźnie (nawet z miasta) widoczna gołym okiem. Po drugie, była to najbliżej przelatująca od Ziemi od ponad czterystu lat „klasyczna” (czyli obdarzona warkoczem) kometa. Po trzecie amatorzy, którzy obserwowali kometa Hyakutake po 22 kwietnia, mieli wyjątkową okazję obserwować obiekt znajdujący się wewnątrz orbity Merkurego! Jednocześnie, w momencie swojego maksymalnego zbliżenia do Ziemi i jednocześnie maksymalnej jasności, kometa dla obserwatora na półkuli północnej (czyli także w Polsce) znajdowała się w pobliżu zenitu w środku bezksiężycowej (!) nocy. Trudno wyobrazić sobie lepsze warunki obserwacyjne. Rozpoczynający się wtedy okres wspaniałej pogody zaowocował w olbrzymiej ilości wykonanych obserwacji.

Niewątpliwie kometa C/1996 B2 (Hyakutake) zasłużyła na to, aby być nazwaną „Wielką Kometa 1996”.

Sprawozdania z obserwacji komety C/1996 B2 (Hyakutake) otrzymaliśmy od 71 członków SOK, którzy wykonali łącznie 1048 ocen jasności, 989 ocen stopnia kondensacji, 970 pomiarów średnicy otoczki oraz 697 obserwacji warkocza. Jest to więc rekordowa kometa w historii SOK, jeśli chodzi o ilość obserwatorów. Jeśli chodzi o ilość obserwacji, ustępuje jedynie komecie Levy'ego sprzed kilku lat. A oto autorzy niektórych „rekordów”:

pierwsza obserwacja (26 II 1996) — Janusz Pleszka

ostatnia obserwacja (25 IV 1996) — Janusz Pleszka

najdłuższa seria (26 II 1996 - 25 IV 1996) — Janusz Pleszka

najwięcej nocy obserwacyjnych: 36 — Janusz Pleszka, Kazimierz Czernis

Tabela I zawiera nazwiska wszystkich 71 osób, które nadesłały nam raporty z obserwacji.

**Tab. 1**

Obserwator	Miejscowość	Użyty sprzęt
Ricardas Balciunas	Ignalina (Litwa)	E, B50, L110
Jarosław Bandurowski	Zabrze	E, B50, B60
Leszek Benedyktowicz	Kraków	B30, B60
Wojciech Burzyński	Czarna Białostocka	E, B46, R70
Władysław Chmielewski	Ocean Atlantycki	B50
Franciszek Chodorowski	Kolonia Księżyno	E, B30
Grzegorz Ciura	Górki	E, B35
Ryszard Cnota	Puławy	B50
Grzegorz Czepiczek	Częstochowa	B60, B50
Grzegorz Czerepko	Mońki	L67
Wiesław Czerniewski	Starachowice	B50
Kazimierz Czernis	Wilno (Litwa)	E, B50, B110
Jörgen Danielsson	Färjestaden (Szwecja)	E, B80
Andrej Dementjev	Wilno (Litwa)	E, B50
Oskar Dereń	Wrocław	B50
Grzegorz Duszanowicz	Sztokholm (Szwecja)	E, B50
Tomasz Fajfer	Toruń	B50
Mariusz Gamracki	Rzeszów	E, B45
Dariusz Gasiunas	Maisiagola (Litwa)	E, R50, R120, L340
Katarzyna Gniazdowska	Wyszków	E, B40, B60
Radosław Grochowski	Świdnica	E, B50
Jarosław Grolik	Woźniki	L67, B50
Paweł Grzywak	Świdnica	B30
Ireneusz Janicki	Wadowice	B60
Marcin Jarski	Obliźniak	R50
Krzysztof Kamiński	Poznań	B50
Timo Karhula	Västerås (Szwecja)	E, B50, B80
Krzysztof Kida	Elbląg	E, B60, R50, R66
Grzegorz Kiełtyka	Krosno	B50
Michał Kodczak	Sanok	B35, L90
Szymon Kołodziej	Mielec	E, B40
Janusz Kosinski	Wyszków	E, B30, B40, B50, M150
Piotr Kowal	Kraków	B60
Tomasz Kowalczyk	Świdnica	B30

Arunas Kucinskas	Moletai (Litwa)	E
Tomasz Krzyt	Warszawa	E, B30, L65
Maciej Kwinta	Kraków	E, R80
Jerzy Marcinek	Lublin	B40, B50
Leszek Marcinek	Lublin	B50
Lesław Materniak	Krosno	B50
Paweł Musiański	Zabrze	R50, B24
Arkadiusz Olech	Pruszcz Gdański	B50, B70
Robert Olech	Pruszcz Gdański	B70
Vaclovas Pakalniskis	Plunge (Litwa)	E
Mieczysław Paradowski	Lublin	E, R90, B50, B35, B80
Marek Piotrowski	Świdnik	B36, B50, L150
Janusz Pleszka	Kraków	E, B66, B100, B50, M350
Jerzy Rafalski	Toruń	E, B60
Maciej Reszelski	Szamotuły	E, R50, L250
Robert, Artur Sankowski	Sochaczew	E, B50, L110
Łukasz Sanocki	Wola Dębowiecka	B36, M100
Paul Schlyter	Uppsala (Szwecja)	E, B50, B80
Michał Siwak	Burzyn	E, B50
Ryszard Siwiec	Szczecin	B60
Krzysztof Skowron	Kraków	E, B60
Wiesław Słotwiński	Łańcut	B50
Krzysztof Socha	Kolonia Piórków	E, B80, B60
Jerzy Speil	Wałbrzych	E, B50
Domas Steponenas	Anyksciai (Litwa)	E, B60
Robert Szczerba	Sieradz	R50
Maciej Szelański	Gdańsk	B30
Stanisław Szumowicz	Pilzno	E, B50
Tomasz Ścieżor	Kraków	E, B100, B50, B60
Mariusz Świętnicki	Zręcin	B50, L250, R65
Vitalis Vasylius	Wilno (Litwa)	B50
Johann Warell	Uppsala (Szwecja)	E, B80, L445
Tomasz Weselak	Okonin Osada	E, B50
Robert Włodarczyk	Częstochowa	B40, L70, R50
Mariusz Zbrzeźniak	Pruszków	E, B50, B25
Oznaczenia: E — gołe oko, B — lornetka, R — refraktor, L — newton, M — maksutow, Liczby oznaczają średnicę instrumentu w milimetrach.		

Nie zamieszczono nazwisk osób, których obserwacje uznano za niewiarygodne.

Przegląd wyników tradycyjnie rozpoczniemy od analizy krzywej blasku. Wykorzystano wszystkie 1048 obserwacje naszych obserwatorów. Na Rys.1.a przedstawiono postać podstawową krzywej — wszystkie oceny jasności sprowadzone do standardowej średnicy teleskopu 6.84 cm przedstawione są w funkcji czasu. Kometę była obserwowana w Polsce wyłącznie przed przejściem przez peryhelium, tak więc jej jasność systematycznie rosła. Nakładający się na ten efekt duży wzrost jasności widoczny pod koniec marca związany jest z przejściem w pobliżu Ziemi. Zaznaczono zarówno obserwowaną krzywą jasności (linia ciągła), jak też przewidywaną (linia przerywana). Różnice jasności komety widzianej oczyma

różnych obserwatorów osiągają aż  $2^m$ , co jest związane z trudnościami w ocenie jasności komety o dużej średnicy kątowej i dużej jasności (brak dobrych gwiazd porównania), jak też z silnym wpływem jakości miejsca obserwacji (np. miasto). Z wykresu tego wynika, że maksymalną jasność równą w przybliżeniu  $0^m$  zaobserwowano 25 marca, czyli w dniu, w którym kometa znajdowała się najbliżej Ziemi, w odległości zaledwie 0.1024 j.a.

W celu uchwycenia ogólnego sensu zmian blasku komety należy oczyścić krzywą blasku z fałszującego wpływu zmiennej odległości komety od Ziemi, co jest istotne zwłaszcza w przypadku omawianej komety w związku z jej bliskim przelotem w pobliżu Ziemi. Tradycyjnie robimy to odejmując od obserwowanej jasności otoczki pięciokrotny logarytm odległości kometa-Ziemia, wyrażonej w jednostkach astronomicznych. Ten zabieg ma sens taki, jak gdyby pomiary jasności komety byłyby przeprowadzane w stałej odległości 1 j.a. od niej. Zmieniamy również oś odciętych krzywej blasku, zastępując datę różnicą logarytmów odległości komety od Słońca w danym momencie i odległości komety od Słońca w peryhelium. Tak przekształcona krzywa zmian blasku pokazana jest na Rys.1.b.

