

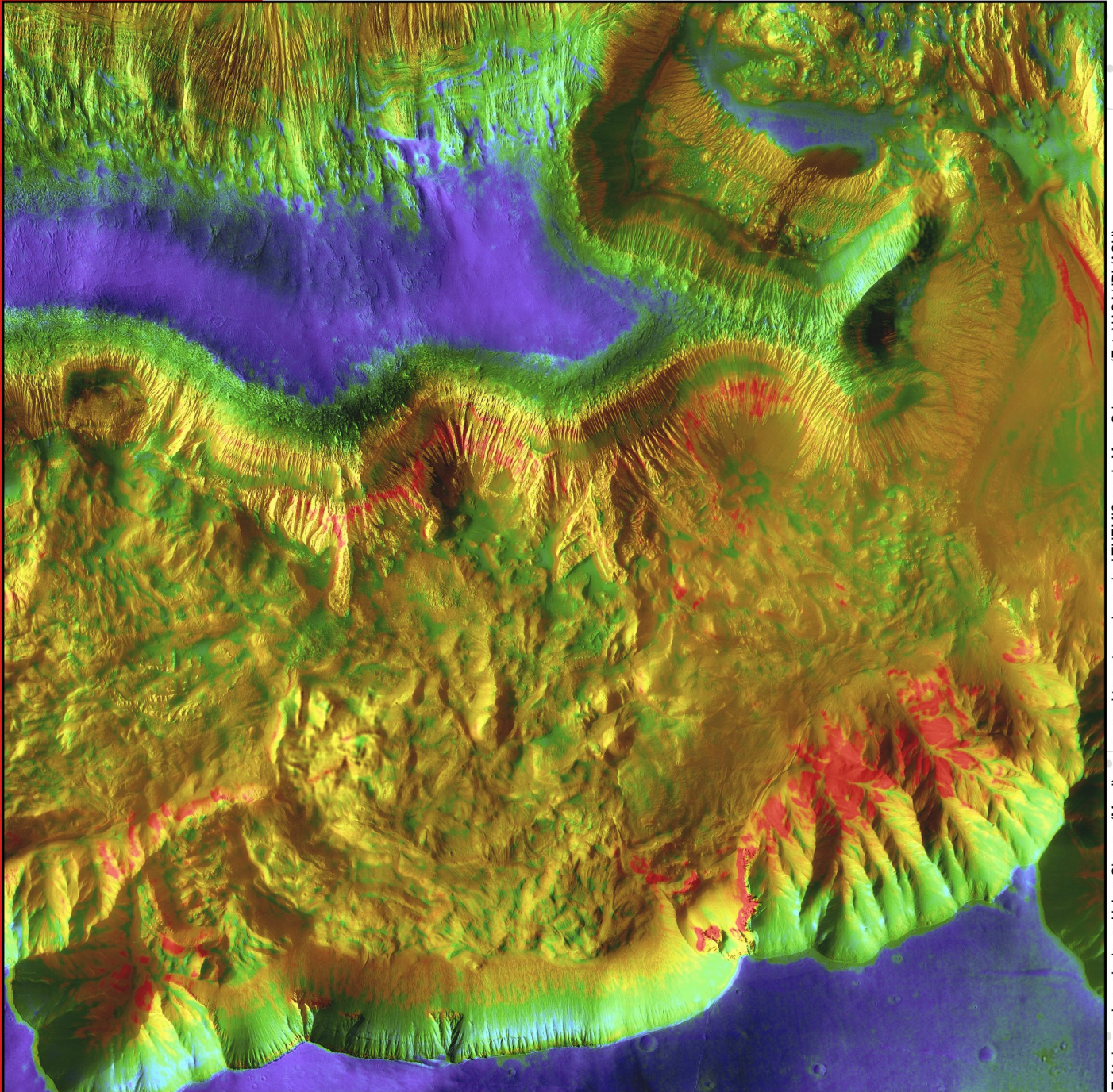
PKiM

N^o 182

Dwumiesięcznik Pracowni Komet i Meteorów

CYRQLARZ

26 grudnia 2006



Zróżnicowanie geologiczne Hebes Chasma (Mars) oczyma spektrometru podczewieni THEMIS sondy Mars Odyssey (Fot. NASA/JPL/ASU)

W numerze: Villalbeto de la Peña - superbolid nad Hiszpanią
Hiszpańska Sieć Bolidowa
Perseidy i sortowanie według masy
Zaproszenie na XXIII Seminarium PKiM



Fot.: Salvador Díez

Villalbeto de la Peña - hiszpański superbolid

O bolidzie i hiszpańskich obserwacjach meteorów czytaj w tym numerze Cyrqlarza



Fot.: Luis Alfonso Fernández



Fot.: María Maximina Ruiz



Drodzy Czytelnicy,

Zachęcam do lektury 182 numeru CYRQLARZ-a. W szczególności apelujemy do zapoznania się – na stronie 4 – z treścią zaproszenia na jubileuszowe XXIII Seminarium PKiM. Serdecznie zapraszamy! Na początku numeru znajdziemy "Nowości" autorstwa Arkadiusza Olecha oraz opis superbolidu Villalbeto de la Peña i Hiszpańskiej Sieci Bolidowej, które prezentuje Mariusz Wiśniewski. Na kolejnych kartach CYRQLARZ-a Radosław Poleski przedstawia zjawisko sortowania strumienia cząstek meteoroidowych według masy. Numer zamykają informacje Ewy Zegler dla obserwatorów wizualnych i Radosława Poleskiego dla obserwatorów teleskopowych. Zapominalskim przypominamy o przestaniu raportów i rocznych podsumowań obserwacji – szczegóły na stronie 17.

