

KOMECIARZ

WYDAWNICTWO (NIE)PERIODYCZNE
SEKCJI OBSERWATORÓW KOMET
PTMA

Nr.7.

(2/1997)

No i wreszcie przyszedł czas na podsumowanie akcji „Hale-Bopp”. W pierwszym numerze „Komeciarza”, przejmując Sekcję, wyraziliśmy nadzieję, że za naszej kadencji doczekamy się komety, o której potem będziemy opowiadać wnukom. Niebiosa odpowiedziały aż dwiema. Pierwsza była kometa Hyakutake, druga — właśnie Hale-Bopp. Wszyscy, nawet mieszkańcy miast, mogli ją podziwiać jaśniejącą na niebie. Dzięki niej nawet w słownikach 2-letnich dzieci (!) znalazło się słowo „kometa”. Wielu obserwatorów zamiast obserwować, po prostu podziwiała kometa, i trudno mieć im to za złe. Niemniej jednak akcja przyniosła kolosalny odzew. Obserwacje nadchodziły przez długi czas (ostatnie nadeszły tydzień temu!), ich opracowanie także trwało długo, tak więc dopiero teraz można podać, czego dowiedzieliśmy się z „naszych” obserwacji komety.

Koordinatorzy SOK

Obserwacje komety C/1995 O1 (Hale-Bopp) w Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

Kometa C/1995 O1 (Hale-Bopp) została odkryta w gwiazdozbiornie Strzelca 22 lipca 1995 niezależnie przez amerykańskich miłośników astronomii Alana Hale’a i Thomasa Boppa, jako mgiełka o jasności 10^m . Po wyznaczeniu orbity okazało się, że w momencie odkrycia kometa znajdowała się 7 j.a. od Słońca (za orbitą Jowisza), będąc najdalej odkrytą przez amatora kometa w historii. Początkowo przypuszczano, że kometa przechodzi wybuch, dzięki czemu chwilowo jest tak jasna. Przypominano kometa Schwassmannna-Wachmanna, a zwłaszcza słynny „niewypał” — kometa Kohoutka z 1973 roku. Jednakże naszą kometa znaleziono na zdjęciach wykonanych w 1993 roku — już wtedy miała jasność 18^m oraz posiadała gazową otoczkę! Tak więc stało się jasne, że w peryhelium, które osiągnęła 1 kwietnia 1997, kometa powinna stać się jasnym wizualnym obiektem. Zwracano także uwagę na podobieństwo jej orbity z orbitą słynnej komety „Napoleońskiej” z 1811 roku. Orbita komety faworyzowała obserwatorów na półkuli północnej, którzy mogli ją obserwować stosunkowo wysoko najpierw na porannym, potem na wieczornym niebie, także w okresie jej największej jasności (w peryhelium!). Należy jedynie ubolewać, że kometa nie przyleciała kilka miesięcy później, gdyż jej orbita przechodzi bardzo blisko orbity Ziemi, w związku z czym jej jasność osiągnęłaby aż około -10^m , czyniąc ją chyba najjaśniejszą kometa w historii! Niemniej jednak chyba nie powinniśmy narzekać na to, co widzieliśmy?

Kometa Hale’a-Boppa była (a właściwie nadal jest — na półkuli południowej nadal jest obserwowana) najdłużej obserwowaną przez amatorów kometa — od odkrycia w lipcu 1995

do chwili obecnej (a będzie jeszcze niewątpliwie długo obserwowana). Jednocześnie jest to kometa najdłużej w historii widoczna gołym okiem (od lipca 1996 do chwili obecnej).

Niewątpliwie kometa C/1995 O1 (Hale-Bopp) zasłużyła na to, aby być nazwaną „Wielką Kometą 1997”.

Sprawozdania z obserwacji komety C/1995 O1 (Hale-Bopp) otrzymaliśmy od 68 członków SOK, którzy wykonali łącznie 2430 ocen jasności, 2291 ocen stopnia kondensacji, 2139 pomiarów średnicy otoczki oraz 1416 obserwacji warkocza. Jest to więc rekordowa kometa w historii SOK, jeśli chodzi o ilość wykonanych obserwacji. Jeśli chodzi o ilość obserwatorów, ustępuje jedynie komecie Hyakutake sprzed roku. A oto autorzy niektórych „rekordów”:

pierwsza obserwacja (28 VIII 1995) — Janusz Pleszka

ostatnia obserwacja (21 V 1997) — Tomasz Ścieżor (w Polsce),

(8 VI 1997) — Arkadiusz Olech (w Chile)

najdłuższa seria (28 VIII 1995 - 16 V 1997) — Janusz Pleszka

najwięcej nocy obserwacyjnych: 139 — Maciej Reszelski

Tabela I zawiera nazwiska wszystkich 68 osób, które nadesłały nam raporty z obserwacji.

