Nr 46 Listopad 2014

Komeciarz

Biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

Misja Rosetta

C/2013 A1 blisko Marsa

Poradnik obserwatora komet

ISSN 1644-1303

Spis treści

Komety obecnie na niebie	3
Przelot C/2013 A1 (Siding Spring) blisko Marsa	4
Lądowanie na komecie	8
Ciekawe komety na niebie w 2015 r.	20
Działalność SOK PTMA po reaktywacji	24
Poradnik SOK PTMA	26
Lista odkrytych komet w 2014 r.	33

Komeciarz ISSN 1644-1303

Wydawca: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13a/35
31-055 Kraków
NIP: 676-11-27-349
Regon: 000804046

Redaktor naczelny: Mikołaj Sabat
email: sabat.mikolaj.j@gmail.com

Zdjęcie na okładce: Połączone obrazy komety 67P i lądownika Philae sfotografowanych przez sondę Rosetta. Źródło: ESA

Szanowni Czytelnicy

Mamy przyjemność oddać w Państwa ręce nowy numer Biuletynu Sekcji Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii „Komeciarz". Po ośmiu latach przerwy, „Komeciarz" powraca w zupełnie nowej formie. Tym razem będzie wydawany głównie w internecie, aby każdy miłośnik astronomii obserwujący komety mógł z niego skorzystać.

„Komeciarza" tworzą ludzie z pasją i swoim własnym spojrzeniem na otaczający nas Wszechświat. Naszym założeniem było, aby biuletyn stał się lekturą dostępną zarówno dla początkujących, jak i bardzo doświadczonych obserwatorów. Nie brakuje więc artykułów dotyczących obserwacji, jak również aktualności i wiedzy teoretycznej o kometach.

Numer 46 naszego biuletynu, który właśnie trzymasz w ręce, jest wydaniem specjalnym. W październiku i listopadzie 2014 roku byliśmy świadkami dwóch wielkich wydarzeń w historii poznawania Kosmosu przez człowieka. Mieliśmy okazję po raz pierwszy bezpośrednio zbadać kometę jednopojawieniową, która zbliżyła się do Marsa, a 12 listopada większość z nas ze zniecierpliwieniem wyczekiwała na wieści od Europejskiej Agencji Kosmicznej na temat przebiegu misji Rosetta-Philae.

Właśnie temu drugiemu wydarzeniu poświęcamy to wydanie specjalne. Wyczyn, jaki udało się dokonać przy współpracy setek ludzi nie może równać się niczemu innemu. Sonda Rosetta najpierw przez tygodnie pracowała nad najlepszą dokumentacją fizycznych cech komety, jaka kiedykolwiek powstała, a lądowanie statku Philae na komecie 67P/Czuriumow-Gierasimienko to krok milowy w dziejach ludzkiej eksploracji Kosmosu.

Mikołaj Sabat
Redaktor naczelny

Komety obecnie na niebie

Mikołaj Sabat

Końcówka roku upłynie raczej z umiarkowanie jasnymi kometami. Będzie to okres korzystniejszy dla mieszkańców południowej półkuli, jednak długie jesienne i zimowe noce będzie można spędzić z ciekawymi obiektami dostępnymi dla średniej wielkości teleskopów.

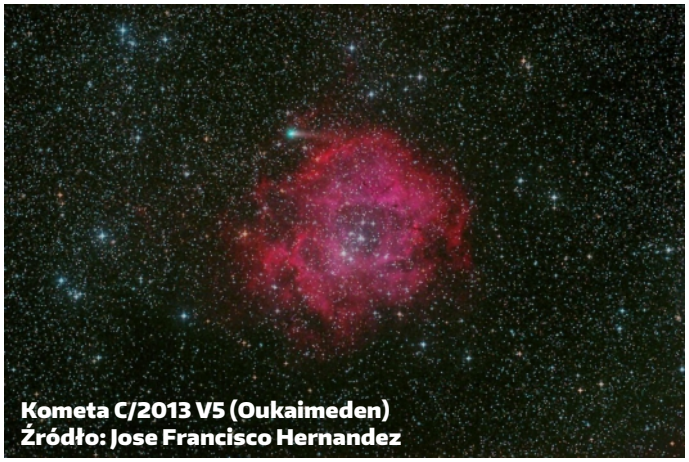
C/2012 K1 (PanSTARRS)

Kometa C/2012 K1 jest obecnie atrakcyjnym obiektem dla obserwatorów z półkuli południowej, gdzie prezentuje się jako obiekt nieco jaśniejszy od 8 mag. Z naszych szerokości geograficznych będzie widoczna dopiero na przełomie grudnia i stycznia wieczorem bardzo nisko ponad południowym horyzontem. Jej jasność będzie stopniowo malała. Pod koniec roku osiągnie ok. 9 magnitudo, a w styczniu będzie już słabsza od 10 mag. Przez ten okres nie będzie świecić wyżej niż na 10 stopni ponad horyzontem, co ma mieć miejsce tuż po zmierzchu w połowie stycznia. Kometa przeszła przez peryhelium 27 sierpnia, a przez najbliższe tygodnie pozostanie w gwiazdozbiorze Rzeźbiarza.

C/2014 Q3 (Borisov)

C/2013 Q3 (Borisov) to jedna z ciekawszych komet na koniec tego roku. Obiekt odkryty przez amatora astronomii z Ukrainy – Gennady Borisova jaśnieje nieco szybciej od przewidywań i obecnie ma ok. 11 mag. Przez cały kwartał będzie możliwa do obserwacji z naszych szerokości geograficznych w ciągu całej nocy jako obiekt okołobiegunowy. W listopadzie będzie jeszcze widoczna w Małej Niedźwiedzicy,

Kometa C/2012 K1 (PanSTARRS) w towarzystwie galaktyki NGC 3319 Źródło: Alessandro Falesiedi



Kometa C/2013 V5 (Oukaimeden) Źródło: Jose Francisco Hernandez

po czym w grudniu przejdzie do gwiazdozbioru Smoka, a w nowym roku zobaczymy ją już w Łabędziu. Jako obiekt pozostający przez większość czasu wysoko ponad horyzontem, jest to atrakcyjny cel dla pasjonatów fotografii nieba.

C/2013 V5 (Oukaimeden)

Odkryta 12 listopada 2013 roku w marokańskim obserwatorium Oukaimeden C/2013 V5 najlepsze dni ma już za sobą. W połowie roku była atrakcyjnym obiektem nieba południowego, osiągając jasność bliską nawet 6 wielkościom gwiazdowym. Obecnie jest nieco jaśniejsza niż 11 magnitudo. Warunki do jej obserwacji polepszą się końcem grudnia, kiedy będzie widoczna ponad 10 stopni nad wschodnim horyzontem o świcie. Jej położenie na niebie będzie coraz bardziej korzystne dla obserwatorów z północnej półkuli, ale jednocześnie jej jasność spadnie na tyle, że będzie obserwowalna jedynie w większych teleskopach. Pod koniec roku uzyska 12 wielkość gwiazdową, a w styczniu może przygasnąć nawet do ok. 14 magnitudo.

C/2013 A1 (Siding Spring)

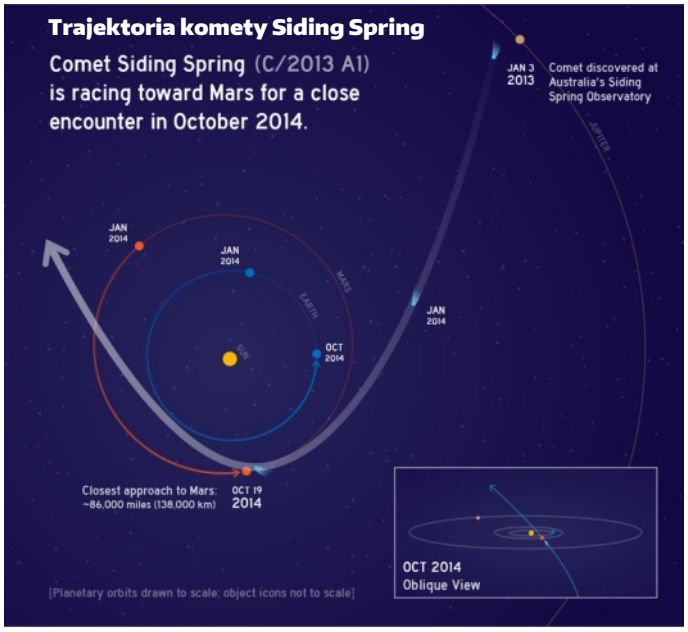
Kometa, która w październiku zbliżyła się do Marsa na ok. 140 tys. km, obecnie jest już po peryhelium i jej jasność stopniowo spada. Okazja do jej obserwacji pojawi się w połowie grudnia, kiedy powinna być dostrzegalna tuż przed wschodem Słońca jako obiekt o jasności ok. 12 mag. W styczniu warunki do jej obserwacji znacznie się poprawią, bo kometa znajdzie się już w sporej odległości od Słońca.

Przelot C/2013 A1 (Siding Spring) blisko Marsa

Mikołaj Sabat

Cztery marsjańskie sondy kosmiczne, nadzorowane przez NASA i ESA, dwa łaziki podróżujące po powierzchni Czerwonej Planety i wiele innych instrumentów badawczych położonych zarówno na Ziemi, jak i w przestrzeni kosmicznej, w drugiej połowie października były skupione na badaniu komety C/2013 A1 (Siding Spring). To pierwsza wizyta tego obiektu pochodzącego z Obłoku Oorta tak blisko Słońca. Szczegółowe obserwacje tego typu ciał są niezmiernie ważne, ponieważ pozwolą odpowiedzieć na pytania o powstaniu Układu Słonecznego i nas samych. Ten sam obiekt 19 października zbliżył się do Marsa na odległość ok. 140 tys. km, notując największe znane ludzkości zbliżenie komety do planety wewnętrznej w naszym układzie.

C/2013 A1 (Siding Spring) została odkryta 3 stycznia 2013 roku przez Roberta McNaughta w położonym na wysokości ponad 1100 m n.p.m. obserwatorium Siding Spring w Australi. Po potwierdzeniu jej istnienia, stała się pierwszą kometą odkrytą w 2013 roku. Wyliczenia jej orbity na podstawie pierwszych danych wskazywały, że istnieje prawdopodobieństwo zderzenia z Marsem. Leonid Elenin z Keldysh Institute of Applied Mathematics oszacował, że może się ona zbliżyć do Czerwonej Planety na ok. 40 tysięcy km. Prawdopodobieństwo kolizji wynosiło mniej niż 1%. Później, wraz z napływem większej ilości obserwacji, oceniono, że odległość od Marsa w momencie zbliżenia będzie wynosiła ok. 140 tys. km.



Warunki do obserwacji C/2013 A1 z naszej szerokości geograficznej nie były zadowalające. Jesienią kometa była widoczna na południowej półkuli jako obiekt nieco jaśniejszy od 10 mag. Szanse na jej obserwacje z Polski mogły pojawić się kiedy zbliżała się do Marsa, a więc w połowie października. Byłaby wówczas obiektem o jasności ok. 9 mag, święcącym o zmierzchu mniej niż 10 stopni ponad południowo-zachodnim horyzontem w gwiazdozbiorze Wężownika, nieopodal granicy ze Strzelcem. Niekorzystne warunki skutkowały tym, że jej obserwacje z Polski w tamtym okresie były raczej niemożliwe. Później obiekt ten znajdował się już zbyt blisko Słońca – peryhelium miało miejsce 25 października.

Tak bliskie przeloty komet obok planety nie są zjawiskiem częstym. W przypadku C/2013 A1 mieliśmy do czynienia z największym kiedykolwiek obserwowanym przez ludzkość zbliżeniem komety do wewnętrznej planety Układu Słonecznego. Mając na uwadze rzadkość tego zjawiska i jego wagę w badaniach interakcji atmosfery Marsa z przelatującą kometą, NASA przeprogramowała instrumenty badające Czerwoną Planetę tak, aby umożliwić obserwacje C/2013 A1 (Siding Spring) i jednocześnie zabezpieczyć marsjańską aparaturę przed niebezpieczeństwem, jakie może nieść ze sobą kometa. Obserwacje skupiają się przede wszystkim na jądrze komety, jej komie, a także monitorowaniu emitowanych przez nią gazów i pyłów oraz badaniu ich wpływu na atmosferę Marsa.

Mars Reconnaissance Orbiter

Należąca do NASA sonda Mars Reconnaissance Oribter – satelita Marsa, który dotychczas zebrał dla nas najwięcej informacji na temat Czerwonej Planety, również został

zaangażowany w obserwacje przelotu komety C/2013 A1 i jego skutków. MRO w momencie największego niebezpieczeństwa ze strony skalistych odłamków jądra komety, znajdował się po drugiej stronie Marsa. W ten sposób uczeni NASA chcieli zapobiec potencjalnemu uszkodzeniu sondy. Łączność z satelitą przebiegała bez zarzutów podczas największego zbliżenia komety Siding Spring do Marsa, a także po tym zdarzeniu.

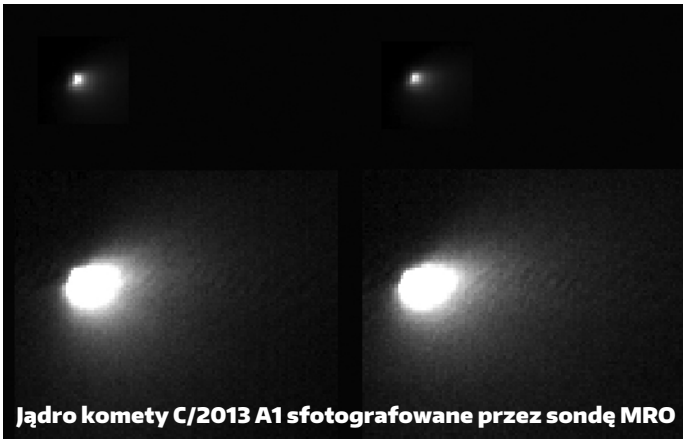
Jak zapewnia NASA Jet Propulsion Laboratory, MRO wykonał bezbłędnie wszystkie komendy i po odczekaniu momentu największego ryzyka, prowadził obserwacje komety według planów, pozostając przy tym bez szwanku.

Dane zebrane przez sondę podczas przelotu C/2013 A1 (Siding Spring) były zbierane m.in. przez HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment), CRISM (Compact Imaging Spectrometer for Mars) i CTX (Context Camera). Każde z tych urządzeń rejestrowało obraz komety na kilka dni przed jej zbliżeniem do Czerwonej Planety, jak również w ciągu tygodnia po tym wydarzeniu. Z kolei MCS (Mars Climate Sounder), MARCI (Mars Color Imager) oraz SHARAD (Mars Shallow Radar) były odpowiedzialne za badanie możliwych interakcji gazu i pyłu podchodzącego z warkocza komety z atmosferą Marsa.

Sonda Mars Reconnaissance Orbiter swoją misję rozpoczęła w 2005 roku, startując na pokładzie rakiety Atlas V z Cape Canaveral na Florydzie, już po 3 latach spełniła wszystkie swoje zadania na orbicie Marsa. W czasie swojej służby przesłała operatorom na Ziemi ponad 240 miliardów bitów danych, w tym nagrań HD. Obecnie służy jako stacja przekaźnikowa, wspomagająca komunikację Ziemi z urządzeniami innych marsjańskich misji.

MAVEN

MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) również został przygotowany na możliwe negatywne efekty zbliżenia komety do Marsa. Po jej przelocie komunikacja satelity z Ziemią przebiega poprawnie. Główne zadania sondy podczas przelotu C/2013 A1 obejmują badania oddziaływania materii z warkocza kometarnego na atmosferę planety oraz



Jądro komety C/2013 A1 sfotografowane przez sondę MRO

określenie składu gazu i pyłu emitowanego przez kometę.

Przez okres największego zagrożenia uszkodzeniem satelity przez szybko poruszające się odłamki, pozostawiane przez przelatującą kometę, MAVEN pozostawał zorientowany w pozycji bezpiecznej. Takie ustawienie wykluczało transmisję danych na Ziemię przez główną antenę, dlatego przez ten czas służyła temu druga antena.

MAVEN to najnowsza sonda krążąca wokół Marsa. Wystartowała 18 listopada 2013 roku rakietą Atlas V z Przylądka Canaveral. Na orbitę Marsa dotarła dopiero 22 września tego roku, rozpoczynając swoją misję. Jej głównym celem są badania atmosfery, klimatu i pogody na Marsie. Sonda ma pomóc zrozumieć nam, w jaki sposób Czerwona Planeta utraciła część swojej atmosfery przed milionami lat. Podstawowa część misji ma trwać około roku ziemskiego.