Przyjemnej lektury,
Kamil Złoczewski

NOWOŚCI

- 4 Planety i burze śniegowe
Arkadiusz Olech
- 5 Mało wody na Księżycu?
Arkadiusz Olech
- 5 MESSENGER przeleciał obok Wenus
Arkadiusz Olech
- 6 Ślady niedawnej aktywności na powierzchni Księżyca
Arkadiusz Olech
- 6 Leonidy trochę zawiodły
Arkadiusz Olech

BADANIA NAUKOWE

- 7 Villalbeto de la Peña – superbolid nad Hiszpanią
Mariusz Wiśniewski
- 8 Hiszpańska Sieć Bolidowa
Mariusz Wiśniewski
- 11 Perseidy i sortowanie według masy
Radosław Poleski

PATRZĄC W NIEBO

- 15 Dane do wizualnych obserwacji meteorów
Ewa Zegler
- 18 Dane do obserwacji teleskopowych
Radosław Poleski

C Y R Q L A R Z

Dwumiesięcznik Pracowni Komet i Meteorów

*

Redagują:

Kamil Złoczewski (redaktor naczelny), Krzysztof Mularczyk (skład i łamanie), Andrzej Kotarba (projekt okładek), Ewa Zegler (korekta), Agnieszka Fajfer, Tomasz Fajfer, Arkadiusz Olech, Konrad Szaruga

Adres redakcji:

Obserwatorium Astronomiczne
Uniwersytetu Warszawskiego
Al. Ujazdowskie 4
00-478 Warszawa
(listy z dopiskiem: PKiM-Cyrqlarz)

Poczta elektroniczna: kzlocz@astrouw.edu.pl

Strona PKiM: <http://www.pkim.org>

IRC: #astropol

Grupa dyskusyjna:

<http://groups.yahoo.com/group/pkim>

Warunki prenumeraty:

Prenumerata roczna kosztuje 12 złotych i obejmuje 6 kolejnych numerów CYRQLARZ-a. Prenumeratę można rozpocząć od dowolnego numeru. W sprawie warunków wpłaty prosimy o listowny bądź e-mailowy kontakt z redakcją.

Dla autorów tekstów:

Informację o formatach materiałów przyjmowanych przez redakcję CYRQLARZ-a zamieszczamy na stronie internetowej:
<http://www.astrouw.edu.pl/~kzlocz/pkim>.

*

Skład komputerowy programem L^AT_EX₂_ε.

Dwumiesięcznik jest wydawany przy wsparciu firmy Factor Security.

Zaproszenie na XXIII Seminarium Pracowni Komet i Meteorów

Obserwatorzy!

Z przyjemnością informujemy, że w dniach 2–5 marca 2007 r. odbędzie się *XXIII Seminarium i IX Walne Zgromadzenie PKiM*. Nieodpłatne miejsca noclegowe oraz salę konferencyjną udostępni nam *Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika PAN* w Warszawie.

Seminarium jest bardzo dobrą okazją do poznania innych obserwatorów, wymiany doświadczeń i wzbogacenia swojej wiedzy astronomicznej. Wykłady poprowadzą m.in. pracownicy *Centrum Astronomicznego, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego* oraz członkowie PKiM. Wszyscy chętni prelegenci proszeni są o wcześniejsze zgłoszenie się do organizatorów. W trakcie Walnego Zgromadzenia podsumowana zostanie działalność obecnego Zarządu, a także odbędzie się dyskusja na temat aktualnej sytuacji Pracowni.

W sobotni wieczór będziemy świętować XX-lecie istnienia PKiM. Przewidziane są atrakcje, dlatego tym bardziej zachęcamy do udziału w Seminarium. Zapraszamy także osoby, które ostatnio nie są aktywne, a wcześniej działały w Pracowni.

Zgłoszenia do dnia 29 stycznia przesyłajcie drogą e-mailową na adres pkim@pkim.org lub listownie na adres podany w stopce. Pamiętajcie o zabraniu karimat i śpiworów, a także kubków i sztućców. Wyżywienie i dojazd we własnym zakresie. Uczniom wystawiamy zwolnienia z zajęć lekcyjnych.

Zarząd PKiM

Planety i burze śniegowe

Arkadiusz Olech

/17.10.2006 Warszawa (PAP)/ – Lodowo-skaliste planety większe od Ziemi mogą powstawać w specyficznych warunkach *burz śniegowych*, które pojawiają się w dyskach wokół chłodnych czerwonych karłów – informują strony internetowe *Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics*.

Dwieście znanych planet pozasłonecznych to bardzo zróżnicowane ciała. Znajdziemy wśród nich gazowe olbrzymy, bardzo podobne do naszego Jowisza: zarówno pod względem wagi, jak i rozmiarów orbity. Takie same olbrzymy, zwane *gorącymi Jowiszami*, potrafią krążyć także po bardzo ciasnych orbitach, których pełen obieg zajmuje tylko kilka dni. Znamy też kilka ciał podobnych do Urana i Neptuna, a także kilka obiektów zwanych super-Ziemią, które astronomowie uważają za ciała lodowo-skaliste o masie od 5 do 15 mas Ziemi.

Konstruowane dotychczas modele teoretyczne i symulacje komputerowe nie miały problemów z wyprodukowaniem super-Ziemi krążących wokół gwiazd podobnych do Słońca. Sytuację znacznie jednak skomplikowało odkrycie takich planet wokół małych i chłodnych czerwonych karłów.

Problemem tym zajęła się grupa astronomów kierowana przez Scotta Kenyona ze *Smithsonian Astrophysical Observatory*, która zaproponowała nowy mechanizm powstawania takich obiektów.

Wszystkie znane nam planety tworzą się z dysku gazowo-pyłowego otaczającego młodą gwiazdę. Planety skaliste tworzą się blisko gwiazdy, tam gdzie jest cieplej, a planety lodowe i gazowe olbrzymy – dalej. Gdy Słońce było młode, było dość stabilnym obiektem, co zapewniło komfortowe warunki do wzrostu skalistych planet w jego najbliższym sąsiedztwie i gazowych olbrzymów na znacznie luźniejszych orbitach.

Dla odmiany, stabilności tej trudno szukać u chłodnych i znacznie mniejszych od Słońca czerwonych karłów. W początkowych fazach swojej gwiazdowej ewolucji słabną one, przez co początkowo ciepły dysk wewnętrzny zaczyna zamarzać, stwarzając warunki do szybkiej kondensacji ziaren lodowych i pyłu.

Taki zamarzający lód jest sporym przyczynkiem pod względem masy do rosnącej z gazu i pyłu planety, przez co szybko prowadzi do powstania planet kilku- lub kilkunastokrotnie większych od naszej Ziemi. Warunki, w jakich powstają super-Ziemia, można więc obrazowo (choć nie do końca trafnie) porównać do burz śniegowych, które otulają powstającą planetę przez okres kilku milionów lat.

■

Mało wody na Księżycu?

Arkadiusz Olech

/17.10.2006 Warszawa (PAP)/ – Na dnie księżycowych kraterów w okolicy południowego bieguna nie ma dużych zasobów lodu wodnego – informuje najnowszy numer czasopisma *Nature*.