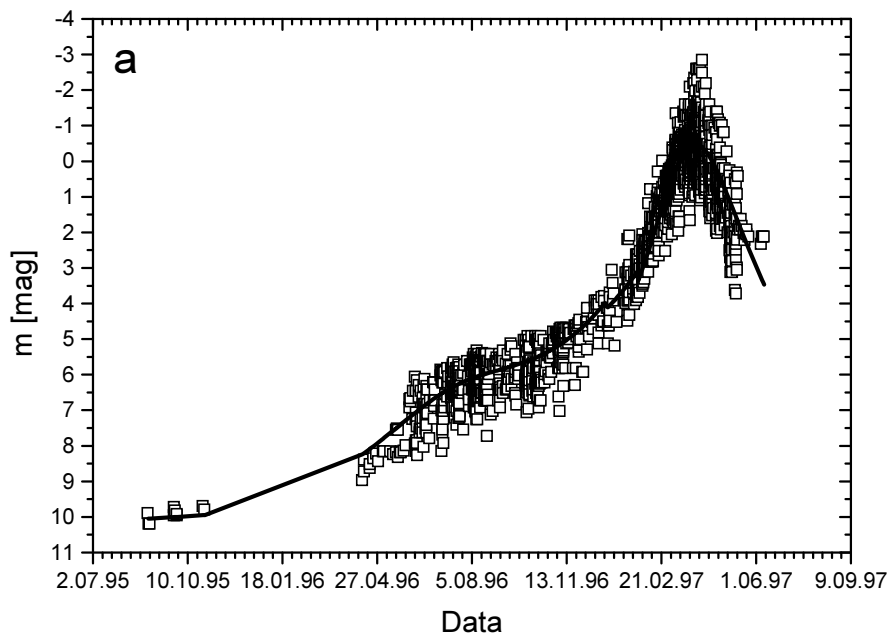
Tab. 1

Obserwator	Miejscowość	Użyty sprzęt
Jacek Adamik	Zręcin	E, L140, L250, B60,
Ricardas Balciunas	Ignalina (Litwa)	E, B50, L110
Jarosław Bandurowski	Zabrze	E, B50
Leszek Benedyktowicz	Kraków	B60, L80, L110
Andrzej Binkiewicz	Kozłów	E
Tomasz Celeban	Łask	B50
Franciszek Chodorowski	Kolonia Księżyno	E, R64, L110
Antoni Chrapek	Pikulice	E, R68, B60
Ryszard Cnota	Puławy	E, B60, R64
Wiesław Czerniewski	Starachowice	B50
Kazimierz Czernis	Wilno (Litwa)	E, B50, B60, B80, B110, L480, R120
Andrej Dementjev	Maisiagala (Litwa)	E, L195, L250
Oskar Dereń	Wrocław	B50
Michał Drahus	Kraków	E, M350, L150, B60, B100, B35
Jarosław Dygos	Czernice Borowe	B30
Marcin Filipek	Jerzmanowice	E, B50, B66, B100
Mariusz Gamracki	Rzeszów	B45
Sławomir Gandecki	Międzyrzecz	E, B50
Andrius Garbaras	Varena (Litwa)	E, B30, B60
Dariusz Gasiunas	Maisiagala (Litwa)	E, L250, B50
Katarzyna Gniazdowska	Wyszków	E, B60
Radosław Grochowski	Świdnica	E, B50, L70
Michał Grzyb	Sosnowiec	B35, L150
Marcin Jarski	Obliźniak	R50, L90
Wojciech Jonderko	Rybnik	E, B50
Krzysztof Kamiński	Poznań	B60
Krzysztof Kida	Elbląg	E, B60
Szymon Kołodziej	Mielec	E, B40, B50

Marcin Konopka	Rogoźno	E, B30, B60
Janusz Kosinski	Wyszków	E, L80, B30, B50, R100, R70
Maciej Kwinta	Kraków	E, R80, B50, B35
Gracjan Maciejewski	Toruń	E, B50, L90,
Urszula Majewska	Chełm	E, B30, B40
Jerzy Marcinek	Lublin	E, B40, B50, B45, L150
Leszek Marcinek	Lublin	B50, M100, A75
Michał Marek	Zawiercie	E, B35
Adam Migulaki	Jasień	B60
Paweł Musialski	Zabrze	E, B52
Arkadiusz Olech	Pruszcz Gdański	E, B30, B40, B50, B70
Piotr Ossowski	Ostrów Wlkp.	E, B50, B60, L150
Mieczysław Paradowski	Ludwin	E, R90, B50, B35
Piotr Perek	Łódź	R50, B35, L250
Tomasz Piotrowski	Gdańsk	E, B50, B36, L150
Janusz Pleszka	Kraków	E, B66, B100, B50, M350, B30
Tomasz Remza	Świebodzin	E, B30, B50
Maciej Reszelski	Szamotuły	E, B30, B50, B100, L250
Piotr Sadowski	Pcim	E, B50, L110,
Deimantas Sidorenko	Varena (Litwa)	E, B30, R60
Henryk Sielewicz	Lavariskes (Litwa)	R70, R120, B80
Michał Siwak	Burzyn	E, B50, L147
Andrzej Skoczewski	Tarnów	E, B50, R50
Jarosław Smysło	Busko Zdrój	E, R50
Krzysztof Socha	Kolonia Piórków	B80, B60, B50
Jerzy Speil	Wałbrzych	B50, B80
Domas Steponenas	Anyksčiai (Litwa)	E
Jarosław Szal	Głubczyce	E, B50, L90
Konrad Szaruga	Telatyn	E, B60, R50, L150
Robert Szczerba	Sieradz	E, R50
Maciej Szelański	Gdańsk	R50, B30
Stanisław Szumowicz	Pilzno	E, B50
Tomasz Ścieżor	Kraków	E, B50, B60
Mariusz Świętnicki	Zręcin	B50, L250, R65
Paweł Trybus	Łajsce	E
Łukasz Walec	Stalowa Wola	E, L104
Robert Włodarczyk	Częstochowa	E, B40, L180, R50
Przemysław Żołądek	N. Dwór Mazowiecki	R50
Tomasz Żywczak	Kraków	E, B35, B100, C200, R70, L80, R50, M180, R48