Mars Odyssey

Amerykańska sonda Mars Odyssey również bez szwanku przetrwała na orbicie okołomarsjańskiej podczas bliskiego przelotu komety Siding Spring. W czasie największego zagrożenia ze strony skalistych odłamków wyrzucanych przez kometę, satelita schronił się po drugiej stronie Marsa. Mimo to MO prowadził obserwacje w czasie całego przelotu komety blisko Marsa. Dane fotograficzne były zbierane przez THEMIS (Thermal Emission Imaging System), natomiast Neutron Spectrometer and High Energy Neutron Detector był odpowiedzialny za badanie wpływu tego wydarzenia na atmosferę Marsa.

Mars Odyssey to najdłużej pracujący satelita Marsa. Swoją misję rozpoczął 7 kwietnia 2001 roku, wynoszony z amerykańskiego kosmo-

dromu przez rakietę Delta II. Po pół roku dotarł do Czerwonej Planety, a na docelową orbitę wszedł w styczniu 2002 r. Głównym zadaniem Mars Odyssey jest poszukiwanie śladów wody na powierzchni Marsa oraz badanie aktywności wulkanicznej. Sonda wykonała główne cele do 2006 roku. Od tego czasu wciąż jest aktywna – nadal zbiera dane naukowe oraz utrzymuje łączność między Ziemią a łazikami Opportunity i Curiosity.

Mars Express

Pracownicy ESA podjęli działania mające na celu zabezpieczenie sondy Mars Express przed możliwymi niekorzystnymi skutkami zbliżenia komety Siding Spring do Marsa. Wszystkie instrumenty satelity działają poprawnie po tym zdarzeniu. Dzięki HRSC (High Resolution Stereo Camera) udało się zarejestrować moment przejścia komety blisko powierzchni Czerwonej Planety. Inne instrumenty sondy zbierały dane na temat składu chemicznego emitowanych przez nią gazów i pyłów oraz jej wpływu na atmosferę Marsa.

Mars Express Orbiter swoją misję rozpoczął 2 czerwca 2003 roku, startując z kosmodromu Bajkonur na pokładzie rakiety Soyuz. Na początku kolejnego roku sonda osiągnęła orbitę docelową wokół Marsa. Od tego czasu bada atmosferę i obszary biegunowe tej planety. Warto dodać, że w skład misji Mars Express wchodził także lądownik Beagle 2, jednak tuż po jego odłączeniu od sondy, utracono z nim łączność i określono jako stracony.

MER Opportunity

Mars Exploration Rover Opportunity podczas przelotu C/2013 A1, wykonywał zdjęcia marsjańskiego nieba. Amerykańscy naukowcy nadzorujący misję łazika wykorzystali jego detektor Pancam (Panoramic Camera) do fotografowania nieba na ok. 2,5 godziny przed największym zbliżeniem komety do Marsa. Później w miejscu przebywania Opportunity wzeszło Słońce i obserwacje nie były możliwe. Wykorzystanie na potrzeby obserwacji komety instrumentów służących na co dzień do rejestrowania krajobrazów Marsa oddają ludzką perspektywę tego zjawiska. Kamera znajdująca się na pokładzie łazika ma bowiem podobną czułość do ludzkiego oka i sfotografowany przez nią obiekt niebieski wygląda tak, jakbyśmy naocznie widzieli go, przebywając na powierzchni Marsa.

Łazik Opportunity, przemierzający marsjańskie tereny od stycznia 2004 roku jest rekordzistą. Żadnemu innemu pojazdowi kołowemu nie udało się przebyć takich odległości poza Ziemią, jak temu łazikowi. W tym roku przekroczył on już na swoim liczniku 40 km i pracuje nadal. Głównymi założeniami jego misji są badania geologiczne Marsa, poznawanie przeszłości planety i poszukiwanie dowodów na istnienie tam wody w przeszłości.

MSL Curiosity

Łazik Mars Science Laboratory Curiosity również miał możliwość obserwacji marsjańskiego nieba podczas przelotu komety C/2013 A1 (Siding Spring). Wykonał kilka ujęć tego zjawiska, lecz szczegółowe informacje dotyczące danych zebranych przez Opportunity i Curiosity zostaną opublikowane 18 grudnia 2014 r. na zebraniu American Geophysical Union. Zbliżenie komety do Marsa nie stanowiło niebezpieczeństwa dla znajdujących się na jego powierzchni łazików.

Curiosity to najbardziej zaawansowany technologicznie łazik marsjański. Został wyniesiony z Ziemi w listopadzie 2011 roku, a 6 sierpnia następnego roku wylądował w kraterze Gale na Marsie.

Co już wiemy?

W historii jeszcze żaden satelita nie uzyskał tak wysokiej rozdzielczości przy fotografowaniu komety jednopojawieniowej jak Mars Reconnaissance Orbiter. Inne instrumenty wykonywały zdjęcia w dużo lepszej rozdzielczości kometom o krótkich okresach orbitalnych, a ciała pochodzące z obrzeży

Artystyczna wizja przelotu komety obok Marsa

Układu Słonecznego były zwykle fotografowane z dużej odległości, inaczej niż w przypadku zbliżenia się C/2013 A1 do Marsa i jej uchwyceniu przez marsjańskiego satelitę. Według danych, jakie zebrała kamera HiRIS, znajdująca się na tej sondzie kosmicznej, jądro komety Siding Spring jest mniejsze od wcześniejszych założeń. Zgodnie z obserwacjami teleskopowymi, naukowcy spodziewali się, że jego średnica będzie bliska 1 km. Weryfikacja dokonana przez MRO pozwala twierdzić, że wartość rzeczywista jest mniejsza nawet o połowę.

Dane zebrane przez trzy sondy kosmiczne: MAVEN, MRO i europejskiego orbitera Mars Express mówią, że przelatująca blisko Czerwonej Planety kometa pozostawiła w jonosferze Marsa nową warstwę jonów. Pył kometarny wprowadzony do jego atmosfery spalał się w górnych jej warstwach, tworząc okazały deszcz meteorów, z którym nie mogą się równać żadne noce „spadających gwiazd", jakie mieliśmy okazję obserwować na Ziemi. Dzięki aparaturze sondy MAVEN zaobserwowano silny wzrost promieniowania ultrafioletowego, co było skutkiem obecnych w składzie warkocza komety magnezu i jonów żelaza. W badaniach składu chemicznego pyłu pozostawionego przez kometę wykonanych przez tę sondę, zidentyfikowano osiem różnych rodzajów jonów. Z kolei europejski Mars Express odnotował zwiększoną liczbę elektronów w jonosferze Marsa kilka godzin po zbliżeniu komety

Zadaniem sondy MAVEN na najbliższe miesiące będzie obserwowanie skutków zbliżenia komety Siding Spring do Marsa. Wciąż nie wiadomo, czy w rezultacie tego wydarzenia pozostaną jakieś stałe lub długotrwałe zmiany w atmosferze Czerwonej Planety. Zjawiska zaobserwowane przez te dwie sondy kosmiczne najprawdopodobniej są skutkiem spalania się cząstek komety w atmosferze. Według danych z MRO, liczba elektronów w jonosferze planety była w tamtym czasie nawet do 10 razy większa niż zwykle.

Podróż trwa nadal ...

C/2013 A1 (Siding Spring) jest kometą jednopojawieniową, która odwiedziła nas po raz pierwszy i najpewniej ostatni. Jej okres obiegu należy liczyć w milionach lat. Jej podróż nie zakończyła się wraz z przelotem obok Marsa, ani z największym zbliżeniem do Słońca, które miało miejsce 25 października. Ona już zmierza w drogę powrotną w odległe zakątki Układu Słonecznego, skąd przybyła. Żadne inne statki kosmiczne nigdy nie zbliżyły się do komety o tak dużym okresie orbitalnym na tak małą odległość jak satelity Marsa. Mars Reconnaissance Orbiter wykonał pierwsze w historii ludzkości zdjęcie jądra komety jednopojawieniowej, a wywołany przez tę kometę deszcz meteorów na Marsie był największym znanym człowiekowi.

Lądowanie na komecie

Dominika Jasińska

Sonda kosmiczna z lądownikiem na swoim pokładzie wykonuje skomplikowane manewry asysty grawitacyjnej z użyciem Marsa i Ziemi, przemyka w niewielkich odległościach od planetoid mogących zniszczyć życie na naszej planecie, a potem uśpiona kieruje się daleko, aż do orbity Jowisza. Wybudzona z hibernacji rozpoczyna trzymający w napięciu pościg za kometą. Statek kosmiczny musi przetrwać na jej orbicie, aby w końcu przeprowadzić trudny manewr osadzania na powierzchni komety ukrytego we wnętrzu sondy lądownika. Całość wydaje się być szalonym pomysłem pochłoniętych marzeniami astronomów lub scenariuszem całkiem dobrego filmu, ale ku zdziwieniu wielu sceptyków, już 10 lat temu wizja ta stała się rzeczywistością.

Do czego możemy porównać misję Rosetta?

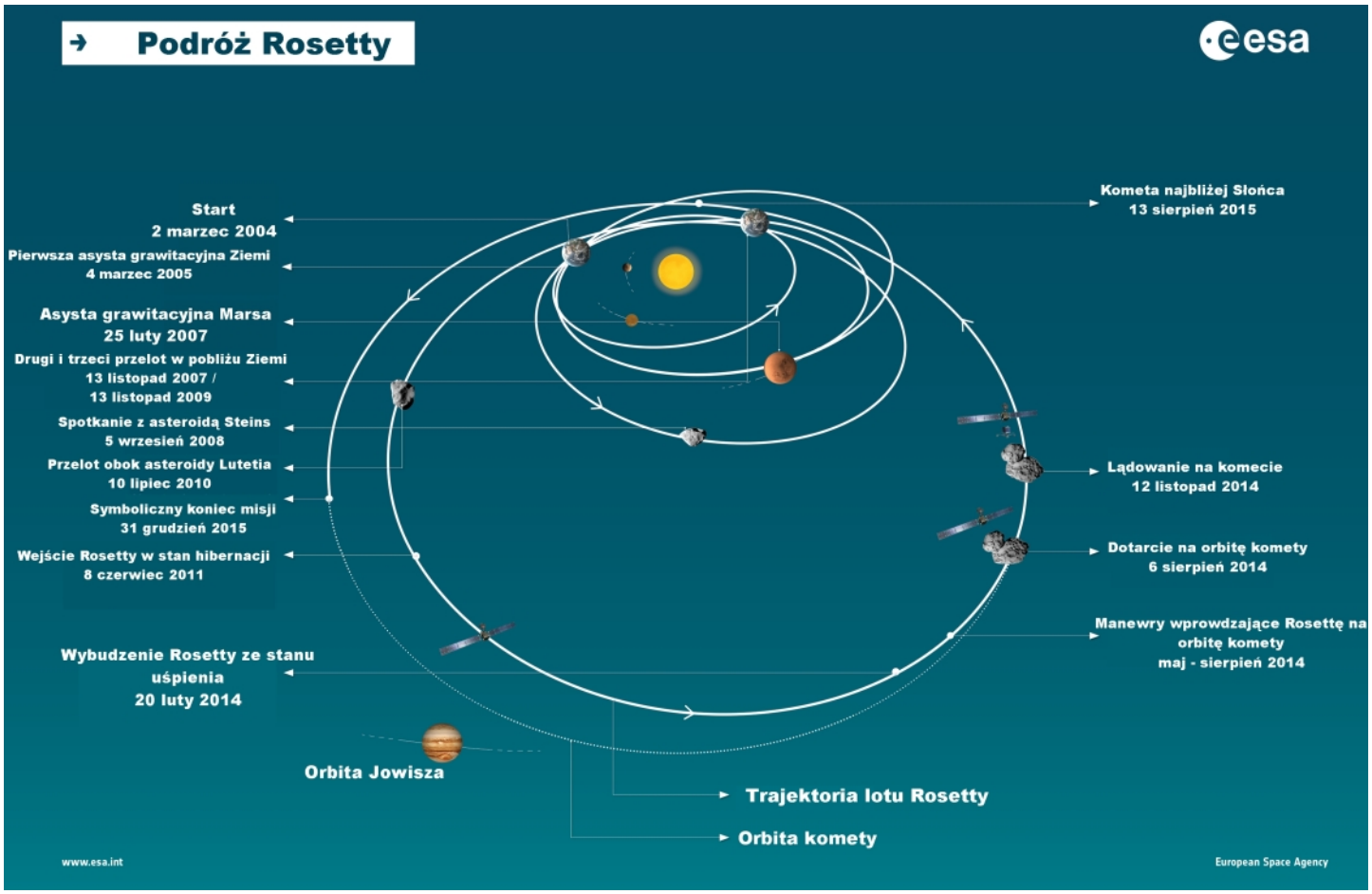
Biorąc pod uwagę szum medialny, projekt ten nie budzi tak wielkich emocji jak lądowanie łazika Curiosity na Marsie w sierpniu 2012 roku. Misja Mars Science Laboratory była fascynująca ze względu na swoje cele, do których należało m.in. poszukiwanie dowodów obecności życia na Czerwonej Planecie, której pozycja medialna nie była bez znaczenia w nagłaśnianiu ogromnego przedsięwzięcia. Lądowanie łazika nie było jednak przełomowym krokiem w historii eksploracji Układu Słonecznego. Pionierami w tej dziedzinie były bliźniacze sondy Voyager, które obecnie znajdują się już poza granicami naszego układu planetarnego oraz sonda Huygens, która wylądowała na powierzchni Tytana, jednego z księżyców Saturna. Choć liczni poprzednicy lądujący na powierzchni Marsa wcale nie umniejszają wartości misji łazika Curiosity, Rosetta wydaje się być nieporównywalnie ważniejsza pod względem przełomowości tego przedsięwzięcia. Nigdy wcześniej żadna sonda nie znalazła się na orbicie komety, nie mówiąc już o lądowaniu na niej, które jeszcze nie tak dawno pozostawało jedynie w sferze marzeń wielu naukowców. Dziś mamy już za sobą pogoń Rosetty za kometą pędzącą przez przestrzeń kosmiczną z prędkością ponad 135 tysięcy kilometrów na godzinę. Misja Europejskiej Agencji Kosmicznej wydaje się być w obecnych czasach nie mniej ważna niż wystrzelenie Voyagerów w 1977 roku. Wiele wskazuje jednak na to, że cele jej misji nie są aż tak fascynujące w oczach opinii publicznej. Choć świat nauki jest świadomy powagi przedsięwzięcia i jego dalekosiężnego wpływu na postrzeganie Układu Słonecznego, dla większości społeczeństwa badanie pochodzenia komet nie stanowi atrakcyjnego tematu do rozmów. Może dlatego, że obecnie świat mediów popularnonaukowych kręci się wokół poszukiwania życia pozaziemskiego? Jak na ironię wielu nie zdaje sobie sprawy z tego, że misja Rosetta może dostarczyć kluczowych informacji o rozwoju życia na naszej planecie. Ta wiedza zaś przyczynić może się do przewidywania przebiegu podobnych procesów na planetach pozasłonecznych. Aby móc eksplorować przestrzeń kosmiczną zwykliśmy najpierw docierać do źródeł powstawania i ewolucji naszego najbliższego otoczenia. To od zrozumienia natury Ziemi i Układu Słonecznego powinniśmy zaczynać dalsze poszukiwania. A przecież Rosetta lądując na komecie w listopadzie bieżącego roku, dotrze w rzeczywistości do początków istnienia układu planetarnego, badając kometę – świadka historii narodzin naszego kosmicznego podwórka sprzed prawie 5 miliardów lat. Z naukowego punktu widzenia wydarzenie to jest nie mniej ważne od pierwszych kroków Neila Armstronga na powierzchni Srebrnego Globu.

Radość kontrolerów misji po wybudzeniu Rosetty
Źródło: ESA–Jürgen Mai

Dlaczego kometa, jedno z niezliczonych niewielkich ciał niebieskich poruszających się w układzie planetarnym, nagle staje się naukowmy centrum wszechświata, przycią-

gającym uwagę tysięcy naukowców i inżynierów z całego świata? Ci, jak mogłoby się wydawać, prymitywni kosmiczni wędrowcy w rzeczywistości stanowią swego rodzaju kronikę procesów fizycznych i chemicznych zachodzących podczas wczesnych etapów kształtowania się i ewolucji całego Układu Słonecznego. 4,6 miliarda lat temu miejsce Układu Słonecznego zajmował ogromny obłok pyłu i gazu, z którego pod wpływem wysokiego ciśnienia uformowało się Słońce. Z reszty otaczającej wewnętrzną gwiazdę materii uformowały się planety i ich satelity. W taki sposób zakurzone środowisko wokół nich zostało stopniowo oczyszczone poprzez działanie grawitacji tych ciał niebieskich. Jednak peryferia układu planetarnego do dziś pozostały swoistą pamiątką panującego na początku ewolucji Układu Słonecznego chaosu i bałaganu. Zepchnięty na obrzeża kosmiczny gruz, co jakiś czas wymyka się spod kontroli. To właśnie dlatego, tak często możemy obserwować przyloty nieproszonych gości – asteroid, planetoid a wśród nich także komet - w nasze sąsiedztwo. Każde z takich zdarzeń stanowi dla astronomów potencjalną szansę na zebranie informacji o warunkach w jakich powstawał Układ Słoneczny.