Ós obrotu naszego Księżyca jest prawie prostopadła do płaszczyzny ekliptyki. Fakt ten powoduje, że do wnętrza głębokich kraterów położonych na północnym i południowym biegunie Srebrnego Globu Słońce nie zagląda nigdy lub prawie nigdy.

W połowie lat 90. XX wieku naukowcy, opierając się na badaniach radarowych, wysunęli hipotezę, że w wnętrzach tych kraterów mogą znajdować się zasoby wody w stanie zamrożonym. Byłby to fakt niezwykle korzystny ze względu na przyszłe załogowe misje księżycowe. Jednym z kraterów bogatych w zasoby lodu wodnego miał być położony na południowym biegunie krater Shackleton, który był bardzo poważnie rozpatrywany przez NASA jako jedno z przyszłych miejsc lądowania.

Najnowszy numer czasopisma *Nature* przynosi artykuł studzący ten entuzjazm. Grupa kierowana przez Donalda B. Campbella z *Cornell University* w Ithaca w USA prezentuje w nim wyniki obserwacji krateru Shackletona i jego okolic wykonanych za pomocą fal radiowych o długości 13 cm. Badania te pozwoliły na uzyskanie rozdzielczości pomiarowej sięgającej rekordowego poziomu 20 metrów.

Wyniki w zasadzie wykluczają istnienie dużych zasobów zamrożonej wody na dnie badanego krateru, a także w jego okolicach. Polaryzacja obserwowana dotychczas i interpretowana jako odbicia od powierzchni zamrożonej wody, jest dobrze widoczna w danych grupy Campbella. Naukowcy jednak jasno pokazują, że może być ona wytworzona przez specyficzne twory na powierzchni Księżyca oraz przez ściany kraterów. Koronnym argumentem przeciwko interpretacji obserwowanej polaryzacji jako związanej z lodem wodnym jest jej powszechność. Widać ją nie tylko na dnie kraterów, lecz także na jego ścianach oraz poza nim, czyli w miejscach o zupełnie różnym nasłonecznieniu.

Głównym wnioskiem z pracy naukowców jest stwierdzenie, że jeśli lód na Księżycu istnieje, to raczej nie w postaci dużych zamrożonych jezior na dnie kraterów, lecz jako drobne ziarenka zmieszane z gruntem. To bardzo komplikuje planowane sposoby pozyskiwania wody i tlenu przez przyszłe załogowe misje i bazy księżycowe.

■

MESSENGER przeleciał obok Wenus

Arkadiusz Olech

/25.11.2006 Warszawa (PAP)/ – Lecząca do Merkurego sonda MESSENGER dokonała udanego przelotu obok Wenus i wykorzystała jej grawitację do planowanej zmiany orbity - poinformowała NASA.

Warty 427 milionów dolarów próbnik kosmiczny MERCURY SURFACE, SPACE ENVIRONMENT, GEO-CHEMISTRY AND RANGING SATELLITE (MESSENGER) ma stać się pierwszym w historii orbiterem najbliższej Słońcu planety – Merkurego. Jest to też pierwsza misja do Merkurego od czasów MARINERA 10 z lat 1974-75.

Plan lotu zakłada dwa przeloty obok Wenus, trzy przeloty obok Merkurego i ustabilizowanie się orbity sondy, a tym samym rozpoczęcie naukowej części misji, dopiero w marcu 2011 roku.

Jeden z przelotów obok Wenus i wykorzystanie jej grawitacji do silnego zacieśnienia orbity okołosłonecznej sondy, miały miejsce we wtorek 24 października o godzinie 10:34 naszego czasu. MESSENGER przeleciał tylko 2990 kilometrów nad powierzchnią planety, dokonując przedtem udanej serii zdjęć.

MESSENGER przeleci jeszcze raz blisko Wenus w czerwcu 2007 roku oraz blisko Merkurego trzy razy w 2008 i 2009 roku wykonując szereg doskonałej jakości zdjęć powierzchni. Wykorzysta też grawitację Wenus do ostatecznego wejścia na orbitę, co nastąpi w roku 2011.

Astronomowie mają nadzieję, że MESSENGER pozwoli odpowiedzieć na szereg pytań dotyczących najbliższej planety Układu Słonecznego. Tajemnicą jest sposób jej powstania związany z bardzo dużą zawartością żelaza i przez to największą wśród planet średnią gęstością. Nie wiemy, jak powstaje jego silne pole magnetyczne i jak magnetosfera Merkurego oddziałuje z wiatrem słonecznym oraz cieniutką atmosferą

planety. Chcielibyśmy się także dowiedzieć, czy w głębokich i zacienionych kraterach na powierzchni planety istnieje lód wodny.

Ślady niedawnej aktywności na powierzchni Księżyca

Arkadiusz Olech

/08.11.2006 Warszawa (PAP)/ – Świeże twory na powierzchni Srebrnego Globu mogły powstać tylko 10 milionów lat temu – donosi najnowszy numer czasopisma *Nature*.

Analiza skał księżycowych przywiezionych na Ziemię przez misje Apollo pozwoliła stwierdzić, że aktywny i szeroko rozpowszechniony wulkanizm Srebrnego Globu zakończył się około 3.2 miliarda lat temu.

Analiza ukształtowania, ilości kraterów i ich struktury wskazują, że pewna aktywność geologiczna, w postaci wycieków lawy, wpływała na kształt powierzchni jeszcze jakiś miliard lat temu.

Panuje więc powszechna opinia, że oprócz napędzanych siłami pływowymi lekkich trzęsień skorupy, powierzchnię naszego naturalnego satelity przez ostatni miliard lat formowały tylko uderzenia mniejszych lub większych ciał kosmicznych.

W najnowszym numerze czasopisma *Nature* Peter H. Schultz z *Brown University* i jego współpracownicy prezentują wyniki badań sugerujące istnienie śladów aktywności księżycowej, która sięgają tylko 10 milionów lat wstecz, a być może trwa nawet obecnie.

Ślady te znaleziono na strukturze nazwanej Ina, po raz pierwszy zidentyfikowanej na obrazach z misji APOLLO. Dokładna analiza wszystkich dostępnych obrazów okolic Iny oraz danych spektroskopowych zebranych przez sondy kosmiczne, przeprowadzona przez grupę Schultza, pozwoliła stwierdzić, że pokazuje ona ślady niedawnej aktywności w postaci braku małych kraterów i wyraźnego zróżnicowania powierzchni poprzecinanej obszarami o bardzo różnym albedo.