Oznaczenia: E — gołe oko, A — kamera, B — lornetka, R — refraktor, L — newton, M — maksutow, Liczby oznaczają średnicę instrumentu w milimetrach.

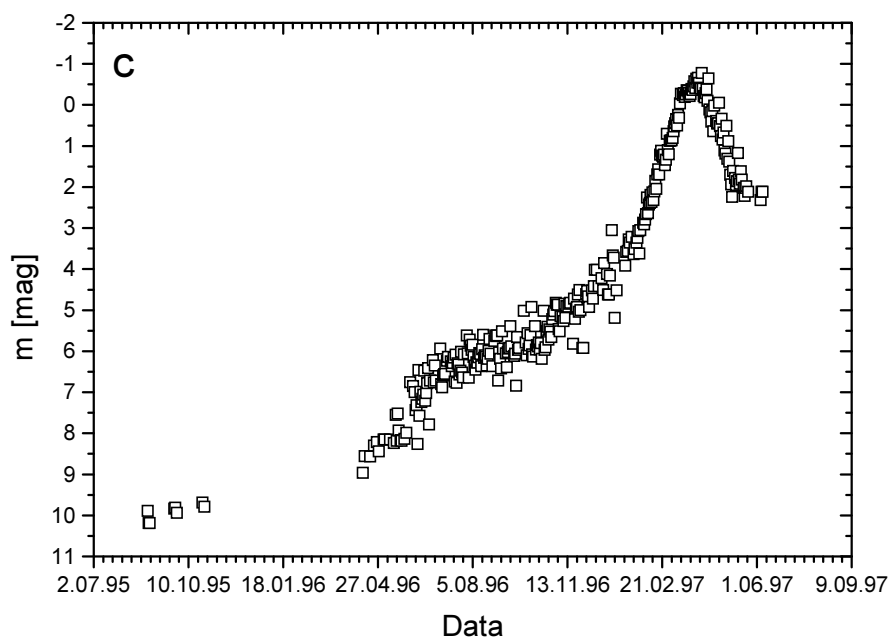
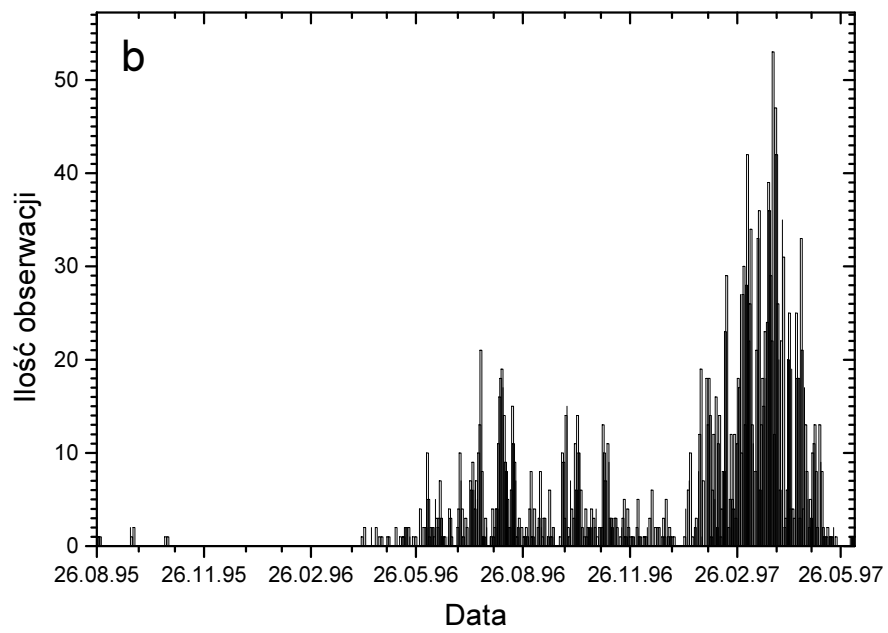
Przegląd wyników jak zwykle rozpoczniemy od analizy krzywej blasku. Wykorzystano wszystkie 2430 obserwacje naszych obserwatorów. Na Rys.1.a przedstawiono postać podstawową krzywej — wszystkie oceny jasności sprowadzone do standardowej średnicy teleskopu 6.84 cm przedstawione są w funkcji czasu.