Bogactwo zachowanych w kometach substancji (głównie lotnych) sprawia, że z naukowego punktu widzenia te niepozorne obiekty stają się skarbnicami ważnej wiedzy. Przyjmuje się, że większość tych ciał powstała w odległych obszarach układu planetarnego, a panujące tam niskie temperatury spełniły rolę konserwantu, który pozwolił na zachowanie komet w niezmienionym stanie. Zbliżający się do rejonów ziemskich wędrowcy mogą przekazać nam ważne wiadomości z początków istnienia naszego kosmicznego podwórka. Ale nie tylko, bo jak się okazuje komety to także źródło wiedzy o samej Ziemi. Naukowcy podejrzewają bowiem, że komety mogły dostarczyć na naszą planetę wodę, a wraz z nią wiele związków chemicznych, które umożliwiły rozwój życia na Ziemi. Wcześniejsze obserwacje tych obiektów dowiodły, że zawierają one wiele skomplikowanych związków organicznych, bogatych w węgiel, wodór, azot i tlen, a więc podstawowe pierwiastki budujące kwasy nukleinowe (znajdujące się w DNA organizmów żywych) oraz aminokwasy.



Lądowanie na komecie (cd.)

Naukowcy z nadzieją spoglądają na misję Rosetta. Zadania, które mają zostać wykonane w ramach tego projektu to m.in. charakterystyka jądra kometarnego, zbadanie składu chemicznego, mineralogicznego i izotopowego substancji lotnych i stałych znajdujących się na powierzchni jądra i w otaczającej je atmosferze, określenie interakcji zachodzących pomiędzy materiałem stałym i lotnym oraz obserwacja aktywności poszczególnych warstw w miarę wzrastającego oddziaływania wiatru słonecznego. Na portret komety wykonany przez Rosettę i lądownik Philae złożą się nie tylko wysokiej jakości zdjęcia i filmy, ale najważniejsze z naukowego punktu widzenia analizy chemiczne, fizyczne i spektrometryczne oraz odwierty pozwalające na bezpośrednie badanie próbek pod kątem chemicznym, a także eksplorację powierzchni jądra kometarnego i jego właściwości fizycznych.

Dobre rzeczy przychodzą do tych, którzy czekają.

Dla naukowców z Europejskiej Agencji Kosmicznej i entuzjastów misji kosmicznych z całego świata to oklepane powiedzenie, okazało się być niezwykle prawdziwe. Towarzyszyło ono kontrolerom misji Rosetta przez cały okres obserwacji kosmicznej wędrówki sondy ścigającej kometę. Minęło ponad 10 lat od startu rakiety Ariane 5, która wyniosła Rosettę i lądownik Philae w przestrzeń kosmiczną. Czy dekada oczekiwań, wymagających nie lada cierpliwości, zostanie wynagrodzona wielkim sukcesem? Inżynierowie i naukowcy z całego świata trzymają kciuki za urzeczywistnienie się tego szczęśliwego zakończenia.

Nie tak dawno temu, 6 sierpnia 2014 roku, Rosetta weszła na orbitę komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko. To wydarzenie, określane przez media mianem kosmicznego randez-vous, było jednym z ważniejszych dla powodzenia misji momentów. Udało się! Naukowcy z ESA dokonali czegoś, czego nikt inny przedtem nie dokonał. Misje związane z badaniem komet, polegały przedtem na bliskim przelocie sondy obok celu jej badań, sfotografowaniu go oraz pobraniu próbek z pozostawionego daleko za kometą „warkocza". Tak było m.in. w przypadku misji Gitto, kiedy sonda o tej właśnie nazwie zbliżyła się na odległość około 100 kilometrów do cieszącej się wielką sławą komety Halleya.

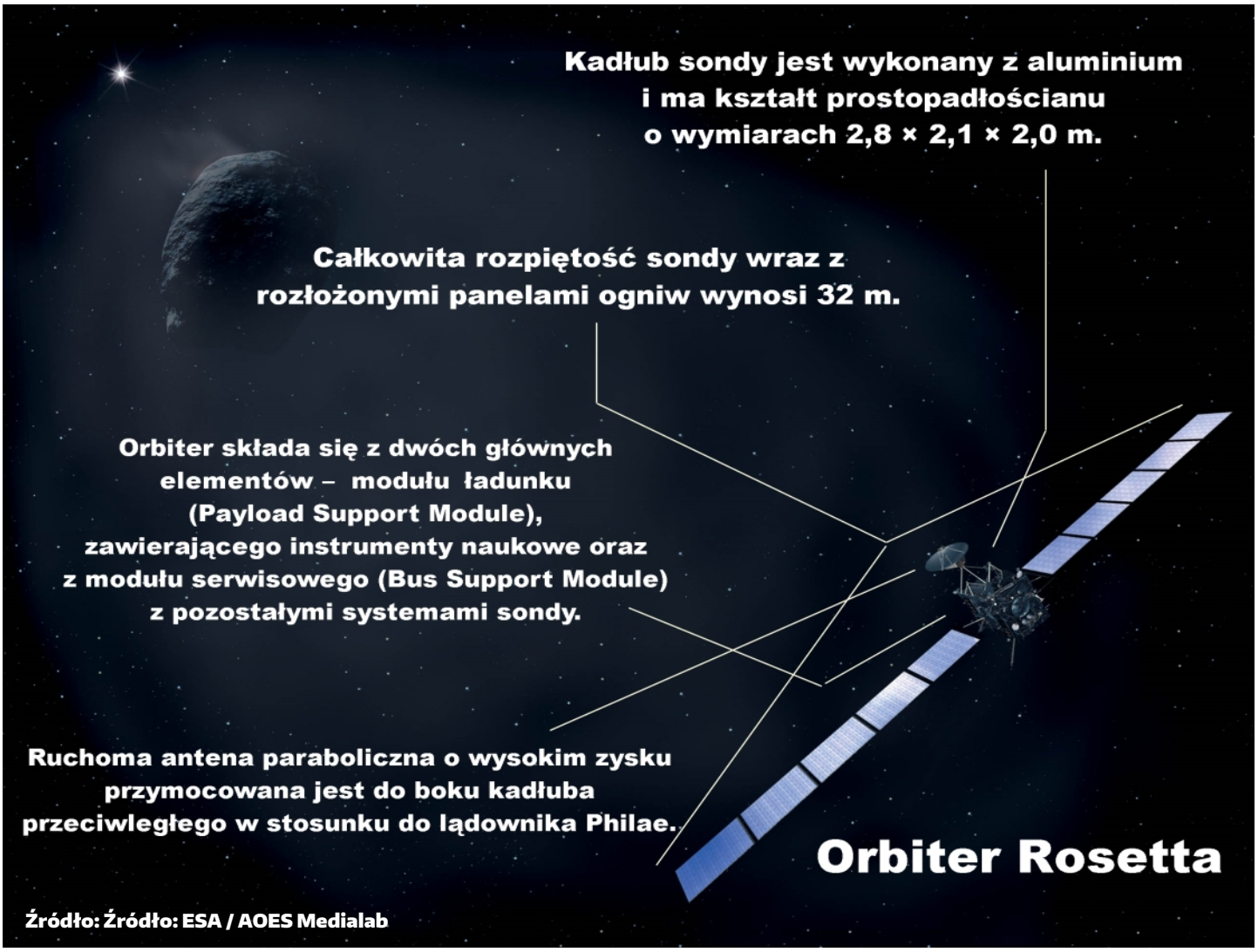
Rosetta to misja ambitna od samego początku. Już w czasie powstawania wstępnego planu naukowcy wykluczyli bliski przelot obok komety, proponując zamiast niego lądowanie na powierzchni obiektu. Plan przypominał scenariusz filmu science-fiction: statek kosmiczny wystrzelony z Ziemi pędzi w kierunku komety. Pościg kończy się pomyślnie

skomplikowanym procesem lądowania na powierzchni rozpędzonego wędrowcy z dalekich otchłani Układu Słonecznego. Scenariusz dostosowano do realiów i możliwości ówczesnej technologii, stawiając przed naukowcami historyczne wyzwanie: dogonić, złapać, wylądować. Wszystko przy prędkościach sięgających ponad 55 tysięcy kilometrów na godzinę, w niesprzyjających warunkach panujących w bezpośrednim otoczeniu lodowego głazu. Każdy kto miał szanse na własne oczy zobaczyć kometę, pozostaje pewnie nadal w ogromnym zachwycie nad pięknem tego zjawiska. Poruszającą się na niebie błyszczącą kulę okala świetlisty warkocz, rozciągający się daleko za zmierzającą ku Słońcu kometą, na który składają się głównie cząsteczki pyłu i sublimujący (przemieniający się w parę wodną) lód. Twór ten powstaje gdy oddziaływanie wiatru słonecznego na kometę wzrasta, co wiąże się z jej bliskim przelotem obok emitującej promieniowanie cieplne gwiazdy. To, co z naszego punktu widzenia wydaje się być w kometach najpiękniejsze, dla powodzenia misji Rosetta stanowiło zagrożenie. Odłączające się od komety drobinki pyłu stanowią potencjalne niebezpieczeństwo dla sondy. Choć komety nie są dużymi obiektami, podobnie jak planety, posiadają atmosferę - fachowo zwaną komą. Stanowi ona pyłowo-gazową otoczkę jądra kometarnego. Ważne więc było dokładne oszacowanie potencjalnej prędkości, która umożliwiłaby Rosecie bezawaryjne przetrwanie przez ponad rok na orbicie swej towarzyszki. Prędkość sondy w czasie jej pogoni za 67P/C-G była zbyt duża aby przetrwać bliższe spotkanie z partnerką naukowych badań, dlatego kontrolerzy misji musieli doprowadzić do jej stopniowego wyhamowania i dostosowania się do prędkości z jaką porusza się kometa. Poruszanie się po orbicie komety z prędkością względną mierzoną w kilometrach na sekundę jest zdecydowanie bardziej ryzykowne niż prędkość, którą spokojnie szacować można za pomocą niewielkich liczb w metrach na sekundę. Mniejsza prędkość to mniejsze ryzyko

katastrofalnych w skutkach zderzeń z odłączającymi się od komety drobnymi fragmentami jej powierzchni oraz cząsteczkami znajdującymi się w jej atmosferze.

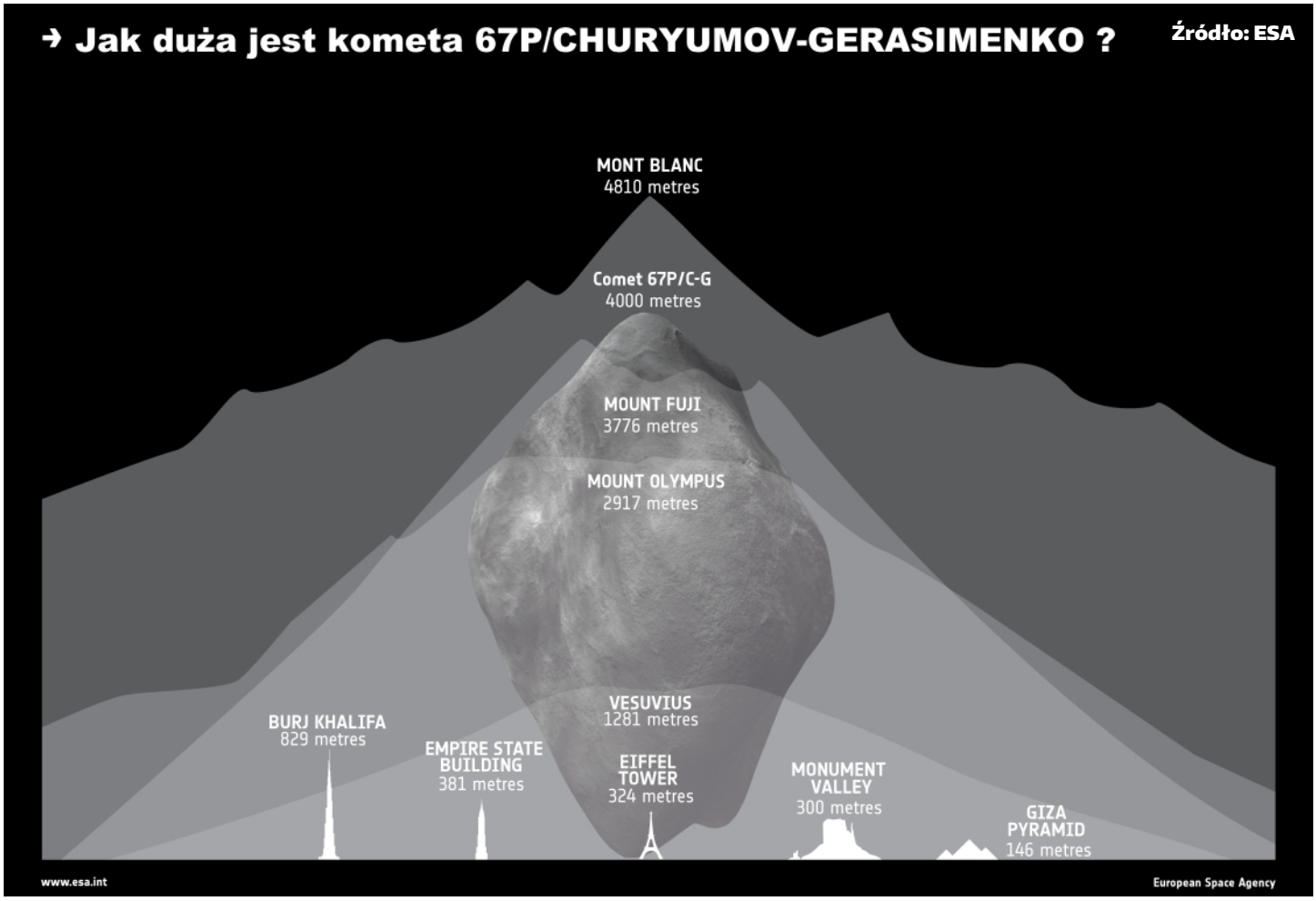
Oficjalne uruchomienie misji nastąpiło wraz z jej startem 2 marca 2004 roku. Po wprowadzeniu sondy na orbitę rozłożona została antena główna a niedługo potem wykonano korekty trajektorii lotu. Rozpoczęła się długa podróż sondy, stanowiąca dla zarządców misji ogromne wyzwanie. Ze względu na trudne do przewidzenia zjawiska spontaniczne naukowcy przez cały okres trwania misji zmuszeni byli do ciągłego trzymania ręki na pulsie. Nawet niewielkie ciało stanowi dla każdej sondy potencjalne zagrożenie, mogące spowodować awarię systemu lub zakłócenie trajektorii lotu.

Trwająca przeszło 10 lat podróż miała zostać wykorzystana na dodatkowe obserwacje prowadzone przez Rosettę. Już pod koniec kwietnia sonda wykonała pierwsze obserwacje naukowe, badając wówczas odległą o 95 milionów kilometrów kometę C/2002 T7 (LINEAR). Pierwszy manewr asysty grawitacyjnej z udziałem Ziemi nastąpił na początku marca 2005 roku. W czasie tego przelotu Rosetta zbliżyła się do miejsca swego pochodzenia na odległość niecałych 2 kilometrów. Korzystając z okazji wykonano również testy trybu sterowania. W tym samym roku Rosetta prowadziła obserwacje komety 9P/Tempel, wiążące się z uderzeniem sondy Deep Impact w jej jądro. Rok później, 29 września 2006 roku Rosetta została skierowana w stronę Marsa, by 5 miesięcy później zbliżyć się do niego na odległość 250 kilometrów (w czasie największego zbliżenia)! Tak bliski przelot umożliwił sondzie obserwację Marsa i Fobosa przechodzącego wówczas nad jego powierzchnią. Asysta grawitacyjna Marsa skierowała sondę ponownie w kierunku Niebieskiej Planety, w celu wykonania kolejnego manewru zmiany trajektorii lotu. Drugie zbliżenie do Ziemi (na odległość prawie 5300 kilometrów) nastąpiło 13 listopada 2007 roku, a



kolejne dokładnie dwa lata później. W tym okresie sonda doświadczyła dwóch bliskich spotkań z przelatującymi obok niej asteroidami. Wszystkie te spotkania miały na celu nadanie sondzie odpowiedniej prędkości i kierunku, tak by mogła w końcu obrać ostateczny cel i rozpocząć pościg za kometą. W marcu 2011 roku Rosetta ujrzała na własne oczy cel swojej misji odległy wówczas o ponad 160 milionów kilometrów, fotografując po raz pierwszy kometę 67P/CG.