Naukowcy sugerują, że procesem powodującym zmiany powierzchni Księżyca są gazy, które w sposób mniej lub bardziej wybuchowy uwalniają się z głębszych obszarów pod poziomem gruntu. Oczywiście obszary takie powinny być jednym z obowiązkowych celów badań przyszłych misji księżycowych.

Leonidy trochę zawiodły

Arkadiusz Olech

/20.11.2006 Warszawa (PAP)/ – Aktywność tegorocznych Leonidów sięgnęła poziomu 60 meteorów na godzinę – informują strony internetowe *International Meteor Organization* (IMO).

Według zapowiedzi modeli opisujących zachowanie się roju Leonidów, nad ranem w nocy z 18 na 19 listopada około godziny 5:58 naszego czasu Ziemia miała spotkać się z drobinami wyrzuconymi z komety 55P/Tempel-Tuttle w roku 1932. Astronomowie szacowali, że możemy liczyć nawet na od 100 do 400 meteorów na godzinę.

Rzeczywistość jednak znów boleśnie zweryfikowała te oczekiwania pokazując, jak trudne w modelowaniu są roje meteorów i jak mało wciąż o nich wiemy. Z obserwacji wizualnych zebranych przez *International Meteor Organization* (IMO) i zaprezentowanych na stronach internetowych tej organizacji wynika, że wprawdzie naukowcy dość dobrze przewidzieli moment wzmożonej aktywności, ale znacznie zawyżyli oczekiwane liczby godzinne.

Z obserwacji wynika, że przez prawie całą noc aktywność roju utrzymywała się na poziomie około 20 zjawisk na godzinę. Coś drgnęło około godziny 4:30, kiedy liczba zjawisk zaczęła rosnać, by w okolicach 5:30 naszego czasu osiągnąć maksimum sięgające około 60 *spadających gwiazd* na godzinę.

Na większości terytorium naszego kraju pogoda nie pozwoliła podziwiać maksymalnej aktywności Leonidów – skutecznie uniemożliwiły to chmury lub mgła. W zasadzie tylko obserwatorzy znajdujący się we wschodniej części Polski mieli szansę na dojrzenie maksimum Leonidów.

Villalbeto de la Peña – superbolid nad Hiszpanią

Mariusz Wiśniewski

Dla wielu osób, a szczególnie dla zainteresowanych meteorami i meteorytami 4 stycznia 2004 w Hiszpanii był szczególnym dniem. Na niedzielnym wieczornym niebie, o 16:46:45 UT nad północną Hiszpanią pojawił się niesamowicie jasny bolid, którego przelot widziały tysiące ludzi.

Obserwacja takich zjawisk ma szczególnie ważne znaczenie, ponieważ może dać nam informacje o ilości i wielkości ciał poruszających się po orbitach przecinających ziemią oraz o energii, jaka wydziela się przy przejściu przez atmosferę. Jeżeli do tego uda się znaleźć meteoryty z tego przelotu, uzyskamy informacje o tym z czego to ciało było złożone.

Przelot bolidu nad Hiszpanią

Bolid pojawił się tuż nad północną granicą portugalsko-hiszpańską. Lecąc pod kątem ok 30 stopni do podłoża, *zwidził* Hiszpańskie prowincje: Zamorę, Leon i Palencję, przemierzając ok. 150 km, po czym przestał być widoczny. Naoczni świadkowie widzieli go w promieniu 600 km. Bolid został zarejestrowany na kamerze video oraz na wielu fotografiach. Zapis video pokazał, że podczas przelotu występowało wiele wybuchów wraz z główną fragmentacją, która nastąpiła na wysokości 28 km. Efekty dźwiękowe w postaci huków były wyraźnie słyszalne na dużym obszarze. Odczuwalne były nawet fale ciśnienia, które powodowały drżenie szyb w oknach. Ślad po przelocie był dostrzegalny przez prawie 35 minut!

Głównym materiałem do badań przelotu był zapis na kamerze video zarejestrowany z miasta Leon. Bolid widoczny był między budynkami nad ulicą. Taśma MiniDV została zgrana na komputer i wszystkie klatki z bolidem poddano wnikliwej analizie. Udało się uzyskać w ten sposób zaledwie 50 klatek. Zapis video był kolorowy, rozdzielono go na trzy składowe kolory RGB. Składowa niebieska i zielona były praktycznie całkowicie prześwietlone ze względu na jeszcze bardzo jasne o tej godzinie niebo. Na szczęście udało się uzyskać pomiary pozycji bolidu ze składowej czerwonej.

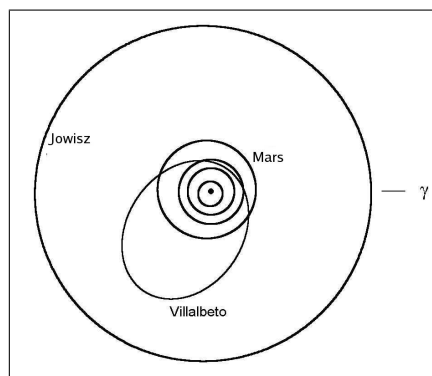
Sam bolid był mocno prześwietlony i na podstawie tego zapisu udało się oszacować jedynie jego przybliżoną jasność. Do dopasowania jasności wykorzystane zostało otoczenie prześwietlonego punktu. Zastosowana została funkcja Moffat używana w astronomicznych obserwacjach dla prześwietlonych obiektów. Ze względu na niewielką rozdzielczość kamery (oraz jakość optyki) założone zostało punktowe źródło światła. Na szczęście w polu widzenia znalazł się Księżyc, który posłużył jako punkt odniesienia dla skali jasności. Do obliczeń przyjęta została znana jasność Księżyca w filtrze R dla tej fazy (11.6 mag). Uzyskana została w ten sposób jasność absolutna bolidu wynosząca –18 mag. W wyniku obliczeń trajektorii lotu ustalono, że wpadł on w atmosferę z prędkością zaledwie 17 km/s oraz że początkowa masa wynosiła około 640 kg.

Wstrząsy sejsmiczne i infradźwięki

Fale w powietrzu zarejestrowane zostały przez automatyczną szerokopasmową stację sejsmiczną EARI położoną w Arriondad w Hiszpanii (43.3 N, -5.21 E). O 16:52:01 pojawił się wyraźny sygnał powyżej 20 Hz



Rysunek 1: MAPA PRZELOTU VILLALBETO DE LA PEÑA.



Rysunek 2: ORBITA VILLALBETO DE LA PEÑA.