Wyraźnie widać, że otrzymany zbiór punktów można zobrazować poprzez dwa odcinki o różnym współczynniku kierunkowym. Zmiana nachylenia (spowolnienie tempa wzrostu jasności komety) nastąpiła około 7 kwietnia. W tym także czasie zaniknął charakterystyczny, rzutujący się na tło warkocza, „jet” materii, a także wystąpiły inne cechy spadku aktywności komety.

Dopasowano otrzymane zależności do klasycznej formuły:

$$m = H(0) + 5 \log \Delta + 2.5n \log r$$

gdzie:

- m — jasność obserwowana,
- H(0) — jasność absolutna (1 j.a. od Słońca i 1 j.a. od Ziemi),
- $\Delta$  — odległość od Ziemi
- r — odległość od Słońca
- n — czynnik określający aktywność komety,

otrzymaliśmy:

Przed 7 kwietniem:

$$\mathbf{H(0) = 5.8^m \pm 0.1^m}$$
$$\mathbf{n = 3.4 \pm 0.1}$$

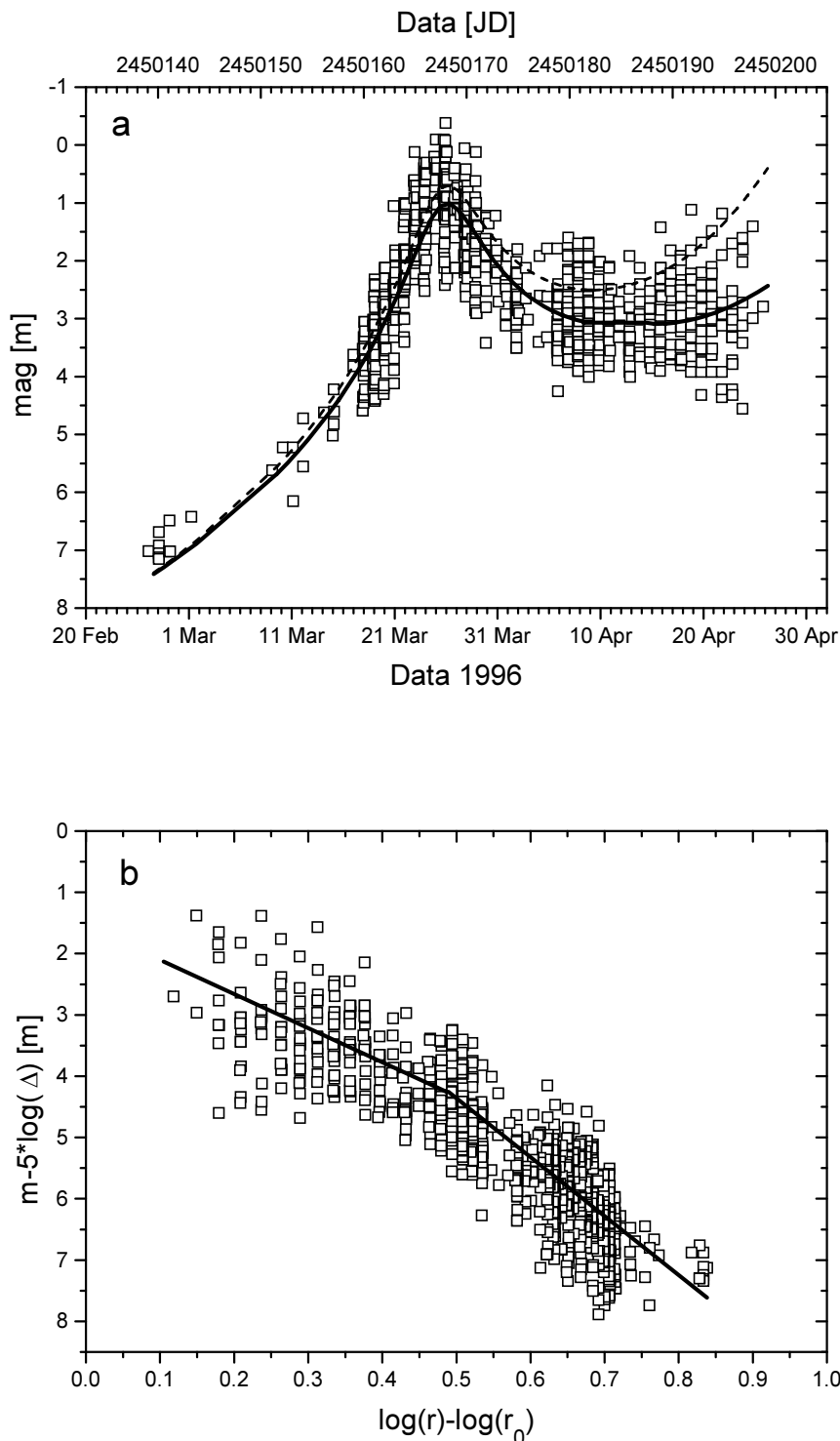
Po 7 kwietnia:

$$\mathbf{H(0) = 5.3^m \pm 0.1^m}$$
$$\mathbf{n = 2.3 \pm 0.2}$$

Jak widać, aktywność komety reprezentowana przez czynnik n, rzeczywiście spadła. Co ciekawe jednak, wydaje się, że wzrosła jasność absolutna jądra. Ponieważ niemożliwy jest wzrost średnicy jądra, oznacza to, że wzrosło jego albedo, czyli powierzchnia jądra (albo jego bezpośrednie otoczenie) pokryła się świerzą, jasną materią.

Oznacza to, że kometa Hyakutake była obiektem o stosunkowo jasnym jądrze. Przypominamy, że czynnik n dla większości komet przyjmuje się równy od 4.0 do 6.0, tak więc  $n=3.4$ , a później  $2.3$  wskazuje na kometę raczej mało aktywną. Jest to zgodne z faktem, praktycznego braku składowej pyłowej warkocza. W wyniku sondowań radarowych zmierzono średnicę jądra równą około 1 km, czyli bardzo małą. Duża jasność absolutna w połączeniu z tym faktem wskazuje także na duże albedo (zdolność odbijającą) jądra.

Obserwacje komety wykonane z półkuli południowej, po przelocie w pobliżu Słońca, wykazały, że jej jasność była mniejsza, niż oczekiwano, toteż dla tamtejszych obserwatorów nie była obiektem widowiskowym.



Rys.1. a) Krzywa zmian jasności komety C/1996 B2 (Hyakutake) utworzona na podstawie 1048 obserwacji wykonanych przez członków Sekcji Obserwatorów Komet PTMA, b) jasność komety zredukowana do stałej odległości obserwatora od komety (1 AU), oraz przedstawiona w funkcji różnicy logarytmów odległości komety ( $r$ ) od peryhelium ( $r_0$ ).

Pomiar średnicy kątowej głowy komety jest dla obserwatora zawsze zadaniem trudnym, zależnym m.in. od warunków obserwacyjnych, pogody, czułości oka itd..W przypadku komety Hyakutake możemy wykorzystać dużą ilość materiału obserwacyjnego, co pozwala nam na określenie maksymalnej widzianej średnicy komety. Jeżeli poprowadzi się obwiednią pomiarów średnicy komety, otrzymamy zmiany maksymalnej obserwowanej średnicy w czasie (Rys.2a). Jak należało się spodziewać, średnica głowy komety osiągnęła wartość maksymalną równą aż 100' (ponad trzykrotną średnicę tarczy Księżyca!) w czasie przelotu komety w pobliżu Ziemi, a następnie systematycznie malała. Po przeliczeniu średnicy kątowej na liniową, uwzględniając zmiany odległości komety od Ziemi okazało się, że średnica liniowa głowy komety w funkcji odległości od Słońca była stała i wynosiła 650 tys. km (Rys.2b). Należy jednak pamiętać o tym, że w pobliżu Słońca średnica głowy była z pewnością zaniżana, tak więc można przypuszczać, że w pobliżu peryhelium była ona większa.