Po trzecim manewrze asysty grawitacyjnej z udziałem Ziemi Rosetta skierowana została w głęboką przestrzeń Układu Słonecznego. Ze względu na stałe oddalanie się sondy od Słońca, jej zapotrzebowanie na moc nie mogło być w pełni zaspokajane. Z tego powodu Rosetta 8 czerwca 2011 roku wprowadzona została w stan hibernacji. Prawie wszystkie urządzenia elektryczne, z wyjątkiem podsystemu termicznego (zapobiegającemu zamarznięciu sondy), komputera pokładowego, odbiorników radiowych i dekoderów zasilania, zostały wyłączone na okres prawie 31 miesięcy. Tymczasowe zerwanie łączności, choć wiązało się z dużym ryzykiem, było jedyną drogą przetrwania sondy w niesprzyjających jej pełnemu funkcjonowaniu warunkach. Trajektoria Rosetty w czasie hibernacji przebiegała w pobliżu orbity Jowisza. Tak duża odległość sprawiła, że baterie słoneczne przestałyby generować wystarczające ilości energii dla instrumentów komunikacyjnych. Sonda w tym czasie została zorientowana w pozycji umożliwiającej docieranie do jej fotoogniw jak największej ilości promieni słonecznych, a wprowadzenie jej w wolniejszą rotację pomogło w jej stabilizacji. System pokładowy został zaprogramowany na wybudzenie sondy ze snu 20 stycznia 2014 roku. Po ponad 2,5 rocznym stanie uśpienia Rosetty, cały świat w emocjach oczekiwał pierwszego sygnału potwierdzającego pozytywne zakończenie tego etapu misji. Ku uldze naukowców z ESA cały proces przebiegł bez zakłóceń, mimo że czas oczekiwania na raport informujący o jej stanie przekroczył 8 godzin. Po rozbudzeniu odzyskano kontrolę nad orientacją sondy.



Historia misji

Prawdziwa burza medialna dotycząca misji Rosetta rozpoczęła się stosunkowo niedawno, bo z chwilą wybudzania sondy ze stanu hibernacji na początku bieżącego roku. Świat mediów oszalał wówczas na punkcie goniącej kometę sondy. Korzenie misji tkwią jednak zdecydowanie głębiej niż niektórym mogłoby się wydawać. Już w 1984 roku Europejska Agencja Kosmiczna zaczęła snuć ambitne plany na przyszłość – wśród nich marzenia o lądowaniu na komecie. Gdy do współpracy w projekt zaangażowali się specjaliści z NASA (ze względu na problemy finansowe ESA i złożoność techniczno-naukową projektu) zaproponowano stworzenie sondy, która dotrze do komety, a następnie powróci na Ziemię wraz ze zebranymi danymi. Już w 1985 roku zespoły obu agencji rozpoczęły negocjację planu i celów misji. Według ówczesnych ustaleń NASA miała zająć się budową rakiety nośnej i członu przelotowego oraz dostarczeniem systemu łączności wykorzystującym sieć Deep Space Network. Naukowcom i inżynierom ESA powierzono natomiast konstrukcję lądownika wraz z jego głównymi narzędziami badawczymi, a także budowę kapsuły powrotnej, zapewniającej bezpieczną drogę sondy z komety na Ziemię.

Niestety już na początku lat 90. NASA musiała odstąpić od współpracy z ESA z powodu dużego obciążenia finansowego, wiążącego się z realizacją równoległych do misji Rosetta projektów agencji zza oceanu. Decyzja ta zmusiła europejską agencję do radykalnych zmian w koncepcji misji. Zrezygnowano m.in. ze sprowadzenia sondy z powrotem na Ziemię, na rzecz inwestycji w narzędzia umożliwiające zdalne badanie próbek pobranych przez lądownik. Nowy projekt został oficjalnie zaakceptowany w 1996 roku.

Inżynierowie ESA początkowo skupili się na wizji sondy posiadającej dwa lądowniki o łącznej masie 90 kilogramów. Budowa jednego z nich została powierzona grupie inżynierów z JPL (NASA) i francuskiej agencji kosmicznej CNES. Niestety i w tym przypadku NASA nie zdołała wywiązać się ze swoich obietnic, porzucając projekt po raz drugi. Ostatecznie zrezygnowano z budowy dwóch lądowników, na rzecz jednego

Plakat filmu Bagińskiego „Ambicja" promującego misję Rosetta
Źródło: ESA/PlatigeImage

spełniającego wszystkie planowane przez inżynierów funkcje. W lutym 2004 roku lądownik otrzymał nazwę Philae.

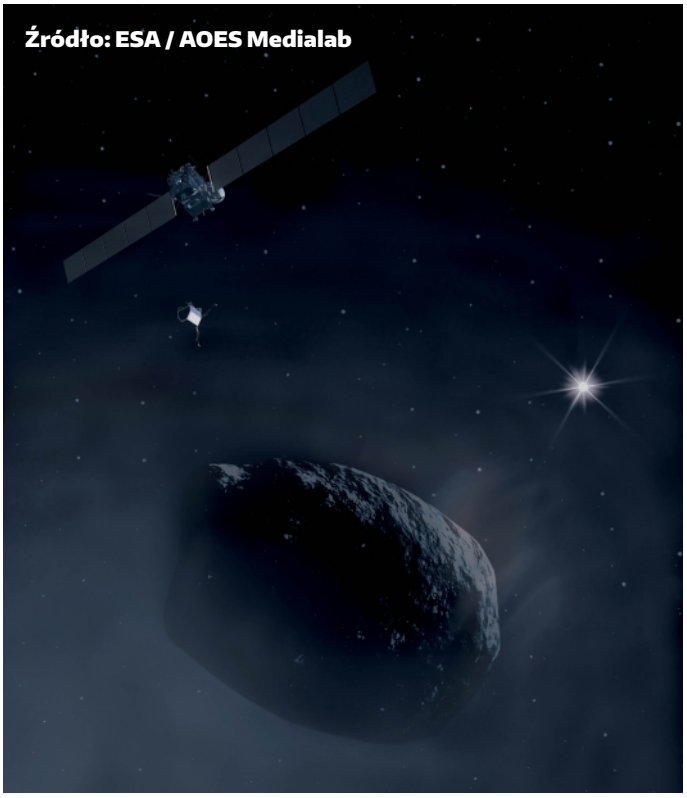
Początkowym założeniem Europejskiej Agencji Kosmicznej było dotarcie w 2011 roku do komety 46P/Wirtanen. Sonda, której start zaplanowano wówczas na rok 2003, miała w czasie swej podróży przez Układ Słoneczny wykonać manewry grawitacyjne: jeden w czasie przelotu obok Marsa oraz dwukrotnie w czasie zbliżenia do Ziemi. Długą wędrówkę urozmaicić miały także przeloty obok dwóch planetoid w 2006 i 2008 roku. Niestety i tym razem pierwszy plan co do przebiegu misji został zakłócony. Katastrofa podczas startu rakiety nośnej Ariane 5 ECA (2002r.), zmusiła ESA do przesunięcia terminu wystrzelenia sondy. Chociaż Rosetta miała zostać wyniesiona przez zupełnie inną rakietę, zarządzający misją w celach bezpieczeństwa postanowili wstrzymać jej rozpoczęcie do czasu wyjaśnienia przyczyn katastrofy. Decyzja ta wiązała się ze zmianą celu misji. Utracone okno startowe do komety 46P/Wirtanen przyczyniło się do wyboru ostatecznej kandydatki na spotkanie z ziemskim statkiem kosmicznym. Jedną z najlepszych

możliwych opcji był wybór, dziś znanej nam już bardzo dobrze, komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko. Znacznie przewyższająca rozmiarami swoją poprzedniczkę kometa, zmusiła naukowców do pewnych modyfikacji w budowie podstawy lądownika. Potrzeba zmian wiązała się głównie ze zwiększoną prędkością opadania Philae w czasie lądowania.

Instrumenty badawcze Rosetty i lądownika Philae

Lądownik Philae ma kształt sześciokątnego cylindra o średnicy nieprzekraczającej 1 metra z trójnożną podstawą. Materiał użyty do stworzenia konstrukcji to głównie włókna węglowe i aluminium. Choć lądownik nie ma zbyt pokaźnych rozmiarów i waży niecałe 100 kilogramów, spełnia niezwykle ważną funkcję. Stanowi podstawę dla 9 urządzeń naukowych i instrumentów wiertniczych, w których zakresie pozostają odwierty o głębokości do 23 centymetrów. Oprócz nich na lądowniku zainstalowano także mechanizm pozwalający na odłączenie się Philae od orbitera oraz systemy elektryczne i telekomunikacyjne. Podsystem kontroli termicznej pozwala na manipulację temperatury wewnątrz lądownika w zakresie od -55 do 70 stopni Celsjusza. Za kontrolę wszystkich funkcji lądownika, także za przesyłanie poleceń do instrumentów oraz wymianę danych odpowiada system sterowania (ang. Command and Data Management System). Pośrednikiem komunikacyjnym pomiędzy lądownikiem a Ziemią jest orbiter Rosetta.

Niepozornych rozmiarów lądownik posiada różnorakie możliwości badawcze. W czasie fazy opadania lądownika na powierzchnię komety wykonane zostaną zdjęcia przy użyciu kamery ROLIS (ang. Rosetta Lander Imaging System) z matrycą CCD o rozdzielczości 1024 x 1024 pikseli. Oprócz niej lądownik będzie wykonywał także fotografie panoramiczne przy użyciu instrumentu CIVA (ang. Comet Infrared and Visible Analyser), który pełni także rolę mikroskopu optycznego. Za zbadanie składu chemicznego powierzchni komety odpowiedzialny będzie spektrometr promieniowania rentgenowskiego i cząstek alfa – APXS (ang. Alpha Particle X-Ray Spectometr). W kompetencjach instrumentu COSAC (ang.


Źródło: ESA / AOES Medialab

Cometary Sampling and Composition Experiment) leży m.in. analiza substancji lotnych i detekcja złożonych związków organicznych. Pomiary własności mechanicznych i termicznych powierzchni komety przeprowadzone zostaną dzięki instrumentowi MUPUS (ang. Multi-Purpose Sensors for Surface and Subsurface Science), którego poszczególne elementy, m.in. czujniki temperatury i głębokości penetratora, zostały przygotowane we współpracy z polskimi naukowcami z Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. A to wszystko, to dopiero początek. Bo wyposażony w najnowocześniejsze instrumenty badawcze lądownik operuje wieloma możliwościami badań.

Orbiter Rosetta pełnił rolę statku kosmicznego, za pomocą którego można było dostarczyć lądownik Philae na powierzchnię komety 67P/C-G. Nie oznacza to jednak, że jego możliwości kończą się właśnie na tym podstawowym zadaniu. Głównym narzędziem obrazującym sondy jest, składający się z dwóch kamer, instrument OSIRIS (ang. Optical, Spectroscopic, and Infrared Remote Imaging System). To właśnie przy jego użyciu Rosetta wykonywała regularnie fotografie komety, w czasie pościgu za nią. Poza tym na orbiterze znajduje się szereg urządzeń przeznaczonych do badania komy, czyli wspomnianej już

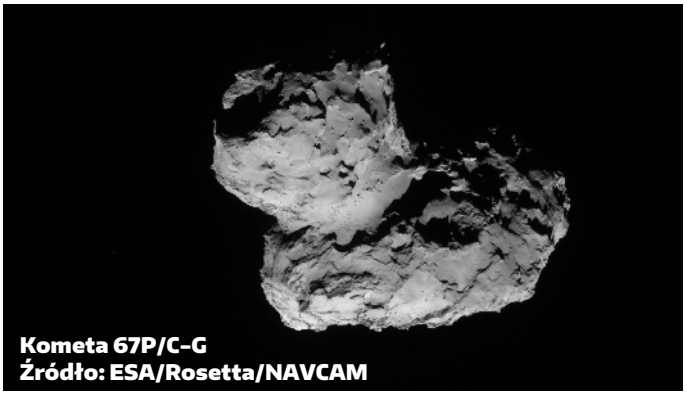
wcześnie otoczki gazowo-pyłowej jądra kometarnego. Dzięki zestawowi kilku instrumentów możliwa będą analizy spektrometryczne w zakresie ultrafioletu, podczerwieni i światła widzialnego oraz mikrofal. Orbiter jako pośrednik pomiędzy lądownikiem a naziemną kontrolą misji posiada także narzędzia odpowiedzialne za komunikację i przesyłanie danych.

Cudze chwalicie, swego nie znacie

Misja Rosetta to pierwsze tak wielkie przedsięwzięcia Europejskiej Agencji Kosmicznej. Zdecydowanie jest ona powodem do dumy dla wszystkich mieszkańców Starego Kontynentu, także Polaków. Szczególnie, że jedenym z naukowców pracujących przy misji Rosetta jest Artur B. Chmielewski. Syn autora kultowego komiksu Tytus, Romek i A'Tomek, pracujący od ponad 30 lat w Narodowej Agencji Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej NASA. Już jako nastolatek fascynował się matematyką i fizyką, a jego upór sprawił, że tuż po ukończeniu szkoły średniej wyjechał na studia za ocean. Po ukończeniu nauki pozostał w USA, gdzie, z sukcesem, ubiegał się o pracę w NASA. Na Arturze Chmielewskim lista się jednak nie kończy.

Nie sposób nie wspomnieć o sukcesie polskiego licealisty z Ostrołęki, Józka Dobrowolskiego, który jako laureat konkursu „Wake up, Rosetta!" będzie miał okazję oglądać lądowanie na komecie na żywo w Europejskim Centrum Operacji Kosmicznych ESA w Darmstadcie. Film 17-latka promujący akcję wybudzania sondy ze stanu hibernacji zebrał ponad 9 tysięcy głosów, plasując się na drugim miejscu, tuż za filmem greckiego uczestnika konkursu.

Pozostając w tematyce filmów warto wspomnieć o produkcji Tomka Bagińskiego, polskiego reżysera filmów animowanych, w tym nominowanej do Oscra „Katedry". To właśnie do niego zwróciła się o pomoc Europejska Agencja Kosmiczna. Na zlecenie agencji Bagiński przygotował pięciominutowy film „Ambition", w którym zagrał znany z „Gry o tron" Aidan Gillen. Projekt krótkometrażowy promujący misję Rosetta zachwyca efektami specjalnymi, idealnie komponującymi się z futurystyczną fabułą filmu. Produkcja przedstawia misję



Kometa 67P/C-G
Źródło: ESA/Rosetta/NAVCAM

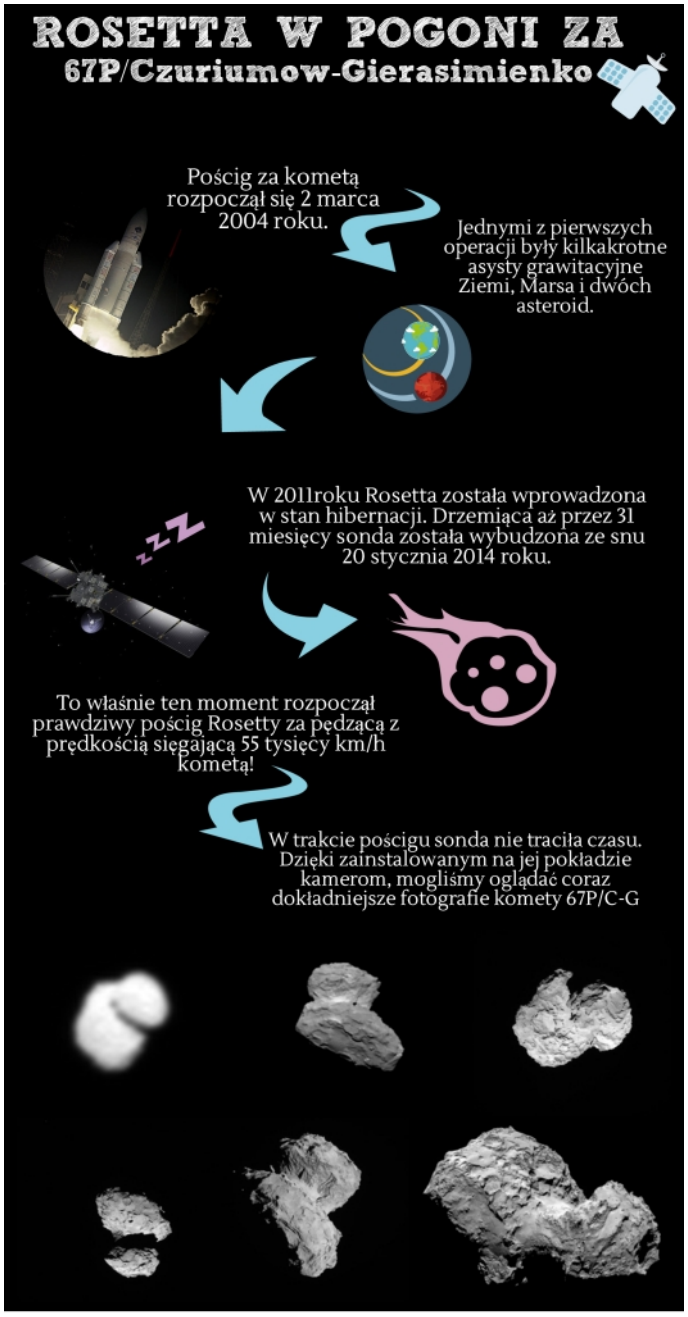
ścigającej kometę sondy, która z perspektywy przyszłych pokoleń stanowi krok milowy w dziedzinie badań komet oraz ich wpływu na pojawienie się na Ziemi wody, a później także życia.