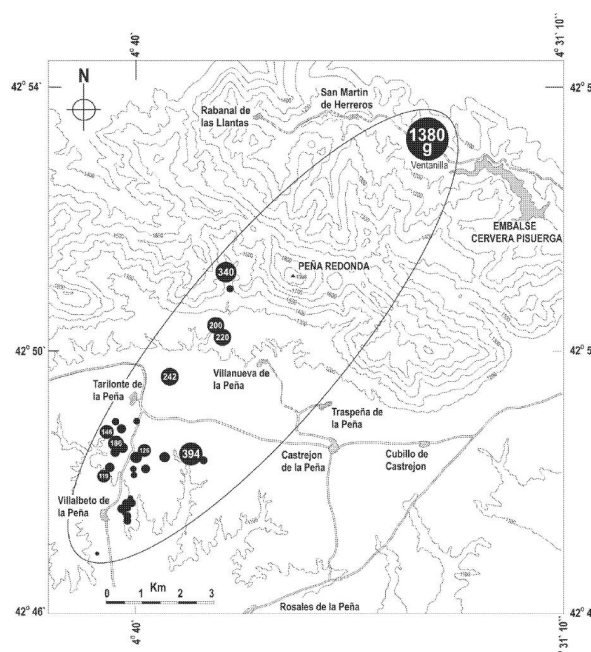
trwający 30 s. Jego charakterystyka wskazywała, że jest to fala powietrza (zmiana ciśnienia). Policzony został dokładny model atmosfery nad tym rejonem Hiszpanii na podstawie danych meteorologicznych na moment pojawienia się bolidu. Trajektoria przelotu potraktowana została jako źródło obserwowanej fali. Teoretyczne opóźnienia czasowe i ich charakterystyka porównane zostały z wynikami ze stacji sejsmicznej. Udało się w ten sposób ustalić, że obserwowane efekty powiązane są nie z przelotem, a z momentem fragmentacji bolidu. Obserwacje fali powietrza wykorzystane zostały do policzenia uwolnionej energii. Rezultaty w pełni zgodziły się z wynikami uzyskanymi z pomiarów fotometrycznych.

Bolidy są również naturalnymi źródłami infradźwięków. Przeprowadzone zostały poszukiwania możliwych zapisów infradźwięków w Europie. Udało się znaleźć sygnał jedynie w *Flers array* w Normandii (48.76 N, 0.48 W) o 17:33:53 UT trwający około 26 s. Dodatkowo zgodny był azymut, pod jakim fala przybyła do stacji pomiarowej. Analizy wykazały, że powinna mieć pochodzenie stratosferyczne. Po raz kolejny potwierdziły się wyznaczenia uzyskane z wcześniejszych obliczeń.

Odszukanie meteorytu i analiza chemiczna

Wstępne obliczenia prawdopodobnego miejsca upadku meteorytu przeprowadzone zostały w kilka dni po zjawisku. Pierwszy piękny czarny okaz udało się znaleźć w pobliżu Villalbeto de la Peña na północ od Palencji już 11 stycznia, czyli w zaledwie tydzień po zdarzeniu. W następnych tygodniach grupa poszukiwawcza przeprowadziła bardzo intensywną kampanię, by zebrać możliwie najwięcej *ciepłych* okazów. Łącznie udało się znaleźć aż 4.6 kg meteorytów o różnych rozmiarach: od 1380 g po bardzo drobne fragmenty. Rozsiane były po obszarze elipsy o rozmiarach 20 na 6 km.

Typowa gęstość meteorytu Villalbeto de la Peña wynosi 3.42 g/cm^3 co jest zgodne z chondrytami L6. Został ustalony szczegółowy skład chemiczny znalezionych próbek. Szczególne znaczenie w takiej analizie mają ilości izotopów pierwiastków. Na tej podstawie próbowano opisać historię meteoroidu przed wejściem w atmosferę. Najwięcej wniosły tu dwa pierwsze meteoryty znalezione tuż po spadku. Meteoroid, przemierzając Układ Słoneczny, naświetlany jest przez promieniowanie kosmiczne. Zawartość krótko żyjących izotopów szczególnie mocno zależy od wielkości ciała macierzystego. Ustalono, że meteoroid mógł mieć około 80 cm średnicy oraz masę między 610 a 910 kg co zgadza się z szacunkami na podstawie pomiarów fotometrycznych i sejsmicznych.



Rysunek 3: ELIPSA SPADKU VILLALBETO DE LA PEÑA.

między 610 a 910 kg co zgadza się z szacunkami na podstawie pomiarów fotometrycznych i sejsmicznych.

Hiszpańska Sieć Bolidowa

Mariusz Wiśniewski

Długo można by pisać o hiszpańskich obserwacjach meteorów. Ciepły klimat i dużo częściej pogodne niż u nas niebo sprzyjają dużemu zainteresowaniu *spadającymi gwiazdami*. Jest wiele klubów astronomicznych których członkowie wykonują obserwacje wizualne, fotograficzne, a nawet video. Opisanie historii hiszpańskich obserwacji meteorów podobnie jak zrobiłem to dla fińskich obserwacji wypełniłoby zapewne większość numeru CYRQLARZ-a. Skoncentruję się jedynie na sieci obserwacji meteorów organizowanej przez profesjonalistów. Przypomina ona do złudzenia nasz PFN.

Pierwsza sieć fotograficzna powstała w prowincji Teruel podczas maksimum Perseidów w 1992 roku. Udało się wówczas policzyć orbity dla trzech meteorów z tego roju. Następną sieć uruchomiona została na

Perseidy w 1993 roku. Zarejestrowany został wówczas niesamowity bolid o jasności -9 mag.