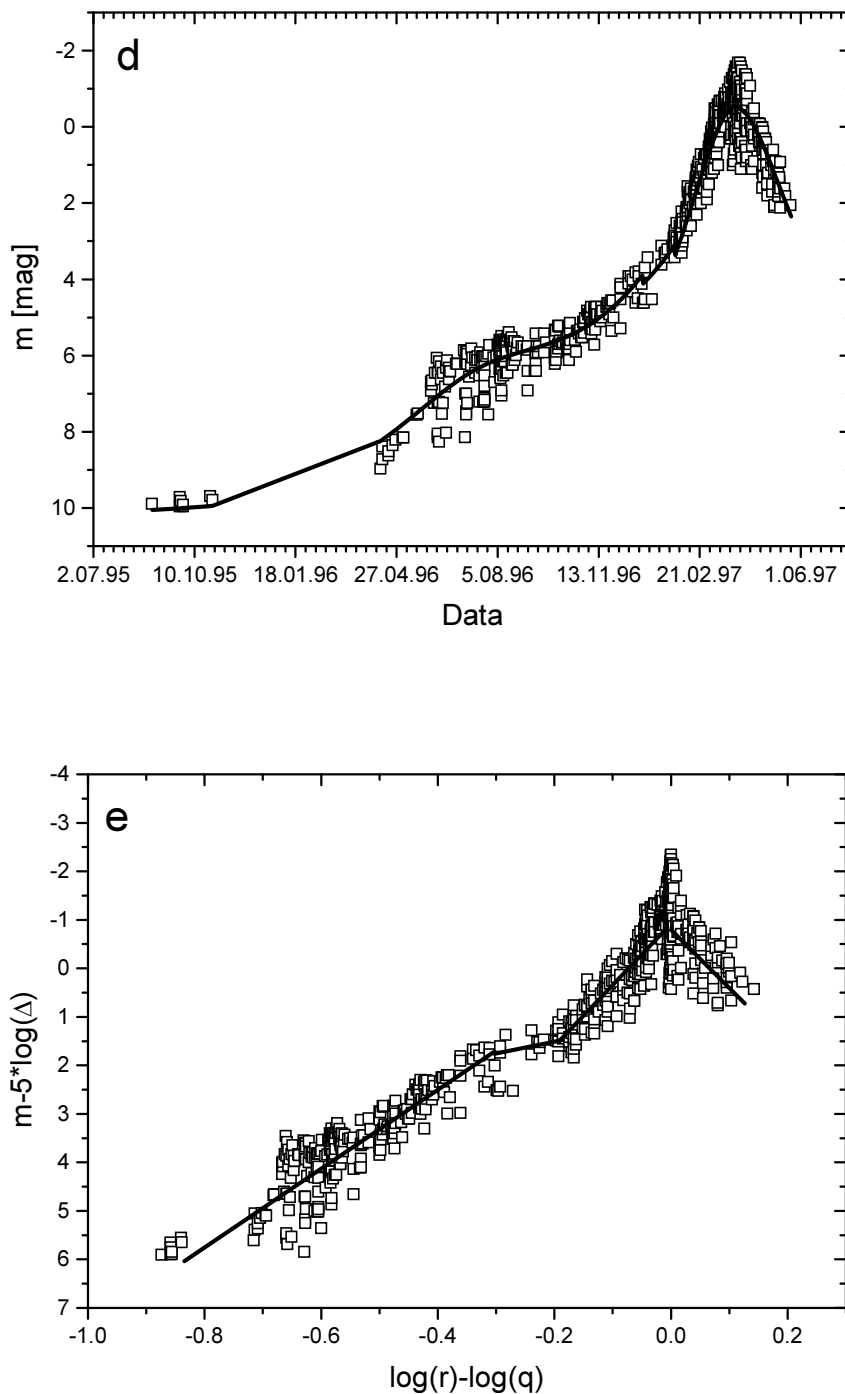


Różnice jasności komety widzianej oczyma różnych obserwatorów osiągają w pobliżu maksimum aż 3^m , co jest związane przede wszystkim z trudnościami w ocenie jasności komety o dużej jasności (brak dobrych gwiazd porównania). Zobaczmy jednak, jak wyglądała ilość obserwacji wykonywanych w kolejnych dniach (Rys.1b). Jak widać, bywały noce, gdy komętę obserwowało około 50 obserwatorów! Tak więc możemy uśrednić jasność komety dla każdej nocy oddzielnie. Otrzymany wynik przedstawia Rys.1.c. Z wykresu tego, który wyraźnie pokazuje charakter zmian jasności komety, wynika, że maksymalną jasność równą w przybliżeniu -1^m , zaobserwowano około 31 marca, czyli w czasie przechodzenia komety przez peryhelium.