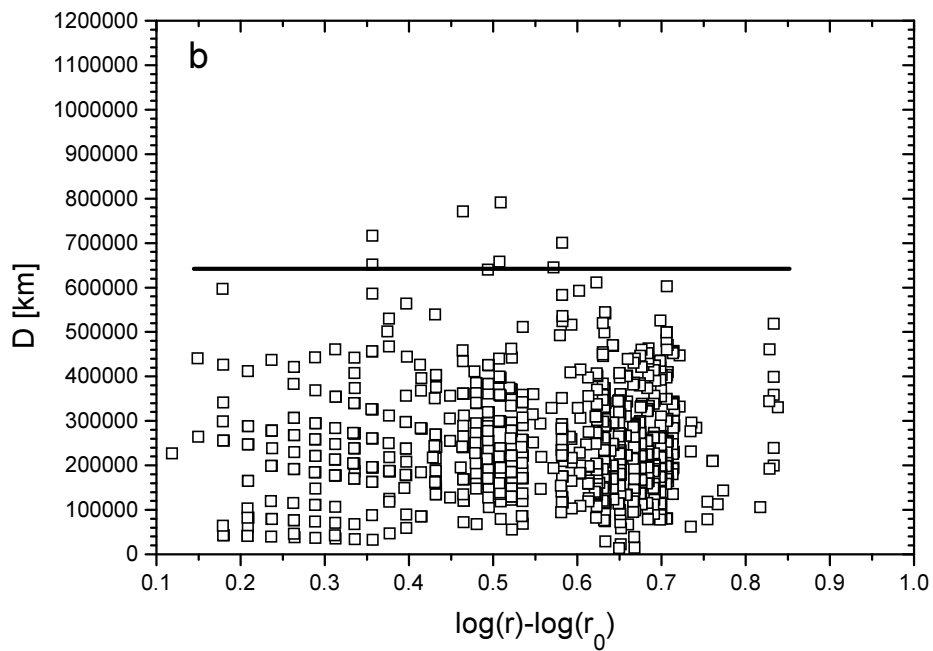
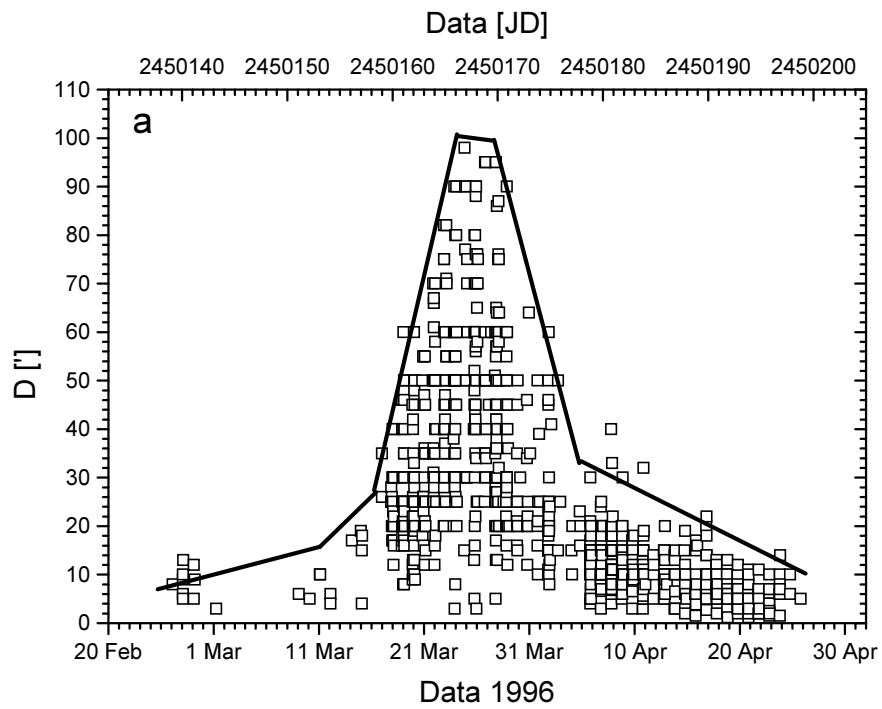
Niewątpliwie najbardziej efektywnym elementem komety jest jej warkocz. W przypadku komety Hyakutake powierzchniowa jasność warkocza była niska, tak więc jego piękno można było ocenić jedynie obserwując komętę z dala od sztucznych źródeł światła.

W przypadku komety Hyakutake, analogicznie jak dla średnicy głowy, możemy wykorzystać dużą ilość materiału obserwacyjnego. Jeżeli poprowadzi się obwiednią pomiarów długości warkocza, otrzymamy zmiany maksymalnej obserwowanej długości w czasie (Rys.3a). Jak znów należało się spodziewać, długość warkocza komety osiągnęła wartość maksymalną równą ponad 50° (!) w czasie przelotu komety w pobliżu Ziemi, a następnie systematycznie malała. Należy jednak ponownie zwrócić uwagę na zaniżanie długości warkocza w pobliżu Słońca, co wyraźnie widać po przeliczeniu średnicy kątowej na liniową, uwzględniając zmiany odległości komety od Ziemi (Rys.3b). Okazało się, że długość warkocza rosła, osiągając ponad 50 mln km w pierwszych dniach kwietnia, a następnie zaczęła spadać. Ten właśnie efekt trzeba wiązać z trudnością obserwacji warkocza w blasku zorzy wieczornej nisko nad horyzontem. Interesujący jest także wykres ilustrujący zmienność czasową kąta pozycyjnego warkocza PA w czasie (Rys.4). Widoczny jest przelot komety w pobliżu północnego bieguna niebieskiego 27 marca, skutkujący radykalną zmianą PA.

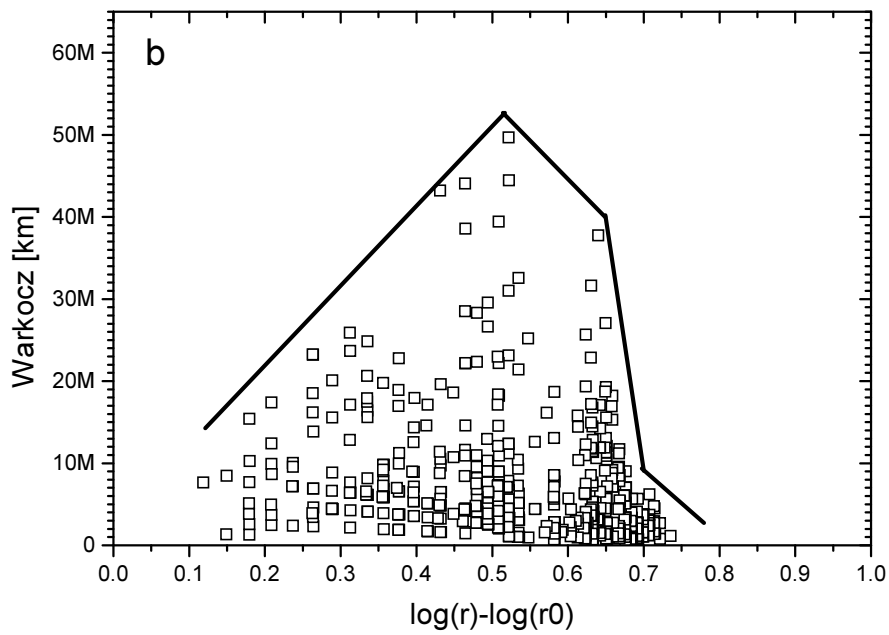
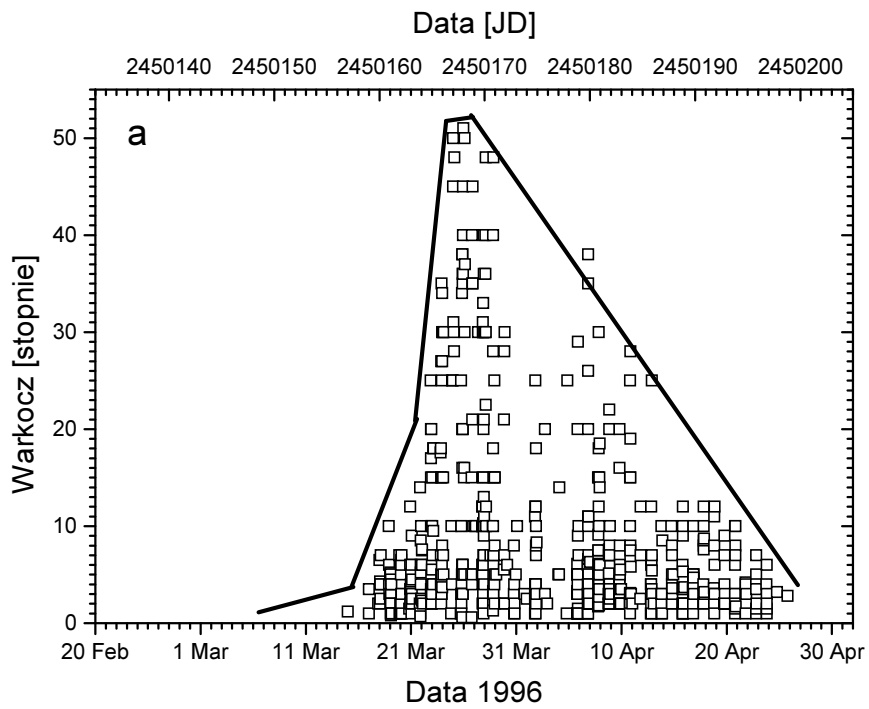
Tradycyjnie trudnym zadaniem jest także ocena stopnia kondensacji głowy DC. W naszym przypadku wydaje się, że rósł on od około 4 w końcu lutego do około 7 pod koniec kwietnia (Rys.5).