67P/ Czuriumow-Gierasimienko

Zbliżająca się do komety Rosetta nie traciła czasu, wykonując regularnie fotografie, dzięki którym naukowcy mogli dowiedzieć się więcej na temat jądra kometarnego i przeanalizować jego strukturę. Jądro komety okazało się być znacznie ciekawsze niż wcześniej przypuszczano. Jedne z pierwszych fotografii wykonanych przez zbliżającą się do komety sondę ukazały jej „podwójną" naturę. Obiekt wyglądał początkowo jak dwie niezależne części, by w miarę nadsyłania kolejnych fotografii ukazać także swoją cienką talię łączącą dwie większe struktury. Naukowcy podejrzewają, że taki osobliwy kształt może być wynikiem silnej sublimacji lodu w środkowej części komety lub efektem zderzenia się dwóch osobnych obiektów. Fotografie 67P/C-G ukazują niezwykłą różnorodność jej struktur: płytkie kratery i wyżłobienia oraz wznoszące się nad nimi niewielkie grzbiety. Powierzchnia wąskiej części jądra kometarnego wydaje się być stosunkowo gładka.

Lądowanie na komecie

Misja Rosetta to prawie jak drugie lądowanie człowieka na Księżycu. Przynajmniej tak określają ją naukowcy z Europejskiej Agencji Kosmicznej. I nie bez powodu – to historyczny i jedyny w swoim rodzaju moment. Za pośrednictwem sondy i ukrytego w niej lądownika złapaliśmy rozpędzoną kometę, nie tylko wchodząc na jej orbitę, ale także dotykając jej powierzchni. Choć w czasie 10-letnej podróży przez Układ Słoneczny misja Rosetta przechodziła przez wiele skomplikowanych i



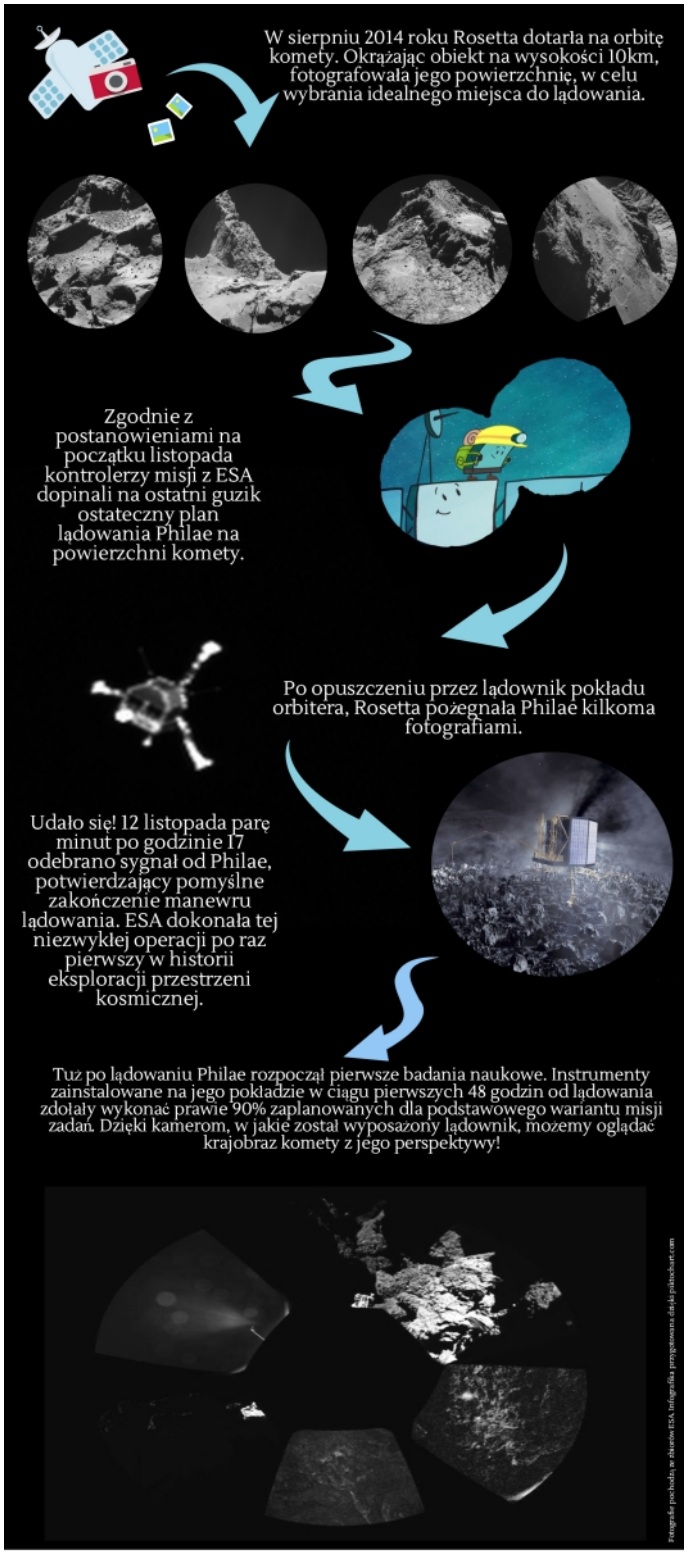
ważnych etapów, od których uzależnione były jej przyszłe losy, nic nie wzbudziło tak ogromnych emocji, jak wydarzenie z 12 listopada.

Z chwilą, gdy w sierpniu bieżącego roku Rosetta pomyślnie przeszła manewr wchodzenia na orbitę komety 67P/C-G, rozpoczęło się gorączkowe odliczanie. Wybudzenie sondy ze stanu hibernacji mieliśmy już dawno za sobą, a budzący wielkie emocje pościg dobiegł końca. Ostatnie dni przed ostatecznym manewrem były z pewnością szczególnym czasem, nie tylko dla inżynierów i naukowców zasiadających za sterami misji, ale także dla fascynatów kosmicznych wrażeń z całego świata. W końcu od powodzenia tego jednego etapu, zależało być albo nie być Rosetty. Udało się! Ku wielkiej radości wszystkich zgromadzonych wokół tego historycznego wydarzenia, parę minut po godzinie 17 czasu środkowoeuropejskiego (CET) odebrano oficjalny sygnał od lądownika Philae, potwierdzający pozytywny wynik manewru lądowania.

Jak właściwie przebiegał ten proces? Choć proces lądowania poprzedzały wielo-tygodniowe przygotowania, za przekroczenie linii startu możemy uznać ostateczny komunikat GO/NOGO. Około godziny 3:30 CET zespół dynamiki lotu przesłał do Rosetty rozkaz przygotowań do odłączenia lądownika, rozpoczynającego manewr lądowania. Choć cały proces był starannie przygotowywany, nie obyło się bez niespodzianek. W trakcie analizowania gotowości lądownika Philae do odłączenia się od orbitera, wykryto usterkę silniczka odrzutowego na gaz. Instrument ten, umieszczony na szczycie lądownika, miał przy użyciu wyrzucanego azotu dociskać Philae do powierzchni komety w momencie jego przyziemienia. Proces ten miał zminimalizować ryzyko odbicia się lądownika od powierzchni 67P/C-G, które związane było ze znikomą grawitacją komety. Mimo awarii manewry nie zostały odłożone w czasie – kontrolerzy misji pokładali nadzieję w śrubach lodowych i harpunach, które miały zabezpieczyć Philae tuż po jego kontakcie z powierzchnią komety. Przed komendą odłączenia Philae od orbitera stopniowo włączano niektóre ze znajdujących się na jego pokładzie urządzeń. Należały do nich m.in. ROMAP (zbierający dane o polu magnetycznym), CIVA (kamery panoramiczne), ROLIS (kamery fotografujące powierzchnię znajdującą się pod lądownikiem w czasie jego powolnego osiadania na komecie) oraz SESAME (instrument odpowiadający za mechaniczne badanie powierzchni).

Kilka minut po godzinie 10 naziemna kontrola misji odebrała potwierdzenie o pomyślnym odłączeniu się lądownika od orbitera. Po tym manewrze Rosetta rozpoczęła proces stopniowego oddalania się od jądra komety, na poprzednią, większą orbitę. Manewr ten miał zapewnić ciągłość łączności pomiędzy Ziemią a lądownikiem (Rosetta występuję w roli pośrednika). Operacja ta spowodowała

Lądowanie na komecie (cd.)



planowaną chwilową utratę komunikacji z Rosettą. Po ponownym nawiązaniu łączności do stacji kontroli zaczęły napływać pierwsze informacje dotyczące analizy kondycji urządzeń oraz pierwsze dane naukowe – fotografie i wstępne pomiary wykonywane przez działające w chwili lądowania instrumenty. Pierwsze ze zdjęć mogliśmy oglądać tuż po godzinie 15.

Lądownik Philae opadał z planowaną prędkością nieprzekraczającą jednego metra na sekundę. W czasie tego procesu kalibrowano niektóre z jego urządzeń. Optymistyczną wiadomością było poprawne rozłożenie trójnożnej podstawy, w którą wyposażony został Philae. Największą radość przyniosła informacja opublikowana chwilę po godzinie 17. Oczekiwane przez wiele godzin lądowanie zostało potwierdzone bezpośrednim sygnałem Philae. Analiza przesłana przez lądownik ujawniła, że nie wszystkie z planowanych etapów lądowania przebiegły z pozytywnym efektem. ESA miała problemy z uruchomieniem harpunów, które wystrzelone z lądownika miały przytwierdzić go do powierzchni komety i wzmocnić jego stabilizację. Philae trzymał się powierzchni komety ale bardzo niestabilnie, o czym świadczyły jego drgania i ciągłe przemieszczenia. Ruchy podłoża, które rejestrował lądownik mogły być efektem gwałtownej sublimacji lodu (Philae w czasie lądowania nagrzał się znacznie zwiększając swoją temperaturę).

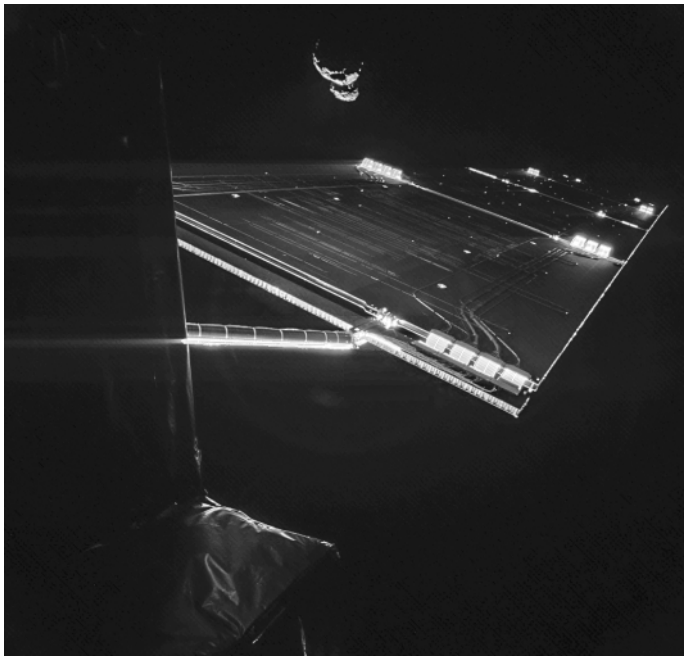
Późniejsze analizy danych potwierdziły potrójny kontakt z gruntem, potwierdzający problemy z przytwierdzeniem lądownika do podłoża. ESA podała także informację o niekorzystnym miejscu położenia lądownika (w pobliżu przewężenia łączącego dwie duże części komety). W tym miejscu Philae wystawiony jest na działanie światła słonecznego jedynie przez ok. 3 godziny w skali całej doby. Na przyjęcie tak niekorzystnej lokalizacji przez lądownik Philae wpłynęły problemy z lądowaniem, a ściślej mówiąc dwukrotne jego odbicie się od gruntu i dalekie przemieszczenia z nimi związane.

15 listopada ESA poinformowała, że Philae wykonał wszystkie zadania, przewidziane w wariancie podstawowym misji. To dobra wiadomość szczególnie, że lądownik, zaraz po wykonaniu zasadniczych badań, przeszedł w tryb uśpienia. Na konferencji Europejska Agencja Kosmiczna potwierdziła wyczerpanie się wewnętrznych akumulatorów Philae, w których napięcie spadło poniżej 20 V. W wyniku przemieszczenia się lądownika, związanego z problemami w czasie osadzania urządzenia na powierzchni komety, Philae znalazł się aż jeden kilometr od planowanego miejsca lądowania. Zbyt mała ilość energii słonecznej w obecnym położeniu lądownika nie pozwala na dostateczne naładowanie jego akumulatorów.

To dlatego zarządzający misją podjęli decyzję o przełączeniu lądownika w tryb uśpienia. Przed wysłaniem tego polecenia, Rosetta odebrała komplet danych przesłanych przez Philae. Orbiter działa poprawnie i nadal przeprowadza badania okrążając kometę na wysokości nie większej niż 30km.

Menadżer Philae, Stephan Ulamec, w czasie konferencji podkreślił świetne funkcjonowanie lądownika w trudnych, nieplanowanych wcześniej warunkach. Jego zdaniem „urządzenie funkcjonowało świetnie (...), a ESA może być w 100% dumna z niesamowitego sukcesu naukowego jaki odniosła misja". Kontrolerzy misji podkreślali, że oglądanie na żywo zapadnięcie Philae w sen jest wyjątkowym momentem – w większości przypadków kontakt z sondami lub łazikami tracony jest pod wpływem nagłej awarii lub stopniowo zwiększającego się dystansu urządzeń, powodujących problemy a w końcu zanik łączności z Ziemią.

Choć szanse na przywrócenie Philae do pracy są niewielkie, orbiter Rosetta będzie kontrolować stan lądownika z każdym przelotem nad nim. Korpus lądownika znajduje się obecnie w pozycji, która umożliwia docieranie do ogniw słonecznych jak największej ilości światła w czasie 3 godzinnej (na dobę) ekspozycji urządzenia na promieniowanie Słońca. Aktualnie temperatura jaka panuje w środowisku Philae jest zbyt mała by ogrzać akumulatory i pobudzić je do ponownego naładowania. Być może uda się to z chwilą zbliżenia się 67P/C-G do Słońca.



ESA poinformowała także o sukcesie instrumentu MUPUS, przy budowie którego udział wzięli polscy naukowcy i inżynierzy. Dokładne analizy zebranych przy użyciu tego urządzenia danych powinny zostać wkrótce opublikowane.

Najbliższe tygodnie po ostatecznym manewrze będą z pewnością poświęcane na dogłębniejsze analizy całego procesu. ESA na bieżąco publikuje najświeższe informacje o przebiegu misji, które warto śledzić. Ostatecznie nie wszystkie aspekty operacji lądowania przebiegły pomyślnie, ale śmiało możemy mówić o ogromnym sukcesie najważniejszego z etapu misji. W końcu pierwszy w historii lądownik został umieszczony na powierzchni rozpędzonej komety! Oby dobra passa sprzyjała prowadzonym w niedalekiej przyszłości badaniom naukowym.

Ciekawe komety na niebie w 2015 roku

Piotr Guzik

Rok 2015, jak na razie zapowiada się jako dość ciekawy jeśli chodzi o wizualnie widoczne komety. Początkiem roku wieczorne niebo będzie ozdabiać jasna, lornetkowa kometa C/2014 Q2 (Lovejoy), która w styczniu osiągnie prawdopodobnie jasność około 6mag - 7mag. W grudniu natomiast na porannym niebie zawita kometa C/2013 US10 (Catalina), która także powinna ładnie prezentować się w lornetkach, a w idealnych warunkach być może uda się ją dostrzec nawet gołym okiem, gdyż wydaje się, że będzie ona mieć w tym czasie jasność około 5mag – 6mag. W międzyczasie przez nasze niebo przewinie się kilka komet, które będą widoczne w niewielkich teleskopach.