Omawiając nadal charakter zmian jasności komety należy zwrócić uwagę na pewien czynnik. Otóż kometa Hale'a-Boppa zawsze znajdowała się na wysokości nie większej niż 30° nad horyzontem a, co więcej, odpowiednie gwiazdy porównania znajdowały się daleko od komety, na innych wysokościach. Tak więc przy ocenach jasności komety należało uwzględnić ekstynkcję różnicową (zwłaszcza pod koniec okresu obserwacyjnego). W związku z tym do dalszych rozważań weźmiemy pod uwagę tylko obserwacje wykonane przez najbardziej doświadczonych obserwatorów, którzy uwzględniali różnicową ekstynkcję atmosferyczną (Rys.1d). Obserwatorów takich (którzy wykonali łącznie 761 obserwacji) było zaledwie 13!

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.e.





Rys.1. a) Krzywa zmian jasności komety C/1995 O1 (Hale-Bopp) utworzona na podstawie wszystkich 2430 obserwacji wykonanych przez członków Sekcji Obserwatorów Komet PTMA, b) Ilość obserwacji komety Hale-Bopp wykonanych w kolejne noce przez wszystkich obserwatorów SOK, c) Krzywa zmian jasności komety C/1995 O1 (Hale-Bopp) utworzona na podstawie wszystkich 2430 obserwacji wykonanych przez członków Sekcji Obserwatorów Komet PTMA uśrednionych dla kolejnych nocy obserwacyjnych, d) Krzywa zmian jasności komety C/1995 O1 (Hale-Bopp) utworzona na podstawie 761 obserwacji uwzględniających ekstynkcję, e) jasność komety zredukowana do stałej odległości obserwatora od komety (1 AU), oraz przedstawiona w funkcji różnicy logarytmów odległości komety (r) od peryhelium (r_0).

Wyraźnie widać, że otrzymany zbiór punktów przed osiągnięciem peryhelium można zobrazować poprzez trzy odcinki o różnym współczynniku kierunkowym. Zmiana nachylenia (silne spowolnienie tempa wzrostu jasności komety — praktycznie zatrzymanie) nastąpiła około 25 grudnia 1996. Spowodowało to nawet pesymistyczne przewidywania jasności w peryhelium — kometa mogłaby osiągnąć zaledwie około 5^m, czyli byłaby na granicy widoczności gołym okiem! Na szczęście jednak w miesiąc później wszystko wróciło do normy.

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),
- Δ — odległość od Ziemi
- r — odległość od Słońca
- n — czynnik określający aktywność komety,

otrzymaliśmy:

Przed 25 grudnia:

$$\begin{aligned} H(0) &= -0.2^m \pm 0.1^m \\ n &= 3.0 \pm 0.1 \end{aligned}$$

Między 25 grudnia a 27 stycznia:

$$\begin{aligned} H(0) &= 0.7^m \pm 0.3^m \\ n &= 2.0 \pm 0.5 \end{aligned}$$

Między 27 stycznia a 1 kwietnia (peryhelium):