Kometa C/1996B2 (Hyakutake) była rekordową komętą w dziejach SOK. Wprawdzie nie pobiła komety Levy'ego pod względem ilości obserwacji, jednak była rekordzistką w ilości obserwujących ją członków SOK (71), którzy nadesłali obserwacje. Efektywny wygląd i duża jasność komety zaowocowały także w dużej ilości nadesłanych fotografii (także kolorowych).

*T.Ścieżor*

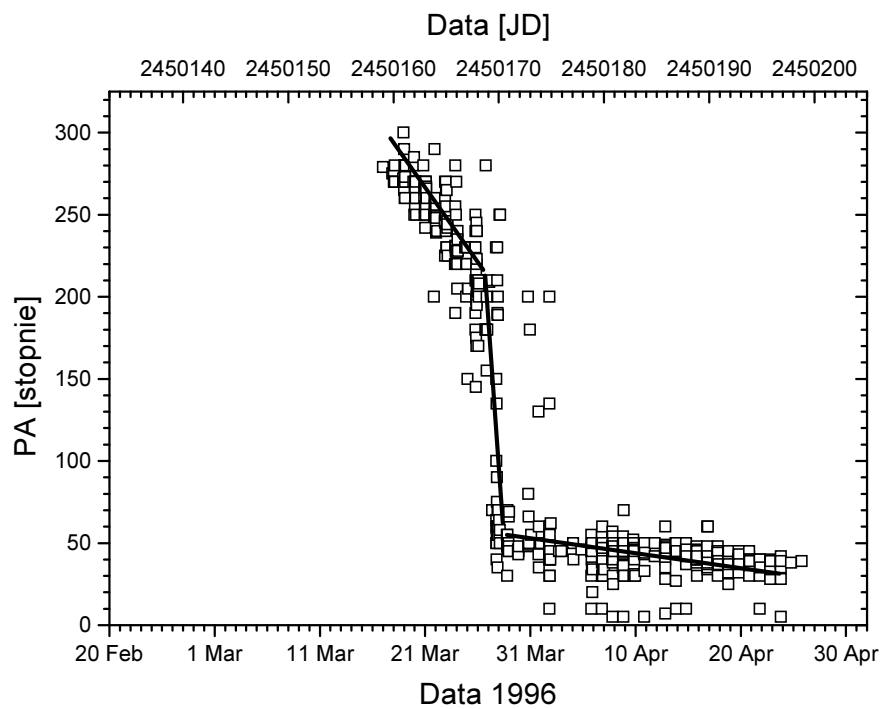


Rys.2. a) Zmienność średnicy kątowej otoczki komety C/1996 B2 (Hyakutake) w czasie, b) średnica liniowa głowy komety w funkcji odległości od Słońca.

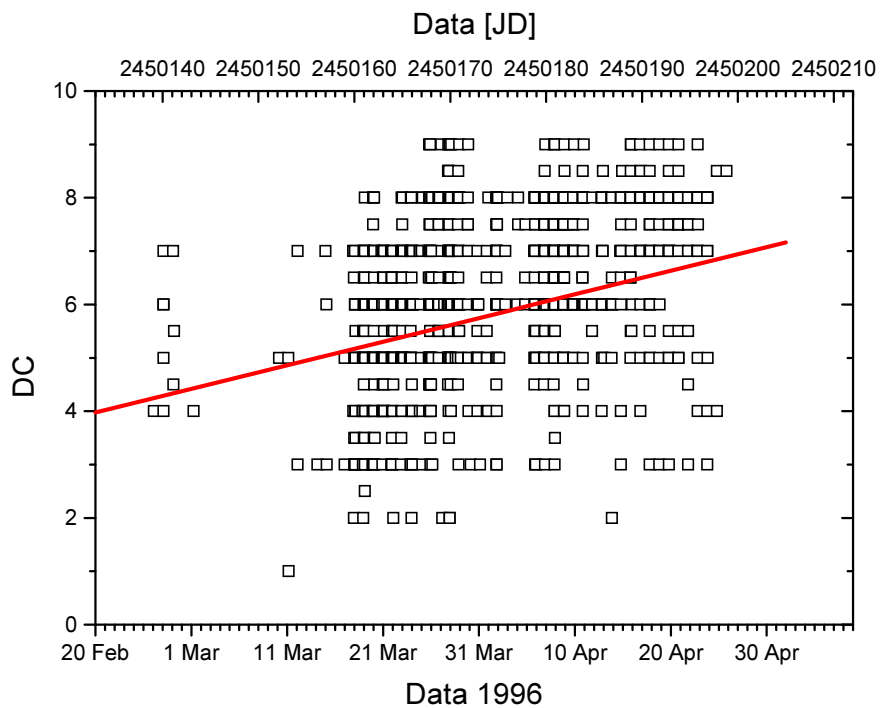


Rys.3. a) Zmienność długości warkocza komety C/1996 B2 (Hyakutake) w czasie, b) długość warkocza komety w funkcji odległości od Słońca.





Rys.4. Zmiany kąta pozycyjnego warkocza komety C/1996 B2 (Hyakutake) w czasie.



Rys.5. Zmiany stopnia koncentracji DC komety C/1996 B2 (Hyakutake) w czasie.

### „Komety w cieniu”

Prawie niezauważone (w związku z przelotem komety C/1996 B2 (Hyakutake)) pozostały dwie inne, słabsze komety.

#### **Kometa C/1995 Y1 (Hyakutake)**

Pierwsza kometa odkryta przez znanego nam już japońskiego miłośnika astronomii została odkryta przy pomocy lornety 25x150 Fujinon nad ranem 26 grudnia 1995 (Boże Narodzenie) na granicy gwiazdozbiorów Wagi, Hydry i Panny, jako obiekt 10.5<sup>m</sup>. Było to uwieńczenie prowadzonych przez niego siedmioletnich poszukiwań komet (średnio 30 godzin poszukiwań miesięcznie). Kometa przeszła przez peryhelium (1.05 j.a. od Słońca) dnia 24 lutego 1996 w odległości ponad jednostkę astronomiczną od Ziemi, osiągając jasność zaledwie 8.5<sup>m</sup>. Jednocześnie położenie komety umożliwiała jedynie jej obserwacje poranne. Wszystkie te czynniki sprawiły, że otrzymaliśmy obserwacje jedynie od trzech (!) członków SOK, którzy nadesłali łącznie 16 obserwacji. Oto ich lista:

**Tab. 2**

Obserwator	Miejscowość	Użyty sprzęt
Janusz Płeszka	Kraków	B66, B100
Michał Siwak	Burzyn	L147
Mariusz Świętnicki	Zręcin	L250

Dla porządku podajmy autorów „rekordów”:

pierwsza obserwacja (11 II 1996) — Janusz Płeszka

ostatnia obserwacja (22 III 1996) — Mariusz Świętnicki

najdłuższa seria (11 II 1996 - 20 III 1996) — Janusz Płeszka

najwięcej nocy obserwacyjnych: 10 — Janusz Płeszka.

Na podstawie tak małej ilości obserwacji jakiegokolwiek rozważania są mało wiarygodne.

Na Rys.6 przedstawiono, jak zmieniała się obserwowana jasność komety w funkcji czasu.

Można jedynie stwierdzić, że kometa nie osiągnęła nawet przewidywanej jasności. Oszacowano, że parametry krzywej jasności były następujące:

$$H(0) = 8.4^m \pm 0.1^m$$

$$n = 2.4 \pm 1.0$$

Co oznacza kometę słabą, o bardzo małej aktywności o średnicy jądra równej około 2 km.