C/2014 Q2 (Lovejoy)

Kometę tę odkrył 17 sierpnia 2014 roku Terry Lovejoy z Australii. W momencie odkrycia miała ona jasność około 15mag i szybko jaśniała, tak że pod koniec października jej jasność oceniano już na około 10mag – 11mag. Kiedy zebrano wystarczająco dużo obserwacji astrometrycznych, okazało się że jest to kometa okresowa, której okres obiegu wokół Słońca wynosi około 14 tysięcy lat. Komety długookresowe często zyskują na jasności szybciej niż komety nieokresowe, stąd szybki wzrost jasności komety C/2014 Q2 (Lovejoy) nie był dużym zaskoczeniem.

Kometa rok rozpocznie w Zającu, więc będzie świecić późnym wieczorem niezbyt wysoko nad południowym horyzontem. Jej jasność powinna wówczas wynosić około 6mag – 7mag, więc powinno udać się ją dostrzec w lornetce pomimo tego, że na niebie będzie wtedy świecił Księżyc. Kometa 6 stycznia 2015 znajdzie się najbliżej Ziemi, w odległości 0.47 AU. Ze względu na stosunkowo niewielką odległość od Ziemi, będzie się ona dość szybko poruszać po niebie i w pierwszej połowie stycznia przemknie przez Erydan oraz przez Byka. Przez cały ten czas jej jasność powinna utrzymywać się mniej więcej na stałym poziomie. Niewykluczone, że w idealnych warunkach, z dala od miast, około połowy miesiąca uda się ją dostrzec gołym okiem, choć będzie to prawdopodobnie nie lada wyzwanie. Kometa może posiadać widoczny w lornetce, choć niezbyt długi warkocz, który z racji tego, że nie zbliży się ona zbytnio do Słońca, będzie raczej dość słaby i widoczny jedynie na naprawdę ciemnym niebie. W drugiej połowie stycznia kometa przemknie przez Barana i przez Trójkąt, świecąc wieczorami wysoko nad południowo zachodnim horyzontem, a ostatnie dwa dni miesiąca spędzi w Andromedzie. Przez peryhelium, w odległości 1.29 AU od Słońca przejdzie 30 stycznia. Do tego czasu jej jasność już prawdopodobnie nieznacznie spadnie, ze względu na to, że do tego czasu oddali się ona już zauważalnie od naszej planety. Przez cały luty kometa będzie wieczorami świecić wysoko nad zachodnim horyzontem i będzie w tym czasie coraz wolniej wędrować przez Andromedę, systematycznie tracąc na jasności. W połowie miesiąca osłabnie już prawdopodobnie do około 8mag, poza miastem będzie zatem nadal widoczna w lornetce. W drugiej połowie lutego kometa zahaczy o Perseusza, mijając 20 lutego mgławicę planetarną M 76 w odległości około pół stopnia. Ostatniej nocy lutego kometa przejdzie do Kasjopei, w której pozostanie przez cały marzec, świecąc nadal dość wysoko, jednak z każdym dniem niżej nad północno zachodnim horyzontem. Pod koniec tego miesiąca jej jasność spadnie już do około 10mag i przestanie być obserwowalna w lornetkach. Za to posiadacze nawet niewielkich teleskopów powinny ciągle być w stanie ją namierzyć. Także kwiecień kometa spędzi w Kasjopei, wędrując powoli na północ. Przez cały miesiąc, jako obiekt okołobiegunowy, będzie świecić dość wysoko nad północnym horyzontem przez całą noc. Do końca kwietnia jej jasność spadnie do około 11mag i aby ją dostrzec, potrzebne będzie ciemne niebo i teleskop o średnicy co najmniej 15 cm. Posiadacze dużych teleskopów będą mogli ją śledzić też przez cały maj, kiedy przemierzać będzie północną część Cefeusza. W ostatnich dniach maja kometa przejdzie do Małej Niedźwiedzicy, gdzie 30 maja minie w odległości

mniejszej niż 1 stopień biegun północny. W Małej Niedźwiedzicy kometa pozostanie do połowy lipca. Jej jasność spadnie do tego czasu prawdopodobnie do 13mag – 14mag i nawet dla posiadaczy wielkich teleskopów stanie się obiektem trudnym do obserwacji.

15P/Finlay

Od początku roku posiadacze teleskopów o średnicy co najmniej 20 cm będą też mieli okazję dostrzec kometę okresową 15P/Finlay. Będzie ona wówczas mieć jasność około 10mag i będzie świecić nisko nad południowo zachodnim horyzontem, w Koziorożcu, blisko granicy z Wodnikiem. Kometa ta została odkryta jeszcze w 1886 roku i jest kometą okresową, która obecnie powraca do Słońca co około 6.5 roku, zbliżając się do niego w peryhelium na odległość 0.98 AU. Podczas obecnego powrotu przez peryhelium przejdzie już 27 grudnia 2014, jednak to w styczniu i lutym 2015 będzie najlepiej widoczna, ze względu na znacznie lepsze warunki geometryczne. Kometa z Koziorożca przejdzie do Wodnika, którego przetnie w nieco ponad dwa tygodnie, przechodząc do Ryb. Obserwacje z poprzednich powrotów pozwalają przypuszczać, że przez cały miesiąc jej jasność będzie bliska 10mag. Później kometa zacznie szybko słabnąć. W lutym będzie świecić wieczorami dość wysoko nad zachodnim horyzontem w Rybach, jednak jej obserwacje zauważalnie może utrudniać światło zodiakalne. W połowie miesiąca będzie jeszcze mieć jasność bliską 11mag, jednak do końca lutego osłabnie już do około 13mag i przestanie być dostrzegalna wizualnie.

C/2014 Q1 (PANSTARRS)

W 2015 roku czeka nas też pewne „kometarne rozczarowanie". Odkryta 16 sierpnia 2014 roku kometa C/2014 Q1 (PANSTARRS) przejdzie 6 lipca 2015 przez peryhelium, w odległości zaledwie 0.31 AU od Słońca, w wyniku czego może osiągnąć jasność nawet około 4mag. Niestety, warunki do jej obserwacji będą przez cały jej powrót fatalne. Kiedy w maju osiągnie ona jasność około 10mag, będzie się znajdować 25 stopni od Słońca i będzie wschodzić kilkadziesiąt minut przed nim (wcześniej będzie jeszcze gorzej). Początkiem czerwca powinna mieć już około 8mag, jednak nadal ze względu na niekorzystną pozycję jej obserwacje z naszego kraju nie będą możliwe. Być może, jeśli niebo będzie idealnie przejrzyste, a kometa będzie jaśnieć szybciej od prognoz (obserwacje astrometryczne wskazują, że jest ona obiektem długookresowym, wracającym do Słońca raz na około 30 tysięcy lat), uda się ją wypatrzeć na jasnym niebie, nieco ponad godzinę przed wschodem Słońca w trzeciej dekadzie czerwca, kiedy będzie świecić w południowej części Woźnicy. Będzie się ona jednak wówczas znajdować zaledwie kilkanaście stopni od Słońca i jakiekolwiek jej obserwacje będą bardzo trudne o ile w ogóle możliwe. Później w pierwszej dekadzie lipca kometa będzie świecić wieczorami bardzo nisko nad północno zachodnim horyzontem, około godzinę po zachodzie Słońca, jednak warunki do jej obserwacji nadal będą fatalne, gdyż jej elongacja nieznacznie tylko będzie przekraczać 10 stopni. O ile kometa nie będzie zauważalnie jaśniejsza od prognoz (które mówią o jasności około 4mag), to jej dostrzeżenie będzie praktycznie niemożliwe. Dopiero w drugiej połowie lipca kometa oddali się nieco bardziej od Słońca, jednak znajdzie się ona wówczas na południe od ekliptyki i z Polski nie da się jej obserwować. W dość dobrych warunkach będą ją za to mogli podziwiać mieszkańcy półkuli południowej, jako szybko tracący na jasności obiekt lornetkowy, prawdopodobnie obdarzony wyraźnie widocznym warkoczem. Na naszym niebie kometa niestety już się nie pojawi. W przypadku tej komety mamy wielkiego pecha – w momencie przejścia przez peryhelium będzie się ona znajdować niemal dokładnie po przeciwnej stronie Słońca niż Ziemia. Gdyby przeszła przez peryhelium kilka miesięcy wcześniej lub kilka miesięcy później, mogłaby się stać całkiem atrakcyjnym obiektem.

C/2013 US10 (Catalina)

W ramach przeglądu nieba Catalina Sky Survey, jeszcze w 31 października 2013 została odkryta kometa, która przez peryhelium przejdzie dopiero 15 listopada 2015. W momencie odkrycia jasność komety C/2013 US10 (Catalina) wynosiła około 18mag, a przez rok od odkrycia pojaśniała do około 14mag. Do peryhelium (podczas którego zbliży się do Słońca na 0.82 AU) kometa ta nie będzie widoczna z Polski. Po raz pierwszy będziemy

mogli ją dostrzec dopiero pod koniec trzeciej dekady listopada 2015, kiedy będzie o świcie świecić kilka stopni nad południowo wschodnim horyzontem, na pograniczu Panny i Wagi. Jej jasność będzie wówczas prawdopodobnie wynosić około 5mag – 6mag. Można się spodziewać, że będzie ona obiektem stosunkowo nieduży m i mocno skondensowanym, gdyż będzie się znajdować stosunkowo blisko Słońca, a jednocześnie dość daleko od Ziemi. Z dnia na dzień warunki do obserwacji komety będą się poprawiać, a że będzie się ona zbliżać do Ziemi, to pomimo oddalania się od Słońca jej jasność powinna pozostać mniej więcej stała. W drugiej dekadzie grudnia, kiedy poranne niebo opuści Księżyc, być może z dala od miast uda się kometę dostrzec gołym okiem. W lornetkach prawdopodobnie będzie widoczny jej warkocz, który może być dość wyraźni, choć prawdopodobnie nie będzie zbyt długi. Około Świąt Bożego Narodzenia kometa przekroczy granicę Panny i Wolarza i będzie się kierować w stronę Arktura, do którego nie zdąży jednak dotrzeć przed końcem roku. W ostatnich dniach grudnia kometa będzie przed świtem świecić wysoko nad południowo wschodnim horyzontem. Kometa C/2013 US10 (Catalina) jest obiektem przybywającym do nas prosto z Obłoku Oorta. Takie komety często jaśnieją wolniej niż inne i ten fakt jest już uwzględniony w przedstawionej powyżej prognozie.

C/2013 X1 (PANSTARRS)

Ta odkryta 4 grudnia 2013 roku kometa nieokresowa przez peryhelium, w odległości 1.31 AU od Słońca, przejdzie dopiero 20 kwietnia 2016 roku. Wcześniej jednak będzie ją można obserwować w teleskopach z naszego kraju. Wizualnie być może uda się ją dostrzec w drugiej połowie sierpnia, kiedy będzie przed świtem świecić dość wysoko nad wschodnim horyzontem, w gwiazdozbiorze Woźnicy. Będzie mieć ona wówczas jasność około 14mag, więc wypatrzeć będą ją mogli jedynie posiadacze naprawdę dużych teleskopów. Kometa będzie bardzo powoli wędrować przez Woźnicę, jednocześnie systematycznie jaśniejąc. Pod koniec września powinna mieć już jasność około 13mag, będzie ciągle zatem obiektem dość trudnym i widocznym jedynie w dużych teleskopach. Pod koniec października kometa opuści Woźnicę, przechodząc do Perseusza. Będzie ona wówczas całymi nocami świecić wysoko nad horyzontem, a że powinna być już wtedy nieznacznie jaśniejsza od 12mag, to powinna być już dostrzegalna w teleskopie o średnicy około 20 cm. Pierwsze dwie dekady listopada kometa spędzi w Perseuszu, później jednak przejdzie do Andromedy, gdzie 23 listopada spotka się z ładną galaktyką spiralną, skierowaną do nas krawędzią – NGC 891. Kometa powinna być już wówczas nieznacznie jaśniejsza od 11mag, więc będzie prawdopodobnie nieznacznie słabsza od galaktyki (która ma jasność 10.1mag). Później kometa przewędruje sporą część Andromedy, sunąc wzdłuż jej południowej granicy, w międzyczasie zahaczając o północny skrawek Ryb, a w ostatnich dniach roku znajdziemy ją już w Pegazie. Do tego czasu jej jasność zbliży się już do 10mag i w idealnych warunkach, z dala od miast, prawdopodobnie będzie ona już z trudem widoczna w dużych lornetkach i małych teleskopach.

141P/Machholz

Kometę tą odkrył wizualnie w 1994 roku Donald Machholz. Podczas tamtego powrotu okazało się, że uległa ona rozpadowi na co najmniej 5 fragmentów, z których najjaśniejszy osiągnął jasność około 7mag. Podczas kolejnego powrotu, w 1999 roku, zaobserwowano już tylko dwa fragmenty i obydwa były słabsze niż oczekiwano, co wskazuje, że stosunkowo duża jasność komety w 1994 roku była wynikiem rozpadu jej jądra. Kolejne dwa powroty komet (w 2005 i 2010 roku) były niekorzystne i kometa praktycznie nie była obserwowana. Okres obiegu tej komety wokół Słońca to około 5.25 roku, a w peryhelium zbliża się ona do naszej dziennej gwiazdy na odległość 0.76 AU. Obecny powrót jest całkiem korzystny. Jeśli jej jasność absolutna pozostanie na poziomie zbliżonym do tego z 1999 roku, to pierwsze obserwacje wizualne te komety pojawią się prawdopodobnie około połowy lipca 2015, kiedy będzie ona świecić w Trójkącie, a jej jasność będzie wynosić około 13mag. Ze względu, że będzie to czas jasnych, letnich nocy, najlepiej będzie ją obserwować około północy, kiedy będzie świecić niezbyt wysoko nad północno

wschodnim horyzontem. Kometa będzie się wtedy znajdować około 0.69 AU od Ziemi i będzie to najmniejsza odległość na jaką zbliży się do nas podczas tego powrotu. Kometa kilka dni później przejdzie do Perseusza, gdzie 27 lipca przetnie mgławicę NGC 1499 (Kalifornia). Do tego czasu jej jasność powinna już osiągnąć około 12mag. Początkiem sierpnia kometa 141P/Machholz przejdzie do Woźnicy. Choć będzie się oddalać od Ziemi, to będzie się jednocześnie zbliżać do Słońca, a jej jasność powinna nadal rosnąć i w połowie sierpnia kometa może być już nieco jaśniejsza od 11mag. Będzie ona wówczas o świcie świecić niezbyt wysoko nad północno wschodnim horyzontem i z dala od miast, na przejrzystym niebie powinna być widoczna w teleskopach o średnicy 15 cm lub większych. Z Woźnicy kometa przejdzie do Bliźniąt i w trakcie, gdy będzie się znajdować w tym gwiazdozbiorze, 24 sierpnia, przejdzie przez peryhelium. Co ciekawe, kometa będzie się wówczas znajdować mniej niż 4 stopnie od innej widocznej wizualnie komety – 67P/Churyumov-Gerasimenko, będącej celem misji Rosetta. Ta druga kometa powinna mieć wówczas jasność około 11mag. Odległość kątowa między kometami będzie w kolejnych dniach jeszcze się zmniejszać i pomiędzy 30 sierpnia, a 2 września będzie je dzielić nie więcej niż 1 stopień, jednak w tym czasie niebo będzie rozjaśniał już Księżyc. Początkiem września kometa 141P/Machholz przejdzie do Raka, gdzie w połowie września osłabnie już do około 12mag, a jej obserwacje dodatkowo będzie utrudniało światło zodiakalne. Prawdopodobnie we wrześniu pojawią się też jej ostatnie obserwacje wizualne.