$$\begin{aligned} H(0) &= -0.6^m \pm 0.1^m \\ n &= 6.1 \pm 0.2 \end{aligned}$$

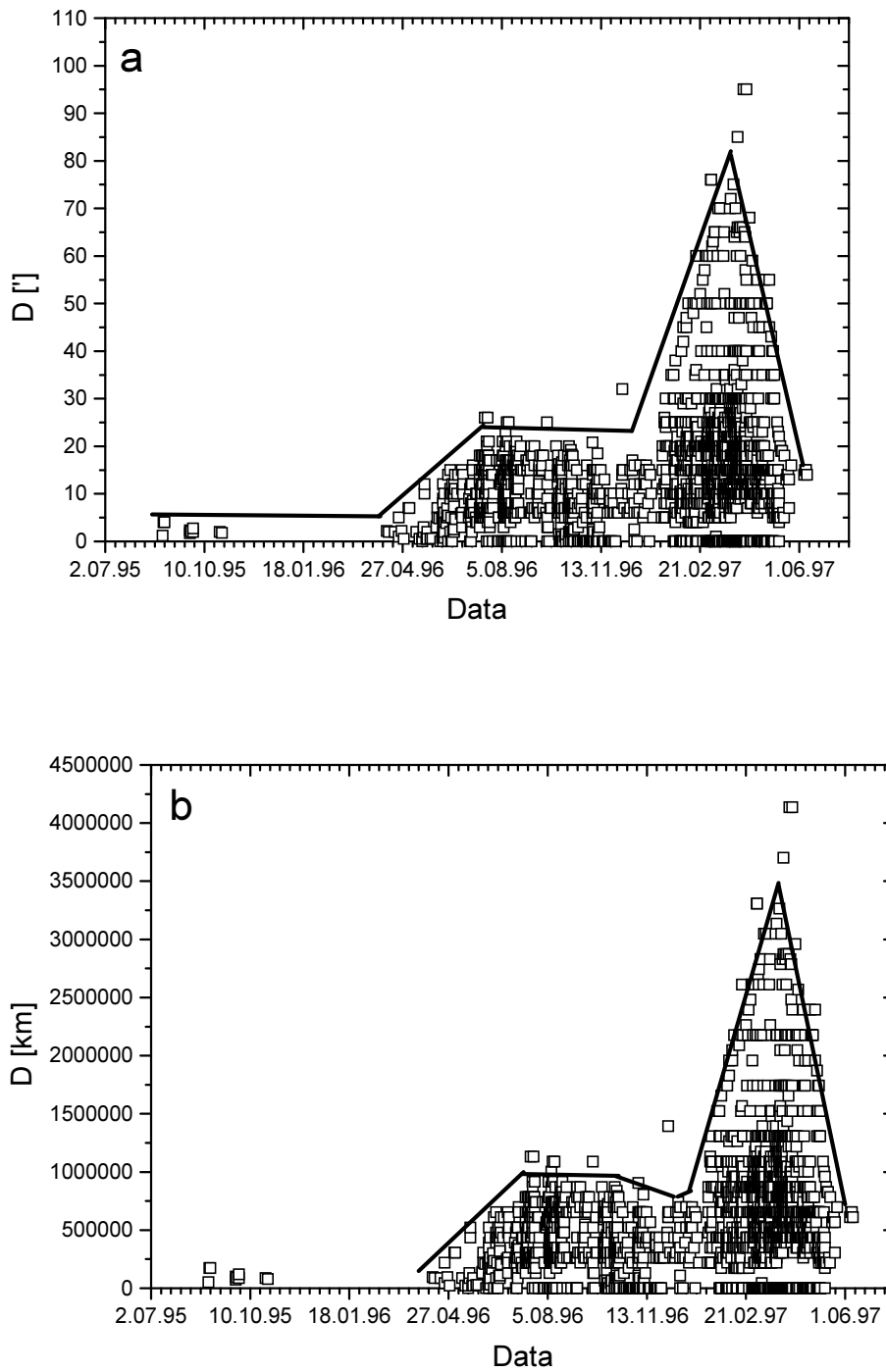
Po 1 kwietnia (po peryhelium):

$$\begin{aligned} H(0) &= -0.6^m \pm 0.1^m \\ n &= 5.1 \pm 0.5 \end{aligned}$$

Jak widać, aktywność komety reprezentowana przez czynnik n, po 25 grudnia rzeczywiście spadła. Co jednak ważniejsze, zmalała jasność absolutna jądra. Ponieważ niemożliwy jest spadek średnicy jądra, oznacza to, że zmalało jego albedo, czyli na powierzchni jądra „wyłączył się” jakiś gejzer świeżej materii. Na szczęście w miesiąc później, to albo inne źródło materii odrodziło się ze zdwojoną energią.

Oznacza to, że kometa Hale’a-Boppa była obiektem o bardzo jasnym jądrze. W rzeczywistości wartość -0.6^m oznacza komętę o jednym z najjaśniejszych jąder w historii!

Przypominamy, że czynnik n dla większości komet przyjmuje się równy od 4.0 do 6.0, tak więc $n=6$ wskazuje na kometę aktywną. Jest to zgodne z faktem istnienia wyraźnej składowej



Rys.2. a) Zmienność średnicy kątowej otoczki komety C/1995O1 (Hale-Bopp) w czasie, b) średnica liniowa głowy komety w funkcji czasu.