Średnica kątowna raczej nie zmieniała się i wynosiła około 10', co oznacza średnicę liniową około 570 tys. km. Jednocześnie stopień koncentracji DC był równy zaledwie 1.5-2, czyli bardzo niski. Żaden obserwator nie obserwował warkocza komety. Tak więc kometa C/1995 Y1 była raczej mało interesująca pod każdym względem.

#### **Kometa C/1996 B1 (Szczepanski)**

Kometa została odkryta przez amerykańskiego miłośnika astronomii z Houston (Teksas) Edwarda Szczepanskiego jako rozmyty obiekt 10<sup>m</sup> w pobliżu galaktyki M101 w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy. Kometa przeszła przez peryhelium 5 lutego 1996 w odległości 1.46 j.a. Najbliżej Ziemi, w odległości 0.53 j.a., przeszła 2 marca 1996, osiągając jasność około 8.0<sup>m</sup>. Pomimo większej, niż u poprzedniczki, jasności, oraz wieczornej widoczności, otrzymaliśmy obserwacje od zaledwie obserwatorów, którzy nadesłali łącznie 42 obserwacji. Oto lista obserwatorów w kolejności alfabetycznej:

**Tab. 3**

Obserwator	Miejscowość	Użyty sprzęt
Grzegorz Duszanowicz	Sztokholm (Szwecja)	B110
Tomasz Fajfer	Toruń	B50
Marek Piotrowski	Świdnik	L150
Janusz Płeszka	Kraków	B66, B100
Michał Siwak	Burzyn	L147
Mariusz Świętnicki	Zręcin	L250

A oto autorzy niektórych rekordów:

pierwsza obserwacja (8 II 1996) — Tomasz Fajfer

ostatnia obserwacja (8 IV 1996) — Marek Piotrowski

najdłuższa seria (10 II 1996 - 28 III 1996) — Janusz Płeszka

najwięcej nocy obserwacyjnych: 14 — Janusz Płeszka.

Do komety tej odnoszą się te same uwagi, co do C/1995 Y1 (Hyakutake).

Na Rys.7 przedstawiono, jak zmieniała się obserwowana jasność komety w funkcji czasu. Usunięto obserwacje jednego z obserwatorów znacznie odbiegające od pozostałych (mamy podstawy, by sądzić, że obserwował on słabe gwiazdy, biorąc je za komety).

Można znowu stwierdzić, że kometa nie osiągnęła przewidywanej jasności. Oszacowano, że parametry krzywej jasności były następujące:

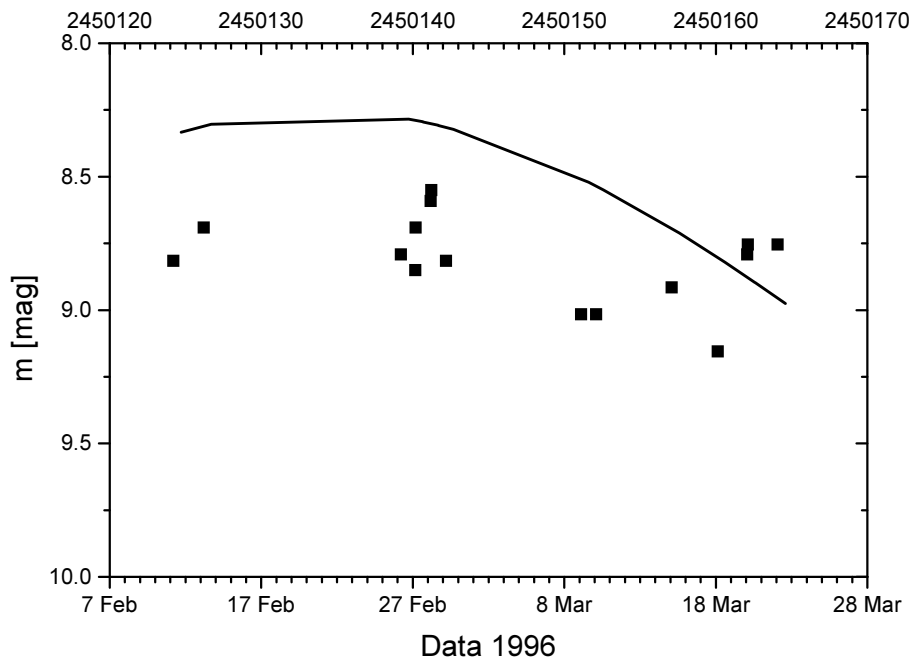
$$H(0) = 14.2^m \pm 0.7^m$$

$$n = 4 \pm 1$$

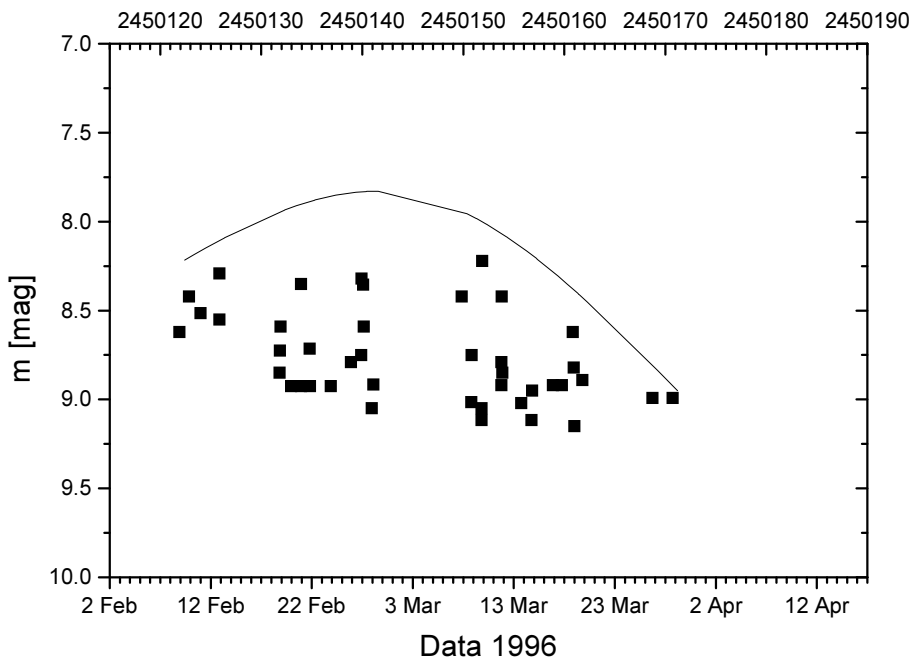
Co oznacza komety wyjątkowo słabą, o typowej, przeciętnej dla komet, aktywności. Oszacowana na podstawie jasności absolutnej średnica jądra wynosi zaledwie ok.150m!

Średnica kątowna rosła od 8' na początku lutego do około 15' pod koniec marca, co oznacza średnicę liniową od około 230 tys. km do 600 tys. km. Jednocześnie stopień koncentracji DC był równy zaledwie 2, czyli bardzo niski. Żaden obserwator nie obserwował warkocza komety. Tak więc także kometa C/1996 B1 była raczej mało interesująca kometa.

*Tomasz Ścieżor*



Rys.6. Zmienność jasności komety C/1995 Y1 (Hyakutake) w czasie. Linia ciągła oznacza przewidywaną jasność komety.



Rys.7. Zmienność jasności komety C/1996 B1 (Szczepanski) w czasie. Linia ciągła oznacza przewidywaną jasność komety.

## Problematyka obserwacji SOK

Na początek kilka słów o fałszerzach. Przy okazji komety C/1996 B2 (Hyakutake) pojawił się problem „obserwatorów”. Zaryzykowaliśmy, i w informacji o komecie podaliśmy przewidywane jasności komety. Jako niezamierzony efekt, pojawiła się tutaj pułapka. Jasność komety w pewnym momencie zaczęła odbiegać dość wyraźnie od przewidywanej, a różnica ta osiągnęła w drugiej połowie kwietnia prawie  $2^m$ . Było jednak kilku obserwatorów, wg. których kometa „jak po sznurku” „szła” zgodnie z przewidywaniami! Nie wiemy, czy widzieli oni komętę, czy po prostu stwierdzali, że choć wydaje się im słabsza, to jednak przecież „miała być” jaśniejsza, a więc pewnie jest. I wpisywali do raportu swoje „pobożne życzenia” zamiast obserwacji. Był jednak jeden „rodzynek”, który przesłał raport zawierający wiele obserwacji, bardzo „ciekawych” pod wieloma względami. Po pierwsze, wszystkie były wykonane o tej samej godzinie, co sprawiało, że ostatnie były „wykonywane”, gdy kometa była już pod horyzontem! Co ciekawe, „obserwacje” były doprowadzone aż do pierwszych dni maja, czyli do okresu przejścia komety przez perihelium, gdy znajdowała się ona zaledwie  $10^\circ$  od Słońca, a jej obserwacje były możliwe jedynie z przestrzeni kosmicznej przy użyciu koronografów. Wszystko to, a także wiele innych danych, wskazuje, że ten „obserwator” wogóle komety nie widział. Po co więc nadesłał „obserwacje”? Został on wykluczony z listy obserwatorów, także wysłaliśmy do niego oddzielne pismo. Co do innych, opisanych powyżej przypadków, nie mieliśmy dowodów „złej woli”, tak więc zachowaliśmy ich obserwacje. Tym jednak „obserwatorom” inni SOK-iści zawdzięczają nie podawanie przewidywań jasności komet.