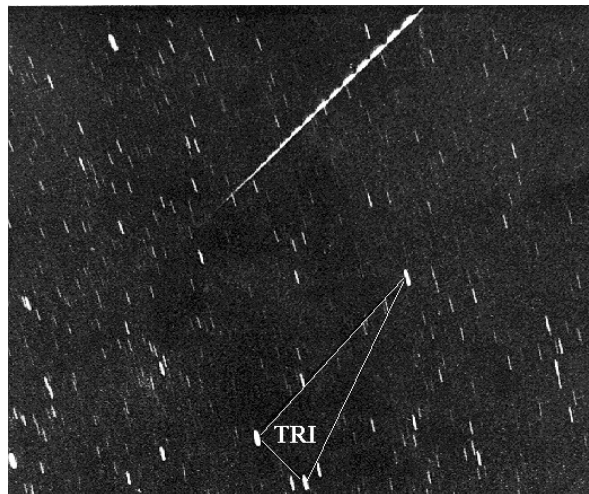
Spanish Meteor Network (SPMN), znana również jako *Spanish Fireball Network*, powstała w 1997 roku w celu studiowania materii międzyplanetarnej. Ten projekt badawczy połączył poszukiwania prowadzone przez 3 uniwersytety w Janumie, Walencji i Barcelonie oraz instytuty *Catalonian Insitute for Space Studies* (IEEC), *Laboratorio de Astrofisica Espacial y Fisica Fundamental* (LAEFF) i *National Institute for Aerospace Research* (INTA). Od 1999 roku aktywność SPMN koncentruje się głównie na tworzeniu automatycznej sieci obserwacji bolidów. Jako jedni z pierwszych zastosowali wysokiej rozdzielczości kamery CCD obejmujące polem widzenia całe niebo.

Jednym z największych sukcesów SPMN była rekonstrukcja trajektorii lotu dziennego bolidu, który pojawił się 4 stycznia 2004, nazwanego Villalbeto de la Peña¹. Udało się odnaleźć 5 kg meteorytów należących do tego spadku. Był to w Hiszpanii pierwszy przypadek odnalezienia meteorytu od razu po spadku od 1947 roku. Dodatkowo udało się ustalić orbitę, po jakiej wcześniej poruszało się to ciało w Układzie Słonecznym. Jest to dziewiąty przypadek w historii, gdy poznaliśmy orbitę meteorytu, który można było zbadać w laboratoriach.

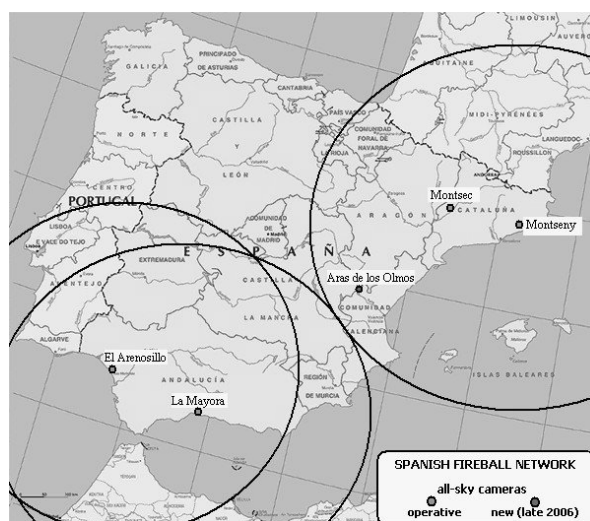
Dzięki dużej liczbie stacji możliwe jest śledzenie aktywności rojów meteorów oraz wychwytywane są pojawienia się bolidów nad Hiszpanią i krajami ościennymi. Amatorzy astronomii uczestniczą aktywnie w działaniu sieci SPMN w ramach różnych projektów takich jak obserwacje fotograficzne i video, analizowanie danych i liczenie orbit. Głównym celem SPMN jest zwiększanie wiedzy o interakcji pomiędzy meteoroidami i atmosferą ziemską, analiza dynamicznych aspektów drogi meteoroidu na Ziemię oraz o roli, jaką tego typu ciała miały w kształtowaniu życia na Ziemi. Interdyscyplinarna grupa naukowców pracujących w SPMN analizuje te zagadnienia pod każdym kątem, włącznie z mineralogicznym i chemicznym badaniem meteorytów.

Obserwacje kamerami CCD z obiektami typu rybie oko

Bardzo dużo uwagi poświęcone zostało na uruchomienie automatycznych obserwacji meteorów za pomocą profesjonalnych kamer CCD (by ograniczyć wykorzystanie klisz fotograficznych). Prace nad kamerami obejmującymi całe niebo rozpoczęły się w 2002 roku. W listopadzie 2002 pierwszy prototyp został ukończony przez A. J. Castro-Tirado. Cały rok trwało dopracowywanie szczegółów technicznych oraz pisanie specjalnego oprogramowania do redukcji danych dającego sobie radę z polem widzenia obejmującym całe niebo. Pierwsze dwie stacje postawione zostały w Andaluzji i pracują od 2004 roku. Następne dwie stacje uruchomione zostały w 2005 roku w Walencji i Castello. Planowane jest rozmieszczenie kolejnych takich stacji, by za pomocą kamer CCD pokryć całe niebo nad Hiszpanią. Sieć nastawiona jest na wyłapywanie przede wszystkim najjaśniejszych bolidów o jasnościach powyżej -17 mag nazywanych superboli-



Rysunek 1: PERSEID ZAREJESTROWANY PODCZAS PIERWSZYCH PRÓB SPRZĘTU W 1991 ROKU.



Rysunek 2: MAPA SIECI SPMN

¹O tym bolidzie Mariusz Wiśniewski pisze we wcześniejszym artykule.

dami. Te niezwykle zjawiska są z reguły wywoływane przez ciała o masie większej niż 1000 kg oraz rozmiarze między 0.1 m, a kilkoma metrami (w zależności od składu chemicznego). Wejście w atmosferę tak dużych meteoroidów może wiele powiedzieć o obiektach NEO przecinających orbitę ziemską. Ich duże ilości mogą wskazywać na bliską obecność ciała macierzystego tych bolidów. Przy tak jasnych zjawiskach istnieje również duże prawdopodobieństwo dotarcia części materii do powierzchni Ziemi.

Stacje oparte są o kamery CCD Apogee AP16E z obiektywami Nikona 16 mm f/3.5. Kamera ma chip Kodak KAF168001 posiadający 4096 na 4096 pikseli (16 megapikseli). Typowy czas ekspozycji wykorzystywany podczas obserwacji wynosi 30 sekund. Podobnego czasu kamera potrzebuje by zapisać ten ogromny obrazek. Z tego powodu w każdej stacji są dwie takie kamery obserwujące i czytające na przemian. Czas odczytu wydaje się ogromny w porównaniu z cyfrowymi aparatami wykonującymi 5 klatek na sekundę, ale mamy tu do czynienia z profesjonalnymi kamerami do celów astronomicznych o niskim szumie odczytu i 16-bitowej skali jasności (obrazki RAW w cyfrowych lustrzankach mają obecnie 12-bitową skalę jasności, standardowy JPEG ma zaledwie 8 bitów na kolor). Obrazki z kamer zajmują po 33 MB i zapisywane są przez komputery sterujące. Każda kamera generuje 1.2 GB danych na godzinę. Cała sieć SPMN posiada 8 kamer. Oznacza to 9.6 GB danych co godzinę.