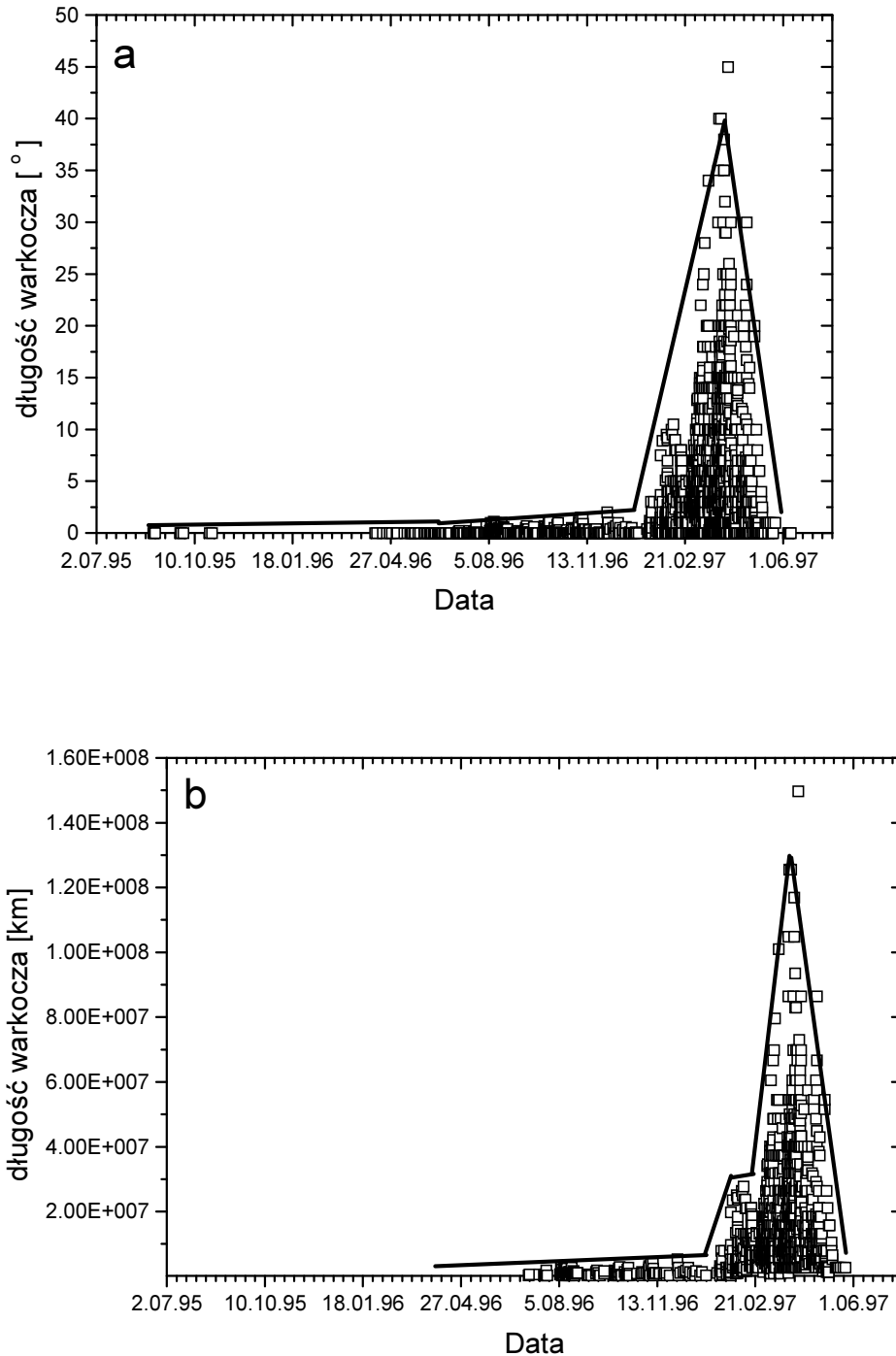
pyłowej warkocza. Średnicę jądra określono na około 45 km, czyli wręcz olbrzymią! Jest to kometa o największym w historii znanym jądrze (zwykle jądra kometarne mają średnice poniżej 10 km).

Pomiar średnicy kątowej głowy komety jest dla obserwatora zawsze zadaniem trudnym, zależnym m.in. od warunków obserwacyjnych, pogody, czułości oka itd..W przypadku komety Hale'a-Boppa, podobnie jak dla 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). Dla większości obserwatorów średnica głowy osiągnęła 30'. Część osób podawała średnicę maksymalną równą ok.80'. Jednak wydaje się, że zapominali oni o tym, że pomiaru średnicy głowy wykonuje się prowadząc miarkę przez jądro komety prostopadłe do warkocza. Warkocz komety rozszerzał się dosyć szybko i przy jądrze był bardzo jasny, toteż niewielka pomyłka w miejscu pomiaru głowy dawała w rzeczywistości pomiar szerokości warkocza. Tak więc jako wiarygodną należy uznać wartość 30'. Po przeliczeniu średnicy kątowej na liniową, uwzględniając zmiany odległości komety od Ziemi okazało się, że średnica liniowa głowy komety osiągnęła maksimum w peryhelium i wyniosła około 1.5 mln km (uwzględniając powyższe uwagi) (Rys.2b). Należy zwrócić uwagę na zmniejszenie średnicy głowy na przełomie grudnia i stycznia 1996/97. Jest to najprawdopodobniej związane z zanikiem aktywności kometarnej wspomnianej przy analizie krzywej jasności. Być może był to też efekt obserwacyjny związany z pozornym zbliżeniem komety na niebie do Słońca. Około 10 lutego 1997 w obrębie otoczki komety pojawił się wyraźny, jasny strumień materii. W związku z precesją jądra komety obszar aktywny związany ze strumieniem około 5 marca zaczął w czasie rotacji jądra wchodzić w nieoświetloną przez Słońce jego część, co spowodowało powstanie koncentrycznych otoczek (można to opisać jako „pulsujący” strumień materii — wyłączający się w cieniu i włączający w słońcu). Wszystkie te efekty widoczne były już przez lornetki — pierwszy raz mogli je obserwować miłośnicy astronomii.