### A teraz kilka uwag na temat błędów w wypełnianiu raportów:

- prosimy o wpisywanie dat w formacie ROK MIESIĄC DZIEŃ, np. 10 lipiec 1996, godz.14:30, będzie zapisany jako 1996 07 10.60. Proszę pamiętać, że stosujemy czas UT (Greenwich)! Wpisywanie godzin do raportu zmusza nas do przeliczania ich na ułamki doby, co opóźnia opracowanie wyników.
- w przypadku komet obserwowanych nisko nad horyzontem prosimy o podawanie rodzaju korekcy jasności (patrz dalszy artykuł).
- prosimy o wyraźne oznaczenie stosowanej metody oceny jasności.
- jasności komety proszę podawać z dokładnością do  $0.1^m$ , nie większą (np.7.5). Podawanie jasności wyznaczonej wizualnie z większą dokładnością nie ma sensu!
- jeszcze raz prosimy o podawanie średnic komety! Jeżeli nie używamy mikrometrów, podawanie średnicy z dokładnością większą niż  $1'$  także nie ma sensu.
- analogiczna uwaga dotyczy warkocza, który, jako obiekt bardzo „ulotny”, ma trudne do określenia granice. Zarówno obserwacje średnicy, jak warkocza powinny być oznaczone znakiem & (chyba, że stosowana metoda uwiarygadnia podaną ocenę wartości).
- często zdarzają się błędy w oznaczaniu kąta pozycyjnego PA. Toteż przypominamy, że kąt ten jest kątem o wierzchołku w jądrze komety, liczonym od kierunku nieguna północnego przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Np. punkt W (zachód) ma  $PA=90$ .

*T.Ścieżor, J.Pleszka*

## Ocenianie jasności komety w przypadku jej dużych rozmiarów kątowych

Dokładna ocena jasności komety wymaga praktyki. Doświadczeni obserwatorzy obserwując od wielu lat znają różne metody oceny jasności dla różnych postaci komet. Od czasu do czasu zdarza się jednak kometa, która stanowi wyzwanie nawet dla najlepszych obserwatorów. Taką kometą była C/1996B2 (Hyakutake). Średnica kąтова tej komety przekraczała jeden stopień, czyli ponad dwukrotną średnicę Księżyca. Jak można wykonać dokładną ocenę jasności takiego obiektu?

Normalną procedurą oceny jasności komety jest porównanie jej obrazu (zogniskowanego lub rozogniskowanego, w zależności od metody) do pozaogniskowego obrazu gwiazdy. Gdy kometa ma średnicę do 30', zwykle jest możliwe rozogniskowanie obrazu gwiazdy w lornetce wystarczające do oceny jasności. Jeżeli kometa jest widzialna gołym okiem lub jest wystarczająco mała (głowa komety jest gwiazdopodobna), można wykonać ocenę jasności obrazów zogniskowanych. Dla dużych komet widzialnych gołym okiem, wiele ludzi po prostu zdejmuje swoje okulary i wykonuje wiarygodną ocenę jasności komety. Problem stanowi jednak brak kontroli średnicy rozogniskowanych obrazów gwiazd [a poza tym nie wszyscy noszą okulary (T.Ś.)] (niektórzy umiają rozogniskować swoje oczy, jednak jest to męczące i nie polecane). Żadna z tych metod nie jest dobra, gdy kometa ma ponad pół stopnia średnicy.

Można zaproponować trzy metody oceny jasności takich komet:

### 1. Używanie lunetki o wysuwanym tubusie.

Ogniskowanie niektórych lunetek o małym powiększeniu (zwłaszcza zrobionych przez siebie) polega na przesuwaniu tubusa. Często umożliwiają one silniejsze rozogniskowanie, niż lornetki lub inne modele lunetek.

### 2. Zbudowanie teleskopu o powiększeniu jednokrotnym (!).

Opisane przez S.Edberga w pracy " A SIMPLE 1-POWER DEFOCUSER FOR COMET MAGNITUDE ESTIMATES".

### 3. "Dziel i rządź"

Jeżeli wszystkie metody zawiodą, to "dziel i rządź". Wykonanie oceny całkowitej jasności komety należy przeprowadzić następująco:

– Rozogniskować obraz komety tak, aby rozkład jasności był równomierny. Jest to bardzo ważne!

– Mając kometę rozogniskowaną, porównać jasność rozogniskowanego obrazu gwiazdy porównania z powierzchniową jasnością komety...jasność powierzchniowa komety powinna być jednorodna, tak więc do porównania można wziąć dowolną część komety. Otrzymana w wyniku tego ocena jasności  $m_{10}$  jest jasnością części rozogniskowanego obrazu komety o średnicy równej rozognikowanemu obrazowi gwiazdy porównania.

– Najważniejsza czynność: ocenić, ile rozognikowanych obrazów gwiazd porównania (N) zmieści się w rozogniskowanym obrazie komety. Dokładność oceny całkowitej jasności komety zależy od dokładności oceny tej liczby.

– Dodanie do siebie wszystkich "kawałków". Robi się to używając następującej formuły:

$$(1) \quad m_1 = m_{10} - 2.5 \log (N)$$

**Przykład:**

Jeżeli  $m_{10}=2.4$  i the  $N=4.5$ ,  $m_1 = 2.4 - 2.5 \log (4.5) = 2.4 - 1.6 = 0.8$ . Tak więc całkowita jasność komety wynosi  $0.8^m$ .

Charles S.Morris (NASA)  
tłumaczenie: T.Ścieżor (SOK)

**Dodatek SOK**

Ocenienie, ile kolistych obrazów gwiazdy mieści się w kolistym obrazie komety może stanowić problem. Łatwiej jest ocenić, ile średnic obrazów gwiazdy mieści się w średnicy obrazu komety (czyli, ile razy kometa jest większa od gwiazdy). W tym przypadku wzór (1) należy zastąpić przez:

$$(2) \quad m_1 = m_{10} - 2.5 \log (s^2)$$

gdzie  $s$  jest stosunkiem średnic komety i obrazu gwiazdy.

T.Ścieżor

## Korekcja jasności w związku z ekstynkcją atmosferyczną

Wśród wielu problemów napotykanym przez obserwatorów komet jest także problem oceny całkowitej jasności wizualnej komety w przypadku, gdy kometa znajduje się w dużych odległościach zenitalnych na sferze niebieskiej, czyli nisko nad horyzontem, szczególnie poniżej wysokości  $20^\circ$ . Wszyscy obserwatorzy nadsyłający swoje obserwacje do SOK (a później do ICQ) powinni uwzględniać fakt wpływu rosnących mas powietrza między kometa a obserwatorem w miarę zbliżania się do horyzontu. Oszacowano, że absorpcja gwiazdowa wynosi około  $0.2^m$  na jednostkę masy powietrza w świetle widzialnym; na wysokości  $10^\circ$  nad horyzontem takich jednostek masy jest prawie 6, co daje osłabienie jasności gwiazdy o  $1.2^m$ . Tak więc duże błędy mogą zostać popełnione przy niewzględnieniu ekstynkcji, jednak zła korekcja może być gorsza niż jej brak.

W tabelach ICQ jest rubryka (między datą a jasnością), w której powinno zaznaczać się uwagi dotyczące uwzględnienia ekstynkcji. W praktyce, obserwatorzy wizualni powinni korygować jasność na ekstynkcję zawsze, gdy kometa i/lub gwiazdy porównania jest poniżej  $30^\circ$  nad horyzontem. Powyżej  $30-35^\circ$  potencjalne błędy związane z niewłaściwą metodologią i/lub szczegółami instrumentalnymi czynią korektę nieistotną.