Nr	Miejscowość	Prowincja	Współrzędne geograficzne
1.	El Arenosillo	Huelva	W 06.43.58, N 37.06.16, 40 m
2.	La Mayora	Malaga	W 04.02.40, N 36.45.35, 60 m
3.	Aras de los Olmos	Valencia	W 01.06.32, N 39.56.56, 1300 m
4.	Vistabella	Castello	W 00.15.56, N 40.16.43, 1050 m

Tablica 1: SIEĆ SPMN (4 STACJE)

Ze względu na szerokokątny obraz nie udało im się od razu zrobić shuttera; konieczne okazało się zastosowanie kamer video i aparatów fotograficznych z shutterami obserwujących równocześnie niebo. Obecnie każda kamera posiada już własny shutter.

Efektywność kamer CCD określa się zwykle parametrem wydajności kwantowej (QE). Mierzy on jaka jest wydajność zamiany fotonów w sygnał elektryczny. Kamery CCD pokrywają dość szerokie spektrum elektromagnetyczne. Kamery AP16E posiadają zakres pracy od 300 do 1050 nm, ale jedynie w zakresie od 410 do 870 nm ich wydajność jest większa niż 30%. Jest to obszar w którym dociera do nas większość promieniowania od meteorów.

Podczas ciemnych nocy system może sięgnąć 10 mag dla gwiazd w zenicie i ok 8 mag poniżej 65 stopni od zenitu. Widoczność przy horyzoncie zależy od jakości pogody. Jasność meteorów będzie zależała od ich prędkości (podobnie jak ma to miejsce przy meteorach na fotografii). Jeśli meteor będzie poruszał się szybciej po CCD, zostanie zarejestrowany jako słabszy niż był faktycznie. W celu wyznaczenia zależności widoczności granicznej od położenia meteoru na obrazku oraz jego prędkości zostały przeprowadzone różne symulacje. W symulacjach uwzględniane były również takie efekty, jak: odległość do meteoru, winietowanie obiektywu i ekstynkcja atmosferyczna. Okazało się, że w zenicie dla wolnych zjawisk zasięg sięga nawet 2 mag a dla bardzo szybkich około 0 mag.

Dokładna fotometria każdego momentu na trasie przelotu meteoroidu jest konieczna do uzyskania informacji o jego masie. Niestety, jasne zjawiska mocno prześwietlają się na obrazach CCD, często elektrony wylewają się na sąsiednie piksele uniemożliwiając bezpośredni pomiar. Opracowane zostały metody, aby przeliczać takie obrazy w celu uzyskania wartościowych informacji o najjaśniejszych bolidach. Również oni (my w PFN też już do tego doszliśmy) przekonali się, że konieczne jest zdefiniowanie na nowo systemu określania jasności meteorów dla danych z kamer CCD. Zwyczajny panchromatyczny system jasności nie może być tu stosowany, gdyż zakres fal przy obserwacjach kamerami CCD jest znacznie większy.

Do astrometrii wykorzystywane są standardowe metody stosowane dla fotograficznych obiektywów szerokokątnych. Do liczenia siatki współrzędnych wykorzystywane są tylko bliskie meteorowi gwiazdy. Proces analizy obrazów i liczenia współrzędnych został całkowicie zautomatyzowany. Obliczanie orbit oparte jest o czeski program MORB napisany przez Ceplechę z Obserwatorium w Ondrejovie.

4096 pikseli kamery odpowiada 150 stopniom na niebie, więc nie jest to tak do końca pełne niebo. Tracone są jednak tylko obszary tuż przy horyzoncie, nieprzydatne do obliczeń ze względu na duże zniekształcenia obrazu, słaby zasięg i przeszkody terenowe. Typowo udaje się uzyskać dokładność współrzędnych

na poziomie 2.2 minut kątowych. W szczególnych przypadkach udaje uzyskać się nawet dwa razy większą dokładność. Mimo to konieczne byłoby zastosowanie CCD o 5 razy większej ilości pikseli (80 megapikseli!) aby osiągnąć rozdzielczości jakie uzyskiwane są na kliszach fotograficznych stosowanych w czeskich stacjach Europejskiej Sieci Bolidowej.

Spektroskopia

Dwie stacje zlokalizowane w Andaluzji wyposażone zostały dodatkowo w kamery CCD ST8E oraz obiektywy Canon 50 mm f/2.8 i siatki dyfrakcyjne o gęstości 1200 linii/mm. Stworzony w ten sposób spektrograf posiadał pole widzenia 16 na 11 stopni. 12 sierpnia 2004 udało się zarejestrować pierwsze spektrum Perseida. Spektroskopy takie znajdują się w całej hiszpańskiej sieci bolidowej.

Podsumowanie

Hiszpańska Sieć Bolidowa jest jedną z najbardziej zaawansowanych technicznie, choć pod względem rozdzielczości ustępuje czeskiej oraz australijskiej (opartej o czeskie projekty). Póki co, niewiele jest orbit meteorów opublikowanych przez Hiszpanów. Sieć na dobrą sprawę pracuje na pełnych obrotach dopiero od 2004 roku. W tym samym czasie ruszyła również nasza sieć PFN, więc można powiedzieć, że jesteśmy na podobnym etapie rozwoju – choć trzeba przyznać, że w kilku sferach analitycznych już nas trochę wyprzedzili.

Bardzo mocną stroną SPMN są zajmujący się nią ludzie: pracownicy kilku uczelni i instytutów, dla których meteory są głównym zawodowym zajęciem. Głównymi osobami pracującymi zawodowo w hiszpańskiej sieci są: prof. Jordi Llorca (UPC, analizy meteoroidów), dr Josep M. Trigo-Rodriguez (UCLA, liczenie orbit i spektroskopia meteoroidów), dr Alberto Castro-Tirado (LAEFF-INTA E IAA-CSIC, techniki CCD w obserwacjach meteoroidów), dr Jose L. Ortiz (IAA-CSIC, badania związków między małymi ciałami a meteoroidami), dr Jose A. Docobo (USC, metody detekcji bolidów i superbolidów). Wiele z tych osób spędziło sporo czasu w czeskim Odreovie. Josep M. Trigo-Rodriguez zrobił tam nawet doktorat. Sieć jest również otwarta na amatorów. Mogą oni uczestniczyć w projekcie zarówno wykonując obserwacje własnym sprzętem, jak i przy obrabianiu danych.