67P/Churyumov-Gerasimenko

Ta kometa jest szczególnie ciekawa i warta obserwacji, gdyż jest celem jednej z najciekawszych misji kosmicznych ostatnich lat – misji Rosetta. Kometa ta wraca do Słońca co 6.44 roku, a przez peryhelium, w odległości 1.24 AU od Słońca przejdzie 13 sierpnia 2015. Z naszego kraju pierwsze obserwacje wizualne tej komety będą możliwe dopiero około połowy sierpnia. Jej jasność powinna w tym czasie wynosić około 11mag, a będzie ona świecić o świcie dość nisko nad horyzontem, w Bliźniętach. Do jej dostrzeżenie będzie wówczas prawdopodobnie potrzebny teleskop o średnicy co najmniej 20 cm. W kolejnych tygodniach jasność komety powinna jeszcze nieco wzrosnąć, gdyż jak zauważono, maksymalną jasność osiąga ona zwykle ponad miesiąc po peryhelium. Dodatkowo warunki do jej obserwacji będą się powoli, ale systematycznie poprawiać. Pod koniec sierpnia spotka ona inną kometę, która powinna być widoczna wizualnie, jako obiekt o jasności około 11mag – mowa o komecie 141P/Machholz. W okresie 22 sierpnia – 12 września komety te ciągle dzielić będzie mniej niż 5 stopni, a pod koniec sierpnia przez kilka dni będą niecały stopień od siebie. Początkiem września kometa 67P/Churyumov-Gerasimenko przejdzie do Raka, gdzie w drugiej połowie września jaj jasność osiągnie maksimum, prawdopodobnie na poziomie 10mag – 11mag. Będzie wówczas świecić o świcie niezbyt wysoko nad wschodnim horyzontem, a jej obserwacje może nieco utrudniać światło zodiakalne. Pod koniec września kometa przejdzie do Lwa, a warunki do jej obserwacji będą się nadal poprawiać. Do końca października jej jasność utrzyma się prawdopodobnie na poziomie bliskim 11mag i w dobrych warunkach powinna być ciągle dostrzegalna już w teleskopach o średnicy 15 cm. Cały październik i niemal cały listopad kometa spędzi wędrując przez Lwa, gdzie minie kilka dość jasnych galaktyk, w stosunkowo niewielkiej odległości. Posiadacze teleskopów o średnicy co najmniej 25 cm będą mogli śledzić kometę aż do końca roku, kiedy będzie się znajdować w zachodniej części Panny, a jej jasność powinna ciągle wynosić około 13mag.

W 2015 roku przez peryhelium przejdzie jeszcze kilka ciekawych komet, jednak albo będą się znajdować w złych warunkach i ich obserwacje z Polski nie będą możliwe, albo (według obecnych prognoz) będą zbyt słabe, aby móc je dostrzec w niewielkich teleskopach.

Nie można oczywiście zapominać, że w trakcie roku znów odkrytych zostanie sporo komet, z których kilka zapewne będzie wystarczająco jasnych, aby móc je obserwować w niewielkich teleskopach. Może nawet trafi się wśród nich kometa, która zdobędzie miano najjaśniejszej komety roku 2015? A może któraś ze znanych komet sprawi nam niespodziankę?

Działalność SOK PTMA po reaktywacji

Mikołaj Sabat

Sekcja Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii działa od 1989 roku. Przez te lata zajmowała się tworzeniem polskiej bazy amatorskich obserwacji komet i zrzeszaniem pasjonatów tych ciał niebieskich. W 2013 roku nastąpiła kolejna w historii Sekcji roszada na stanowisku koordynatora. Po odejściu Macieja Mącidyma, SOK PTMA przez jakiś czas nie funkcjonował, aż do grudnia 2013, kiedy nowym koordynatorem został Mikołaj Sabat z Kielc, należący do PTMA Warszawa.

Obejmując to stanowisko, za główny cel do realizacji w tym roku postawiłem przed Sekcją działalność popularyzatorską i promocję tematyki obserwacji komet wśród miłośników astronomii, mając świadomość, że wizualne obserwacje komet wykonywane przez amatorskich obserwatorów są już coraz większą rzadkością. Pierwszym działaniem, jakie zostało podjęte, było uruchomienie strony internetowej Sekcji Obserwatorów Komet PTMA pod adresem: www.sok.ptma.pl. Sekcja zyskała również nowe logo, nawiązujące stylistycznie do wcześniejszych. W pierwszych tygodniach po reaktywacji, opublikowana została nowa wersja poradnika obserwacji komet pt. „Jak obserwować komety", a na stronie SOKu znalazł się nowy formularz obserwacji komet oraz przez pierwsze pół roku publikowane były gotowe do wydruku mapki pozycyjne dla najjaśniejszych komet na niebie.

Sekcja Obserwatorów Komet nawiązała współpracę z ForumAstronomiczne.pl, w wyniku czego Sekcji przydzielone zostało subforum. W pierwszej części 2014 roku powstało także Oficjalne Forum Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, gdzie SOK również ma swoje subforum.

31 stycznia na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach miał miejsce Regionalny Festiwal Naukowy E(x)plory, w ramach którego odbywał się konkurs prac badawczych młodych naukowców, którzy jeszcze nie rozpoczęli studiów. Wśród nich znalazł się Mikołaj Sabat, prezentując pracę na temat komet muskających Słońce i ich badań za pośrednictwem sond kosmicznych SOHO i STEREO. Festiwal odwiedziło wielu kielczan, w tym liczne wycieczki ze szkół ponad-podstawowych.

W dniach 21-23 lutego 2014 r. w Centrum Astronomii im. Mikołaja Kopernika w Warszawie odbyło się XXIX Seminarium Pracowni Komet i Meteorów. Uczestniczyło w nim kilkudziesięciu gości, którzy wysłuchiwali prelekcji na temat małych ciał Układu Słonecznego, bolidów, meteorów, relacji z poszukiwań meteorytu z Czelabińska i funkcjonowania PKiM. Prelegentami byli astronomowie i pasjonaci astronomii współpracujący z Pracownią. Przedstawicielem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii był koorydnator Sekcji Obserwatorów Komet – Mikołaj Sabat, który poprowadził 2 wykłady: „C/2012 S1 (ISON) – kometą stulecia? Najlepiej zbadana kometa w historii ludzkości" oraz „Jak obserwować komety?". Pierwsza z prelekcji dotyczyła głównie zbliżenia do Słońca komety C/2012 S1,które miało miejsce 28 listopada 2013 roku. Wyjaśnione zostało, jakie dane na jej temat dostarczały poszczególne sondy kosmiczne i co z nich wynikało oraz dlaczego kometa ostatecznie nie przetrwała peryhelium. W

drugiej prezentacji przedstawione zostały metody obserwacji komet wykonywanych przez miłośników astronomii, koncentrując się głównie na obserwacjach wizualnych i fotograficznych. Na koniec zaprezentowana została również działalność Sekcji Obserwatorów Komet PTMA i jej plany działania na najbliższy rok.

Ostatni weekend marca to już czas, w którym rozgrywał się finał konkursu E(x)plory. Koordynator SOK PTMA wziął udział w Międzynarodowym Festiwalu Naukowym E(x)plory, odbywającym się w Pomorskim Parku Naukowo-Technologicznym w Gdyni. Gośćmi tej imprezy były osoby związane ze szkolnictwem z krajów Grupy Wyszehradzkiej.

31 maja 2014 roku na 18. Pikniku Naukowym Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik swoje stoisko miało Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Członkowie PTMA, głównie z oddziału warszawskiego, przekazywali gościom wiedzę na temat Kosmosu i jego amatorskich obserwacji. Młodsi mieli okazję własnoręcznie wykonać działający spektroskop oraz gwiazdę origami z papieru.

Podobna impreza odbyła się w dniach 5-7 września w Podzamczu Chęcińskim pod Kielcami, gdzie miały miejsce międzynarodowe zawody łazików marsjańskich w ramach konkursu European Rover Challenge. Oprócz rozgrywek konkursowych, mających wyłonić najlepszego łazika skonstruowanego przez zespoły studentów z całego świata, odbyła się także konferencja naukowa "Człowiek w kosmosie" oraz piknik naukowy. Na pikniku swoje stoisko prezentowało Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Byliśmy najdłużej pracującym stoiskiem. Ostatniego dnia, w niedzielę 7.09., najdłużej w swoich namiotach pozostawała nasza ekipa i Polskie Towarzystwo Rakietowe. Udział w pikniku zakończyliśmy po około 2 godzinach od jego oficjalnego zamknięcia.

Priorytetami Sekcji Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii na najbliższy rok będzie popularyzacja wiedzy o amatorskich obserwacjach komet i ciągłe poszerzanie polskiej bazy obserwacji.

Oficjalny Poradnik Sekcji Obserwatorów Komet
Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii

autorzy
(koordynatorzy SOK w latach):
Tomasz Ściężor (1994-2007),
Maciej Mącidym (2012-2013),
Mikołaj Sabat (od 2013)

Poradnik Obserwatora Komet

Majestatyczne obiekty z warkoczami pojawiające się co jakiś czas na niebie od bardzo dawna zadziwiały ludzi. Nie wiadomo było skąd pochodziły i dokąd się udawały. Nierzadko siały więc postrach wśród ludności, która miała okazję dostrzec komety na tyle jasne, by były dobrze widoczne gołym okiem na niebie. Pozostałe przez wieki przelatywały obok nas, nieuchwytne dla ciekawskiego ludzkiego oka. Dopiero rozwój sprzętów optycznych pozwolił na dokładne obserwacje komet i lepsze poznawanie ich natury.

Obecnie każdy z nas może zaobserwować kilka komet w ciągu roku, choć zwykle tylko przy użyciu lornetki lub teleskopu. Wydaje się, że te obiekty nie skrywają przed nami już żadnych tajemnic. Dekady bardzo szczegółowych badań, dziesiątki wyspecjalizowanych misji kosmicznych, programów badawczych zajmujących się właśnie badaniem komet... A jednak każda kolejna „gwiazda z ogonem" pojawiająca się na naszym niebie jest inna i potrafi zadziwić nie tylko zwykłych kontemplatorów jej uroku, ale również wybitnych i bardzo doświadczonych naukowców.

Komety nieokresowe i długookresowe nadlatujące gdzieś z dalekich rubieży Układu Słonecznego zawsze są inne – tajemnicze od momentu odkrycia aż do powrotu w otchłań kosmosu. Nawet w oparciu o wiele badań nieczęsto potrafimy przewidzieć ich dalszy los. Zdarzają się nagłe i nieoczekiwane rozbłyski, fragmentacje, a nawet spektakularne kataklizmy blisko Słońca.

Komety są obiektami dynamicznymi i bardzo zróżnicowanymi. To między innymi dlatego tak dużą wagę odgrywają amatorskie obserwacje tych ciał niebieskich. Śledząc kolejny powrót komety okresowej albo jedyną w swoim rodzaju wizytę komety jednopojawieniowej lub długookresowej, tak naprawdę do końca nie jesteśmy w stanie przewidzieć, jakie widowisko rozegra się za jej sprawą na naszym niebie. W przeszłości nie brakowało spektakularnych wydarzeń związanych z kometami, jak choćby fragmentacja 73P/Schwassmann-Wachmann, czy nieoczekiwany wybuch 17P/Holmes. Byliśmy świadkami zwieńczenia żywota ogoniastych gwiazd, obserwując zderzenie D/1993 F2 (Shoemaker-Levy) z Jowiszem albo kres życia wielu komet muskających Słońce przy naszej Gwieździe, w tym chociażby C/2011 W3 (Lovejoy), czy rozpalającej wyobraźnię C/2012 S1 (ISON). Jednak chyba każdy obserwator marzy o ujrzeniu widoków podobnych do C/1996 B2 (Hyakutake) z ogromnym warkoczem, czy niezwykle jasnej C/1995 O1 (Hale-Bopp).

Kiedy wgłębisz się w zadziwiający świat komet, każdy kolejny obiekt będzie niezwykłą zagadką do rozwiązania. Uporasz się z nią, na własne oczy przyglądając się lodowo-skalistym ciałom. Ten poradnik powstał, by pomóc Ci przeprowadzać własne obserwacje wizualne komet w sposób zaplanowany i efektywny.

Przygotowania do obserwacji

Kiedy już zdecydujesz się na wejście do świata komet, jeśli tylko niebo jest bezchmurne, postaraj się znaleźć jak najdalej od dużych skupisk światła. Jeżeli mieszkasz w mieście, najlepiej wyjechać spoza niego – często już 10-20 km poza miastem pozwoli Ci nacieszyć się ciemnym niebem. Jest to warunek konieczny, aby przeprowadzić satysfakcjonujące obserwacje kosmosu, a w przypadku nieco subtelniejszych komet, jest niezbędne żeby wykorzystać maksimum swoich możliwości w badaniach danego obiektu.

Komety są zwykle widoczne na niebie blisko zachodu Słońca lub przed jego wschodem, w drugiej części nocy. Kiedy je obserwujemy są w ciągłym ruchu ku Słońcu, więc jako jaśniejsze obiekty towarzyszą naszej Gwieździe w przeprawie po nieboskłonie. Do obserwacji wystarczy zaopatrzyć się w lornetkę i/lub teleskop, choć co jakiś czas możliwe są obserwacje na tyle jasnych komet, by były widoczne gołym okiem.

Zanim wybierzemy się na obserwacje, warto stworzyć listę komet widocznych podczas danej nocy,

uwzględniając możliwości sprzętu, jakim dysponujemy i zanieczyszczenie nieba światłem. W tym celu należy sprawdzić w Internecie lub za pośrednictwem specjalnych programów, jakie jasności podawane są w efemerydach dla komet znajdujących się danej nocy nad horyzontem. Później wystarczy tylko znaleźć mapki z zaznaczonymi aktualnymi pozycjami komety i wydrukować je lub ręcznie zaznaczyć położenie na mapie nieba, którą posiadamy – np. w atlasie. Aby usprawnić nasze obserwacje, warto zaopatrzyć się w mapki o zasięgu do 1,5-2 mag słabszym niż przewidywana efemeryda komety. Wówczas mamy pewność, że wśród zaznaczonych obiektów znajdziemy gwiazdy odpowiednie do porównań jasności z obserwowaną kometą. Informacje o obiektach, które są dobrze widoczne na polskim niebie, zostają umieszczone na stronie Sekcji Obserwatorów Komet PTMA pod adresem: www.sok.ptma.pl , często również z mapkami gotowymi do wydruku.

Przed obserwacją należy przystosować swój wzrok do ciemności – nie wystawiać go na światło inne niż blask czerwonej latarki przez ok. 30 minut. W tym czasie można oczywiście podziwiać inne obiekty na niebie. Kiedy już będziemy dobrze przygotowani, jeśli kometa nie jest widoczna gołym okiem, najpierw warto odszukać ją w lornetce. Za pomocą tego sprzętu możemy przeprowadzić już dokładne obserwacje wizualne obiektu, o których przeczytasz w dalszej części, natomiast jeżeli posiadasz teleskop, po odszukaniu komety w lornetce należy ustawić na nią swój teleskop. Dzięki temu będziemy mieli najlepsze możliwości do obserwacji takich rozmytych ciał.

Obserwacje, które możesz wykonać, to:

- ocena jasności komety,
- ocena średnicy głowy komety (komy),
- ocena stopnia kondensacji otoczki (DC) oraz ogólnego jej wyglądu,
- ocena długości warkocza,
- ocena kąta pozycyjnego warkocza

Sposób ich wykonania opisany jest poniżej. Wyniki swoich obserwacji prześlij, używając specjalnego formularza na stronie Sekcji Obserwatorów Komet: http://sok.ptma.pl/blog/raport/

Ocena jasności komety

Podstawowym wizualnym badaniem komety jest ocena jej jasności. Taką obserwację może wykonać każdy, ale żeby miała ona wartość naukową, należy w trakcie jej wykonywania postępować zgodnie z jedną z opisanych tutaj metod. Każda z nich jest polecana do badań innego rodzaju komety, więc dla każdego obiektu zawsze warto wybierać tą najbardziej optymalną.

Metoda Bobrownikoffa

Najbardziej uniwersalna i dokładna metoda wizualnej oceny jasności

- Odnajdujemy dwie gwiazdy porównania, jedną jaśniejszą (A) i drugą ciemniejszą (B) od komety (K).
- rozogniskujemy je do tego stopnia, aby rozmyte gwiazdy były tej samej wielkości co koma.
- przyjmujemy skalę 10 jednostek, która wyraża różnicę jasności między jaśniejszą gwiazdą porównania, a ciemniejszą (czyli A-B=10), w tej skali umieszczamy jasność komety, aby otrzymać różnicę jasności wyrażoną w jednostkach pomiędzy obiema gwiazdami porównania np. KB=6)
- wykonujemy obliczenia metodą interpolacyjną.

Metoda Morrisa

Polecana dla komet słabo widocznych, ale mocno skondensowanych

- rozogniskowujemy obraz komy do tego stopnia aby nie była ona całkowicie rozmyta, lecz jednolicie zagęszczona,
- zapamiętujemy rozmiar komy po rozogniskowaniu,
- odnajdujemy gwiazdy porównania,

- rozogniskowujemy obraz gwiazd do zapamiętanej wielkości komy,
- przyjmujemy skalę 10 jednostek, która wyraża różnicę jasności między jaśniejszą gwiazdą porównania, a ciemniejszą (czyli A-B=10), w tej skali umieszczamy jasność komety, aby otrzymać różnicę jasności wyrażoną w jednostkach pomiędzy obiema gwiazdami porównania (np. KB=6)
- wykonujemy obliczenia metodą interpolacyjną.