### 1. Definicje i równania

Masa powietrza ( $X$ ) jest ilością powietrza przez którą się obserwuje, w kierunku zenitu przyjmuje się  $X=1$ . W przybliżeniu  $X = \sec z = 1/(\cos z)$ , gdzie  $z$  jest odległością od zenitu (w stopniach), chociaż ta prosta formuła "załamuje się" w pobliżu horyzontu.

Chociaż masa powietrza jest różna w zależności od materii pochłaniającej światło w atmosferze, dobrym jej przedstawieniem jest wzór Rozenberga:

$$(1) \quad X = 1/[\cos z + 0.025 e^{-11 \cos z}].$$

Proszę zauważyć, że dla  $z=90^\circ$  (horyzont)  $X=40$  (!).

Wysokość obiektu może być znaleziona z wzoru:

$$(1a) \quad \sin(90 - z) = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H_\theta$$

gdzie:  $\varphi$  – jest szerokością geograficzną obserwatora (dodatnia na półkuli północnej),

$\delta$  – deklinacja obiektu,

$H_\theta$  – lokalny kąt godzinny (mierzony na zachód od południka)

$$H_\theta = \theta - \alpha$$

gdzie:  $\theta$  – lokalny czas gwiazdowy

$\alpha$  – rektascensja obiektu.

Rzeczywista ilość atmosfery przy danej masie powietrza zmienia się znacząco w zależności od miejsca, szczególnie zależy od wysokości obserwatora na poziomym morzu.

Są trzy główne źródła ekstynkcji w atmosferze ziemskiej: absorpcja molekularna, rozproszenie Rayleigha na cząsteczkach oraz rozproszenie na aerozolach. Przy długości fali  $\lambda=510$  nm, dla której oko ludzkie przy słabym oświetleniu ma maksymalną czułość, absorpcja molekularna jest zanedbywalna, chociaż dla wysokości nad horyzontem mniejszych od  $10^\circ$  ozon może powodować ekstynkcję  $>0.01^m$  na jednostkę masy powietrza. Tak więc wprowadza się absorpcję związaną z ozonem:

$$(2) \quad A_{oz} = 0.016.$$

Rozproszenie Rayleigha przez molekuly powietrza można przedstawić (dla  $\lambda=510$  nm) jako:

$$(3) \quad A_{Ray} = 0.1451 e^{(-h/7.996)}$$

gdzie:  $h$  – wysokość obserwatora nad poziomym morza [km].

tak więc dla obserwatora na poziomie morza  $A_{Ray}=0.1451^m$  na jednostkę masy powietrza.

Rozproszenie przez aerozole (kurz, kropelki wody, zanieczyszczenia):

$$(4) \quad A_{aer} = 0.120 e^{(-h/1.5)}$$

tak więc dla obserwatora na poziomie morza  $A_{aer}=0.12^m$  na jednostkę masy powietrza.

## 2. Procedura uwzględniania ekstynkcji.

Idealnie byłoby brać tylko gwiazdy porównania położone na tej samej wysokości nad horyzontem, co obserwowana kometa, gdyż wtedy nie trzeba uwzględniać tzw. ekstynkcji



różnicowej. Jednak zwykle jest to niemożliwe, tak więc poniżej podano metodę uwzględniania ekstynkcji.

Znając z wzoru (1) masę powietrza dla obserwowanej komety, można policzyć ekstynkcję z równań (2) (3) i (4) dla swojego miejsca obserwacji. Wtedy:

$$(5) \quad A' = A_{\text{Ray}} + A_{\text{aer}} + A_{\text{oz}}.$$

Wiadomo z obserwacji, że  $A'=0.15$  w dobrym miejscu obserwacyjnym (Cerro Tololo, Chile,  $h=2.22\text{km}$ ), a na wschodnim wybrzeżu USA  $A'=0.30$  ( $h=0$ ).

Jednocześnie dla średniej nocy w górach lub dobrej nocy przy suchej atmosferze na poziomie morza  $A'=0.20$ , a w klimacie wilgotnym 0.25, 0.3 i 0.4 odpowiednio dla dobrej, średniej i złej nocy.

Tak więc całkowita ekstynkcja w danej masie powietrza jest równa:

$$M_A = A'X \text{ [w magnitudo]}$$

Kolejność postępowania jest następująca:

Należy policzyć oczekiwaną ekstynkcję dla komety:

$$M_k = A'X_k$$

i dla gwiazdy porównania

$$M_g = A'X_g$$

Jeżeli rzeczywista jasność gwiazdy porównania (z katalogu) jest równa  $m_g$ , wtedy obserwowana jasność gwiazdy jest równa:

$$m_a = m_g + M_g$$

Powyższą operację należy przeprowadzić z wszystkimi użytymi gwiazdami porównania oddzielnie.

Następnie obliczamy jasność komety tak jak zwykle, jednak jako jasności gwiazd porównania do obliczeń biorąc jasności poprawione  $m_a$ . Od otrzymanej jasności komety  $m_1$  należy teraz odjąć poprawkę ekstynkcyjną w celu otrzymania jasności rzeczywistej:

$$m'_1 = m_1 - M_k$$

i tą jasność wpisać do formularza, wpisując w rubryce ekstynkcyjnej symbol

### 3. Używanie tabel.

Tabela Ia podaje wartości  $M_A$  dla różnych odległości zenitalnych ( $z = 90 - h_0$ , gdzie  $h_0$  = wysokość nad horyzontem, w kolumnie 1-szej), zakładając średnią wartość  $A_0=0.05$ . Kolumny 2-6 podają ekstynkcję policzoną z równań 1,2,4,5 i 6 dla poziomu morza ( $h=0$ ) i czterech innych wysokości:  $h = 0.5, 1, 2$  i  $3$  km. Niech  $\Delta M = M_A - M_{z=0}$ , gdzie  $M_{z=0}$  jest

ekstynkcją w zenicie (1 masa powietrza). Można zauważyć, że przy  $z=35^\circ$  ( $h_0=55^\circ$ ) na poziomie morza  $\Delta M$  wynosi prawie  $0.1^m$ , podczas gdy w górach ekstynkcja nie osiąga  $0.1^m$  aż do  $z = 50^\circ$  ( $h_0 = 40^\circ$ ). W związku z wieloma innymi czynnikami, nie ma sensu uwzględniać ekstynkcji dopóki  $\Delta M$  nie przekracza  $0.2^m$ , co następuje przy  $z = 55^\circ$  ( $h_0 = 35^\circ$ ) na poziomie morza i przy  $z = 65^\circ$  ( $h_0 = 25^\circ$ ) w górach.

Ponieważ ekstynkcja zmienia się znacząco w danym miejscu z nocy na noc, dołączono dwie dodatkowe tabele, dla warunków suchych (jak w zimie, dla  $A_0 = 0.035$ ) (Tab.Ib), oraz dla wilgotnych (jak w lecie, dla  $A_0 = 0.065$ ) (Tab.Ic)

#### 4. Przykład:

Na poziomie morza jest obserwowana kometa na wysokości  $10^\circ$  nad horyzontem ( $z = 80^\circ$ ).

Ocena jasności względem dwóch gwiazd porównania jest następująca: a1k2b. Gwiazda a, o jasności katalogowej  $m_a = 7.0^m$  znajduje się na wysokości  $13^\circ$  nad horyzontem ( $z = 77^\circ$ ), a gwiazda b, o jasności katalogowej  $m_b = 6.6^m$ , znajduje się na wysokości  $7^\circ$  nad horyzontem ( $z = 83^\circ$ ). Proszę zwrócić uwagę, że na skutek ekstynkcji różnicowej gwiazda b wydaje się słabsza od gwiazdy b!

Z tabeli Ia otrzymujemy poprawki:  $1.24^m$  dla gwiazdy a, oraz  $2.19^m$  dla gwiazdy b. Wielkości te dodajemy do jasności katalogowych i otrzymujemy jasności obserwowane:

$m_{a1} = 8.2^m$  oraz  $m_{b1} = 8.8^m$  (jak widać, rzeczywiście gwiazda a jest teraz jaśniejsza od b).

Teraz możemy wyznaczyć jasność komety uwzględniając nowe wartości jasności:

$$m_1 = 8.2 + (8.8 - 8.2) / (1 + 2) = 8.4^m.$$

Dla danej wysokości komety nad horyzontem odczytujemy poprawkę  $1.59^m$ , którą musimy odjąć od jasności wyznaczonej:  $m_1' = 8.4^m - 1.59^m = 6.8^m$ .

Tak więc prawdziwa jasność komety wynosi  $6.8^m$ .