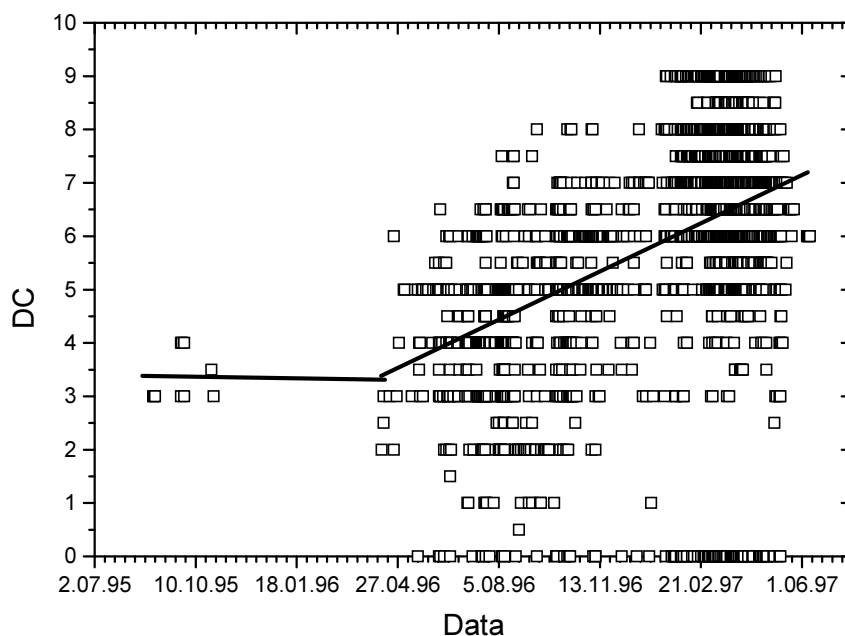
Niewątpliwie najbardziej efektownym elementem komety jest jej warkocz. W przypadku komety Hale'a-Boppa wyraźnie widoczne były obydwie składowe warkocza: niebieską, prostoliniową gazową (plazmową), oraz, na prawo od niej, żółtą, zakrzywioną pyłową. W lutym 1997 dominowała składowa gazowa, potem w marcu i zwłaszcza kwietniu dominującą stała się składowa pyłowa.

W przypadku komety Hale'a-Boppa, 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). Zwykle podawana przez obserwatorów maksymalna długość warkocza wynosiła około 25°. Niektórzy obserwatorzy obserwujący w idealnych warunkach podawali nawet ok.40°. Z innych obserwacji wykonanych na świecie wynika, że maksymalną długość (ok.30°) warkocz gazowy osiągnął w połowie marca, warkocz pyłowy po 20 kwietnia (również 30°). Po przeliczeniu średnicy kątowej na liniową, uwzględniając zmiany odległości komety od Ziemi, okazuje się, że maksymalną długość równą 80mln-130mln km (!) warkocz osiągnął w pobliżu peryhelium 1 kwietnia 1997 (Rys.3b). W tym czasie długości obu składowych warkocza były w przybliżeniu równe. Obserwatorzy spoglądający wtedy przez lornetkę na warkocz gazowy mogli obserwować niezwykle struktury liniowe, dzielące warkocz na wiele składowych.

Tradycyjnie trudnym zadaniem jest ocena stopnia kondensacji głowy DC. W naszym przypadku widoczny jest wyraźny wzrost od około 3 w kwietniu 1996 do około 8 (!) w maju 1997 (Rys.4). Dla wielu obserwatorów jądro komety było wtedy po prostu jasną gwiazdką.



Rys.3. a) Zmienność katowej długości warkocza komety C/1995O1 (Hale-Bopp) w czasie, b) liniowa długość warkocza komety w funkcji czasu.



Rys.4. Zmienność stopnia koncentracji (DC) komety C/1995O1 (Hale-Bopp) w czasie.

Kometa C/1995 O1 (Hale-Bopp) była kolejną rekordową kometą w dziejach SOK. Efektowny wygląd i duża jasność komety zaowocowały także w dużej ilości nadesłanych fotografii (także kolorowych). Obydwie, obserwowane rok po roku komety: Hyakutake i Hale-Bopp zaspokoiły chyba wszystkie potrzeby obserwatorów. Chociaż pozostaje pewien niedosyt: czy kometa tak jasna jak Hale-Bopp nie mogłaby przelecieć tak blisko Ziemi, jak Hyakutake? Może trzeba jeszcze poczekać...?

T.Ścieżor

KOMECIARZ — biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA
Redagują: Tomasz Ścieżor
 Janusz Pleszka
Adres Sekcji:
 Sekcja Obserwatorów Komet
 Oddział Krakowski PTMA
 ul.Św.Tomasza 30/8
 31-027 Kraków