Metoda Sidgwicka

Polecana dla mocno rozmytych i ciemnych komet

- zapamiętujemy rozmiar komy, jaki widzimy w ostrym obrazie,
- odnajdujemy dwie gwiazdy porównania,
- rozogniskowujemy obraz tak aby rozmyte gwiazdy przybrały zapamiętaną wielkość komy.
- przyjmujemy skalę 10 jednostek, która wyraża różnicę jasności między jaśniejszą gwiazdą porównania, a ciemniejszą (czyli A-B=10), w tej skali umieszczamy jasność komety, aby otrzymać różnicę jasności wyrażoną w jednostkach pomiędzy obiema gwiazdami porównania (np. KB=6)
- wykonujemy obliczenia metodą interpolacyjną.

„Dziel i rządź" - metoda dla komet z dużą komą

- rozogniskowujemy obraz komy w ten sposób, aby rozkład jasności był równomierny na całej jej powierzchni,
- odnajdujemy gwiazdy porównania,
- przy rozogniskowanym obrazie komy i gwiazd porównania, dokonujemy oceny jasności dla dowolnego fragmentu komy, wykonując obliczenia metodą interpolacyjną,
- obliczamy ile średnic rozogniskowanej gwiazdy mieści się w średnicy otoczki,
- wyliczamy jasność całkowitą ze wzoru:

$$m_1 = m \cdot 2{,}5 \log s^2$$

gdzie:

m_1 - jasność całkowita,

m - jasność ocenianego fragmentu,

s - ilość średnic gwiazdy porównania zawartej w średnicy komy.

Interpolacyjna metoda obliczeniowa

Większość metod badań komet opiera się na obliczeniach interpolacyjnych. W takich przypadkach należy wykonać obliczenia ze wzoru:

$$K = A + \frac{m}{m+n} \cdot (A - B)$$

gdzie:

A - jasność jaśniejszej gwiazdy porównania,
B - jasność słabszej gwiazdy porównania,
K - jasność komety
m - różnica jednostek między kometą, a gwiazdą A,
n - różnica jednostek między kometą a gwiazdą B.

Ocena średnicy komy

Kolejnym bardzo istotnym badaniem, jakie możemy przeprowadzić, jest obserwacyjna ocena średnicy komy danego obiektu. Istnieje kilka sposobów na jej wykonanie.

Najdokładniejsza z nich wymaga użycia mikrometra pozycyjnego – specjalnego przyrządu astronomicznego służącego do ustalania odległości kątowych między określonymi bliskimi sobie punktami. Jeśli nie posiadasz takiego urządzenia, śmiało możesz wykorzystać jedną z poniższych metod:

Metoda szkicu

Najprostsza metoda wykonania oceny średnicy komy. Nie wymaga użycia dodatkowych instrumentów, lecz jednocześnie jest obarczona największym błędem, którego wielkość zależy od dokładności obserwatora.

Polega na naniesieniu szkicu komety na mapkę z podziałką, a następnie zmierzeniu narysowanej komy za pomocą cyrkla lub przy użyciu odpowiedniego programu komputerowego

Ocena stopnia kondensacji komy (DC)

Ocena kondensacji komy opisuje rozmieszczenie jasności na jej powierzchni.

Wartość DC wyrażamy w skali od 0 do 9, gdzie DC=0 odpowiada komie jednorodnie rozmytej i jasnej na całej powierzchni, natomiast DC=9 odpowiada komie gwiazdopodobnej.

Ocena długości warkocza

W przypadku komet posiadających warkocz, należy zmierzyć go z zastosowaniem opisanej wcześniej metody szkicu, bądź przy użyciu mikrometra pozycyjnego.

Ocena kąta pozycji warkocza (PA)

Kąt pozycji warkocza wyznaczamy z mapki z podziałką oraz siatką współrzędnych równikowych, na której nanieśliśmy szkic komety wraz z warkoczem. Mierzymy kąt pomiędzy linią łączącą środek komy z punktem północy, a prostą wzdłuż której rozciągnięty jest warkocz. Jego wartości zapisujemy od 0 do 360 stopni. Mierzymy go w przeciwną stronę do kierunku ruchu wskazówek zegara.

Analiza obserwacji

Jasność heliocentryczna.

Jasność obserwowana komety zależy zarówno od jej wielkości i aktywności jak i od odległość od Słońca i od Ziemi. Na wykresie jasności obserwowanej widać różne tendencje. Są one spowodowane zarówno zmianą odległości od Ziemi jak i od Słońca. Aby spróbować powiedzieć coś na temat tego jak kometa reaguje na światło słoneczne podczas zbliżania się do Słońca należy "oczyścić" jasność obserwowaną ze składowej będącej wynikiem zmiennej odległości od Ziemi. Tak "oczyszczona" jasność nazywa się heliocentryczną. Zmiany jasności heliocentrycznej są powodowane tylko zmianą odległości komety od Słońca, tak jak by obserwator znajdował się w stałej odległości od komety (równej 1 AU). Jasność heliocentryczną oblicza się według wzoru:

$$\mathbf{M = m_1 - 5\ log(}D\mathbf{)}$$

gdzie:

D - odległość komety od Ziemi w chwili wykonywania obserwacji.

$\mathbf{m_1}$ - jasność obserwowana,

M - jasność heliocentryczna,

Obliczone jasności można następnie przedstawić na wykresie. W tym przypadku na osi rzędnych należy odłożyć właśnie jasność heliocentryczną a na osi odciętych albo logarytm dziesiętny

odległości (wtedy punkt 0 odpowiada odległości od Słońca równej 1 AU) albo różnicę logarytmów odległości komety od Słońca i odległości peryhelium komety od Słońca (wtedy 0 oznacza peryhelium). W przypadku dużej liczby obserwacji można także sporządzić drugi wykres jasności heliocentrycznej, z obserwacji uśrednionych. Można także połączyć za sobą "średnie" punkty. Na takich wykresach widać jak kometa reagowała na zmiany odległości od Słońca. Teoretycznie wykres ten powinien być liniowy, jednak czasem obserwowane są różne anomalie. Właśnie wykrywaniu takich anomalii służy jego sporządzenie.

Jasność absolutna i współczynnik aktywności.

Każdą kometę można opisać dwoma parametrami, wyznaczonymi z wizualnych obserwacji: jasnością absolutną H(0) i współczynnikiem aktywności n. Jasność absolutna komety to blask jaki miałaby w odległości 1 AU od Ziemi oraz 1 AU od Słońca. Nie trudno się domyślić że jest to miejsce zerowe funkcji jaką jest wykres jasności heliocentrycznej. (gdy na osi rzędnych odłożony jest logarytm odległości komety od Słońca). Współczynnik aktywności mówi natomiast o tym jak szybko kometa jaśnieje w określonej jednostce czasu. Jest to więc współczynnik kierunkowy funkcji, którą jest wykres jasności heliocentrycznej. Jasność absolutna i współczynnik aktywności choć zazwyczaj stałe, czasami zmieniają swoje wartości. Stąd też anomalie w wykresie jasności heliocentrycznej (gdy H(0) i n są stałe wykres ten jest liniowy). Tak więc parametry te ilościowo opisują charakter komety. Należy zwrócić uwagę na to iż w wielkich odległościach od Słońca parametry te, zgodnie z przyjętym modelem, mają inne wartości niż gdy kometa znajduje się blisko Słońca, jednak amatorzy nie są w stanie obserwować komet w takich odległościach by wychwycić te "teoretyczne zmiany". Tak więc w dobrym przybliżeniu można uznać że komety dostępne obserwacjom amatorskim teoretycznie mają stałe H(0) i n (a więc i wykres teoretycznie jest liniowy). Jasność absolutną i współczynnik aktywności oprócz odczytania z wykresu możemy wyznaczyć z dwóch obserwacji posługując się układem dwóch równań z których każde ma postać:

$$m_1 = H(0) + 5\log(D) + 2{,}5\, n \log(r)$$

gdzie:

D - odległość od Ziemi,
m_1 - jasność obserwowana,
r - odległość od Słońca,
H(0) - jasność absolutna,
n - współczynnik aktywności.

Rozmiar jądra.

Jasność absolutna H(0) wskazuje rozmiar centralnej kondensacji wokół jądra lub też samego jądra (gdy takiej otuliny brak) i jest to jedyny parametr potrzebny do obliczenia tych rozmiarów. W zasadzie nigdy do końca nie wiadomo czy obliczona wartość jest właściwym jądrem czy też wspomnianą otuliną. Należy tu pamiętać że rozmiary typowych jąder komet rzadko przekraczają 10 km dlatego wartość większa może wskazywać na obecność takiej właśnie otoczki. Rozmiar jądra (lub tej otuliny) obliczamy za wzoru:

$$D = 10^{2{,}3 - 0{,}2H(0)}$$

gdzie:

D - średnica kondensacji [km],
H(0) - jasność absolutna.

Analiza kątowej wielkości komy.

Obserwator nigdy nie może dostrzec całej atmosfery kometarnej, lecz jedynie jej większy lub mniejszy fragment - komę. Obserwowana wielkość komy zależy przede wszystkim od przejrzystości atmosfery i użytego sprzętu. Dlatego sporządzając wykres należy połączyć ze sobą punkty o największych wartościach a nie średnich (jak przy jasności). Na osi rzędnych odkłada się rozmiar komy a na osi odciętych datę.

Analiza liniowej wielkości komy.

Następną rzeczą jaką można wykonać jest obliczenie rzeczywistej wielkości obserwowanej otoczki. Przeliczenia z wielkości kątowej na liniową wykonuje się posługując się wzorem:

$$D = 2 \cdot \Delta \cdot tg(d/120)$$

gdzie:

D - wielkość liniowa komy [km],

d - wielkość kątowa [' - wyrażona w minutach łuku],

Δ - odległość od Ziemi w chwili wykonywania pomiaru [AU].

O ile na wielkość kątową składa się wielkość liniowa i odległość od Ziemi o tyle wielkość liniowa uwolniona jest od fałszującego wpływu odległości od Ziemi i przedstawia "prawdziwy" rozmiar obserwowanej komy. Obliczone wartości można przedstawić na podobnym wykresie jak wielkość kątową, tyle że zmienia się wartości na wielkość liniową komy oraz można zmienić oś odciętych na odległość komety od Słońca (nie logarytm tej odległość!). Można także ze sobą połączyć punkty o maksymalnych wartościach. Otrzymany wykres powinien mieć postać liniową, choć przy dokładnych obserwacjach może udać się wychwycić zjawisko polegające na nieoczekiwanym zmniejszeniu się rozmiarów komy w okresie jej regularnego powiększania się. Jest ono spowodowane tym, że w bliskich odległościach od Słońca jego intensywne promieniowanie zaczyna już w niewielkich odległościach od jądra rozbijać cząsteczki komy. Jego "niszcząca" natura zaczyna dominować nad "tworzącą" (koma w istnieje m.in. dzięki temu promieniowaniu).

Analiza stopnia kondensacji otoczki.

Ostatnią rzeczą jaką można przeanalizować, dysponując wizualnymi obserwacjami, jest prześledzenie zmian DC. Parametru tego nie trzeba w żaden sposób przeliczać ani redukować. Największy wpływ na jego wartość ma wielkość teleskopu i użyte powiększenie. Jego zmiany można przedstawić na wykresie podobnym do wykresu liniowych rozmiarów komy.

Analiza kątowej długości warkocza.

Podobnie jak w przypadku komy, na zmierzoną długość warkocza ma wpływ wiele czynników zewnętrznych. Na wykresie, jak w przypadku komy, punkty łączymy obwiednią a nie linią tendencji.

Analiza długości liniowej warkocza.

O "prawdziwej" długości warkocza, zależnej tylko od wpływu Słońca na kometę oraz, oczywiście, od niej samej, informuje nas wartość długości liniowej, mierzonej zwykle w kilometrach. Aby ją obliczyć należy nie tylko uwzględnić wpływ odległości komety od Ziemi (jak w przypadku komy), lecz także "orientację" komety w przestrzeni aby wyeliminować wpływ skrótów perspektywicznych. Dokonuje się tego używając wzoru:

$$L = D \cdot \frac{\sin(l)}{\sin(b - l)} \cdot 1{,}496 \cdot 10^8$$

gdzie:

D - odległość komety od Ziemi [j.a.],
L - długość liniowa warkocza [km],
l - długość kątowa warkocza [°],
b - kąt fazowy Słońce-kometa-Ziemia dany wzorem:

$$\cos(b) = \frac{r^2 + D^2 + R^2}{2 \cdot r \cdot D}$$

gdzie:

D - odległość komety od Ziemi [j.a.],
r - odległość komety od Słońca [j.a.],
R - odległość Ziemi od Słońca [j.a.]

Wzór ten nie podaje dokładnej długości warkocza gdyż opiera się on na założeniu że warkocz skierowany jest dokładnie odsłonecznie, jest dokładnie prosty a Ziemia stale znajduje się w odległości od Słońca równej 1 j.a. Niedokładności te są jednak mniejsze od błędów oszacowań długości warkocza.

Otrzymane wartości można przedstawić na podobnym wykresie jak wielkość liniową komy.

Więcej informacji na Oficjalnej stronie Sekcji Obserwatorów Komet PTMA:
www.sok.ptma.pl
oraz na archiwalnej stronie:
www.sok-ptma.astrohobby.pl

Lista komet odkrytych w 2014 roku

PK14U040	*P/2014 U4*	*PANSTARRS*
CK14U030	*C/2014 U3*	*Kowalski*
PK14U020	*P/2014 U2*	*Kowalski*
0314P	*314P/2014 U1*	*Montani*
0313P	*313P/2014 S4*	*Gibbs*
CK14S030	*C/2014 S3*	*PANSTARRS*
CK14S020	*C/2014 S2*	*PANSTARRS*
CK14S010	*C/2014 S1*	*PANSTARRS*
PK14R050	*P/2014 R5*	*Lemmon-PANSTARRS*
CK14R040	*C/2014 R4*	*Gibbs*
CK14R030	*C/2014 R3*	*PANSTARRS*
0312P	*312P/2014 R2*	*NEAT*
CK14R010	*C/2014 R1*	*Borisov*
CK14Q060	*C/2014 Q6*	*PANSTARRS*
0310P	*310P/2014 Q5*	*Hill*
0309P	*309P/2014 Q4*	*LINEAR*
CK14Q030	*C/2014 Q3*	*Borisov*
CK14Q02U	*C/2014 QU2*	*PANSTARRS*
CK14Q020	*C/2014 Q2*	*Lovejoy*
CK14Q010	*C/2014 Q1*	*PANSTARRS*
CK14O04E	*C/2014 OE4*	*PANSTARRS*
PK14O030	*P/2014 O3*	*PANSTARRS*
0308P	*308P/2014 O2*	*Lagerkvist-Carsenty*
0307P	*307P/2014 O1*	*LINEAR*
CK14N030	*C/2014 N3*	*NEOWISE*
CK14N020	*C/2014 N2*	*PANSTARRS*
0305P	*305P/2014 N1*	*Skiff*
0306P	*306P/2014 M5*	*LINEAR*
PK14M04G	*P/2014 MG4*	*Spacewatch-PANSTARRS*
PK14M040	*P/2014 M4*	*PANSTARRS*
CK14M030	*C/2014 M3*	*Catalina*
CK14M020	*C/2014 M2*	*Christensen*
CK14M010	*C/2014 M1*	*PANSTARRS*
CK14L050	*C/2014 L5*	*Lemmon*
0304P	*304P/2014 L4*	*Ory*
PK14L030	*P/2014 L3*	*Hill*
PK14L020	*P/2014 L2*	*NEOWISE*
0303P	*303P/2014 L1*	*NEAT*
0302P	*302P/2014 K2*	*Lemmon-PANSTARRS*
0301P	*301P/2014 K1*	*LINEAR-NEAT*
CK14J010	*C/2014 J1*	*Catalina*
CK14H010	*C/2014 H1*	*Christensen*
CK14G030	*C/2014 G3*	*PANSTARRS*
0300P	*300P/2014 G2*	*Catalina*
CK14G010	*C/2014 G1*	*PANSTARRS*
CK14F030	*C/2014 F3*	*Sheppard-Trujillo*
CK14F020	*C/2014 F2*	*Tenagra*
CK14F010	*C/2014 F1*	*Hill*
CK14E020	*C/2014 E2*	*Jacques*
PK14E010	*P/2014 E1*	*Larson*
0299P	*299P/2014 D2*	*Catalina-PANSTARRS*
0297P	*297P/2014 D1*	*Beshore*
0298P	*298P/2014 C4*	*Christensen*
CK14C030	*C/2014 C3*	*NEOWISE*
CK14C020	*C/2014 C2*	*STEREO*
PK14C010	*P/2014 C1*	*TOTAS*
CK14B010	*C/2014 B1*	*Schwartz*
CK14A52A	*C/2014 AA52*	*Catalina*
CK14A050	*C/2014 A5*	*PANSTARRS*
CK14A040	*C/2014 A4*	*SONEAR*
PK14A030	*P/2014 A3*	*PANSTARRS*
PK14A020	*P/2014 A2*	*Hill*
0296P	*296P/2014 A1*	*Garradd*