Oczywiście, przy uwzględnianiu ekstynkcji różnicowej należy używać kilku zestawów gwiazd porównania w celu wyznaczenia wartości średniej. Należy jednak starać się brać pod uwagę jedynie gwiazdy położone na tej samej, co kometa, wysokości nad horyzontem, gdyż wtedy uwzględnianie ekstynkcji jest niepotrzebne (UWAGA: nisko nad horyzontem nawet minimalne różnice wysokości dają istotne efekty!).

W miarę możliwości należy się starać o pomiar odległości zenitalnej  $z$ , ponieważ prawie nigdy "horyzony" nie jest horyzontem prawdziwym, i wysokość  $h_0$  będzie zawsze zaniżona.

#### 5. Tabele ICQ

W związku ze złożonością problemu poniżej  $10^\circ$  nad horyzontem wprowadzono nowe kody.

\$ – kometa i/lub gwiazdy porównania znajdują się poniżej  $10^\circ$  nad horyzontem, uwzględniono ekstynkcję zgodnie z powyższą metodą

! – uwzględniono ekstynkcję w inny sposób dla komety powyżej  $10^\circ$  nad horyzontem.

& – kometa jest poniżej  $20^\circ$  nad horyzontem, nie uwzględniono ekstynkcji.

Jeżeli uwzględniono jedną z trzech przedstawionych tabel, zwłaszcza powyżej  $10^\circ$  nad horyzontem, prosimy o używanie kodów:

a – tabela "średnia" Ia,

w – tabela "zimowa" Ib,

s – tabela "letnia" Ic.

Jeżeli jeden lub kilka z obiektów użytych do określenia jasności jest poniżej  $10^\circ$ , prosimy używać raczej symbolu \$ zamiast symboli "a", "w", "s".

Tabela Ia. "Średnia" ekstynkcja atmosferyczna w magnitudach dla różnych wysokości nad poziomem morza (h, w km)

z	h = 0	h = 0.5	h = 1	h = 2	h = 3
1	0.28	0.24	0.21	0.16	0.13
10	0.29	0.24	0.21	0.16	0.13
20	0.30	0.25	0.22	0.17	0.14
30	0.32	0.28	0.24	0.19	0.15
40	0.37	0.31	0.27	0.21	0.17
45	0.40	0.34	0.29	0.23	0.19
50	0.44	0.37	0.32	0.25	0.21
55	0.49	0.42	0.36	0.28	0.23
60	0.56	0.48	0.41	0.32	0.26
62	0.60	0.51	0.44	0.34	0.28
64	0.64	0.54	0.47	0.37	0.30
66	0.69	0.59	0.51	0.39	0.32
68	0.75	0.64	0.55	0.43	0.35
70	0.82	0.70	0.60	0.47	0.39
71	0.86	0.73	0.63	0.49	0.40
72	0.91	0.77	0.66	0.52	0.43
73	0.96	0.81	0.70	0.55	0.45
74	1.02	0.86	0.74	0.58	0.48
75	1.08	0.92	0.79	0.62	0.51
76	1.15	0.98	0.84	0.66	0.54
77	1.24	1.05	0.91	0.71	0.58
78	1.34	1.13	0.98	0.76	0.63
79	1.45	1.23	1.06	0.83	0.68
80	1.59	1.34	1.16	0.91	0.74
81	1.75	1.48	1.28	1.00	0.82
82	1.94	1.65	1.42	1.11	0.91
83	2.19	1.86	1.60	1.25	1.03
84	2.50	2.12	1.83	1.43	1.17
85	2.91	2.46	2.13	1.66	1.36
86	3.45	2.93	2.53	1.97	1.62
87	4.23	3.59	3.10	2.42	1.99
88	5.41	4.59	3.96	3.09	2.54
89	7.38	6.26	5.40	4.22	3.46

90	11.2	9.53	8.23	6.42	5.28
----	------	------	------	------	------

Tabela Ib. "Zimowa" ekstynkcja atmosferyczna w magnitudach dla różnych wysokości nad poziomem morza (h, w km)

z	h = 0	h = 0.5	h = 1	h = 2	h = 3
1	0.25	0.21	0.19	0.15	0.13
10	0.25	0.22	0.19	0.15	0.13
20	0.26	0.23	0.20	0.16	0.14
30	0.28	0.25	0.22	0.17	0.15
40	0.32	0.28	0.24	0.20	0.17
45	0.35	0.30	0.26	0.21	0.18
50	0.38	0.33	0.29	0.24	0.20
55	0.43	0.37	0.33	0.26	0.22
60	0.49	0.42	0.37	0.30	0.25
62	0.52	0.45	0.40	0.32	0.27
64	0.56	0.48	0.43	0.34	0.29
66	0.60	0.52	0.46	0.37	0.31
68	0.65	0.57	0.50	0.40	0.34
70	0.72	0.62	0.55	0.44	0.37
71	0.75	0.65	0.57	0.46	0.39
72	0.79	0.69	0.60	0.49	0.41
73	0.84	0.72	0.64	0.52	0.43
74	0.89	0.77	0.68	0.55	0.46
75	0.94	0.82	0.72	0.58	0.49
76	1.01	0.87	0.77	0.62	0.52
77	1.08	0.94	0.82	0.67	0.56
78	1.16	1.01	0.89	0.72	0.60
79	1.26	1.10	0.97	0.78	0.66

80	1.38	1.20	1.06	0.85	0.72
81	1.52	1.32	1.16	0.94	0.79
82	1.70	1.47	1.29	1.05	0.88
83	1.91	1.65	1.46	1.18	0.99
84	2.18	1.89	1.66	1.34	1.13
85	2.53	2.20	1.93	1.56	1.31
86	3.01	2.61	2.30	1.86	1.56
87	3.69	3.20	2.82	2.28	1.91
88	4.72	4.09	3.60	2.91	2.45
89	6.44	5.58	4.91	3.97	3.34
90	9.80	8.50	7.49	6.05	5.08

Tabela Ic. "Letnia" ekstynkcja atmosferyczna w magnitudach dla różnych wysokości nad poziomem morza (h, w km)

z	h = 0	h = 0.5	h = 1	h = 2	h = 3
1	0.32	0.26	0.22	0.17	0.14
10	0.32	0.27	0.23	0.17	0.14
20	0.34	0.28	0.24	0.18	0.15
30	0.37	0.30	0.26	0.20	0.16
40	0.41	0.34	0.29	0.22	0.18
45	0.45	0.37	0.32	0.24	0.19
50	0.49	0.41	0.35	0.26	0.21
55	0.55	0.46	0.39	0.30	0.24
60	0.63	0.53	0.45	0.34	0.27
62	0.68	0.56	0.48	0.36	0.29
64	0.72	0.60	0.51	0.39	0.31
66	0.78	0.65	0.55	0.42	0.34
68	0.85	0.70	0.60	0.45	0.36
70	0.93	0.77	0.65	0.50	0.40
71	0.97	0.81	0.69	0.52	0.42
72	1.02	0.85	0.72	0.55	0.44
73	1.08	0.90	0.76	0.58	0.47
74	1.15	0.95	0.81	0.61	0.49
75	1.22	1.01	0.86	0.65	0.53
76	1.30	1.08	0.92	0.70	0.56
77	1.40	1.16	0.99	0.75	0.60
78	1.51	1.25	1.07	0.81	0.65
79	1.64	1.36	1.16	0.88	0.71
80	1.79	1.49	1.26	0.96	0.77
81	1.97	1.64	1.39	1.06	0.85
82	2.19	1.83	1.55	1.18	0.95
83	2.47	2.06	1.75	1.32	1.07
84	2.82	2.35	1.99	1.51	1.22
85	3.28	2.73	2.32	1.76	1.41
86	3.90	3.25	2.75	2.09	1.68
87	4.78	3.98	3.38	2.56	2.06
88	6.11	5.09	4.32	3.28	2.63
89	8.33	6.93	5.89	4.47	3.59
90	12.68	10.56	8.97	6.80	5.47

Jak zwykle, wszystkie nadesłane obserwacje zostały przekazane do centralnego archiwum obserwacji komet Międzynarodowej Unii Astronomicznej w USA i zostaną opublikowane w czasopiśmie International Comet Quarterly.

<p><b>KOMECIARZ</b> — biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA <b>Redagują:</b> Tomasz Ścieżor Janusz Pleszka <u>Adres Sekcji:</u> Sekcja Obserwatorów Komet Oddział Krakowski PTMA ul.Św.Tomasza 30/8 31-027 Kraków  e-mail: sciezor@uci.agh.edu.pl ptma@oa.uj.edu.pl</p>
---