W tym roku Hiszpanie będą gospodarzami konferencji *Meteoroids 2007* w Barcelonie, poświęconej drobnej materii w Układzie Słonecznym. Strona projektu: <http://www.spmn.uji.es/>.

■

Perseidy i sortowanie według masy

Radosław Poleski

Opierając się na wybranych publikacjach oraz wynikach analizy danych z sieci AKM postaram się pokazać bardzo ciekawe zjawisko — sortowanie wg masy (z ang. mass sorting; może ktoś wymyśli lepsze polskie tłumaczenie) w przypadku roju Perseidów. Polega ono na tym, że parametry niektórych rojów zmieniają się, gdy analizowane są zjawiska o różnych masach. Tymi parametrami mogą być np. elementy orbit lub rozkład jasności. Oczywiście nie jesteśmy w stanie wyznaczyć mas meteoroidów bezpośrednio w czasie obserwacji. Im większa, a zatem i cięższa, bryłka materii wpada w ziemską atmosferę, tym więcej atomów może zjonizować i tym jaśniejszy meteor możemy obserwować.

Można zadać sobie pytanie, dlaczego meteory o różnych masach, ale z tego samego roju, mają mieć inne parametry. Możliwością jest kilka: działanie wiatru słonecznego, różnice w orbitach wywołane oddziaływaniami innych planet, efekt Jarkovskiego (tylko w przypadku największych ciał) lub różnymi momentami wyrzucenia danych cząstek z ciała macierzystego. Na cząstki wyrzucone wcześniej dłużej działają ww. czynniki i strumień rozprasza się w przestrzeni. Widzimy więc, że badanie sortowania wg masy może powiedzieć nam coś o zewnętrznych siłach działających na materię meteoroidową i umożliwić lepsze modelowanie aktywności rojów.

Odległość d [°]	σ_d	Prędkość kątowa ω	σ_ω
0	0°5	2°5 /s	1°0 /s
5	0°9	7°5 /s	1°5 /s
15	1°3	12°5 /s	1°9 /s
30	1°5	17°5 /s	2°3 /s
50	1°7	22°5 /s	2°6 /s
70	1°8	27°5 /s	2°9 /s
		32°5/s	3°0 /s

Tablica 1: ODCHYLENIE STANDARDOWE UŻYTE DO OBLICZEŃ W PROGRAMIE RADIANT

W pracy [1] dokładnie przeanalizowano położenie radiantu Perseidów na podstawie danych sieci AKM. W latach 1993-2001 kamery należące do tej sieci zaobserwowały w dniach od 1 lipca do 25 sierpnia łącznie 11933 meteory, z których większość była obserwowana w latach 1999–2001. Były to obserwacje z pojedynczych stacji, nienastawione na obserwacje bazowe, choć często prowadzone z wykorzystaniem wzmacniacza obrazu. Dziwić może użycie do analizy programem Radiant nowych wartości niepewności wyznaczenia prędkości i położenia meteorów. Przedstawia je Tabela 1.

W porównaniu z wcześniejszymi oszacowaniami (podanymi m.in. przez Mariusza Wiśniewskiego w CYRQLARZ-u nr 166) widzimy, że niepewności wyznaczenia prędkości są mniejsze dla małych prędkości i większe dla dużych, a odległości od radiantu — mniejsze nawet trzykrotnie.

Głównym celem pracy było wyznaczenie położenia i dryfu radiantu. Okazało się, że dryf jest wystarczająco równomierny, by przybliżyć go liniowo w długości ekliptycznej jako $1^{\circ}02/d$ lub inaczej mówiąc $1^{\circ}09/1^{\circ}$ długości ekliptycznej Słońca. Dryf w szerokości ekliptycznej jest pomijalnie mały i rzadko używany w praktyce. Jego wartość oszacowano na $0^{\circ}007/1^{\circ}$ długości ekliptycznej Słońca. Współrzędne radiantu w czasie maksimum ($\lambda_{\odot} = 140^{\circ}$) określono na $\alpha = 48^{\circ}29'$ i $\delta = 58^{\circ}21'$. Są to wyniki zgodne z zawartymi w kalendarzu IMO, więc nie wprowadzają konieczności ponownej analizy meteorów obserwowanych wizualnie.

Przedyskutowano także możliwości istnienia tzw. wczesnych Perseidów. Z przedstawionych danych nie wynika, kiedy dokładnie rozpoczyna się aktywność tego roju. Ma to miejsce 22 lipca lub wcześniej. Dane z wcześniejszego okresu nie pokazują jednego dobrze określonego źródła aktywności meteorowej¹. Przyjmuje się, że Perseidy są aktywne od 17 lipca, choć są przypuszczenia, że ma to miejsce wcześniej.

Kolejnym ciekawym punktem pracy [1] jest przedstawienie historii odkrywania i aktualnych wyników dotyczących problemu wymienionego w tytule niniejszego artykułu. W pracy [2] autorzy modelowali ruch cząstek wyrzucanych z ciała macierzystego Perseidów, komety 109P/Swift-Tuttle, w latach od 59 do 1862 n.e. Z obliczeń wynika, że w dzisiejszych czasach powinniśmy obserwować rój o radiancie $\alpha = 46^{\circ}1' \pm 0^{\circ}1'$ i $\delta = 57^{\circ}66' \pm 0^{\circ}05'$ z maksimum dla $\lambda_{\odot} = 139^{\circ}7'$. W pracy [1] autor znajduje dla $\lambda_{\odot} = 139^{\circ}6'$ pozycję $\alpha = 47^{\circ}0'$ i $\delta = 57^{\circ}9'$ z niepewnością oszacowaną na $0^{\circ}2'$.

Rysunek 1 (ilustracja pierwsza z lewej) przedstawia mapę prawdopodobieństwa, stworzoną przy użyciu programu Radiant z obserwacji sieci AKM w latach 1993–2005, która obrazuje położenie radiantu Perseidów. Na jej podstawie, przy użyciu opcji Area, oszacowałem położenie radiantu na $\alpha = 47^{\circ}14'$ i $\delta = 57^{\circ}84'$. Widzimy tu dość dobrą zgodność z przewidywaniami teoretycznymi dla deklinacji, ale raczej słabą dla rektascencji. W [1] wskazano, że przyczyną może być to, że do stworzenia modelu używano meteorów obserwowanych fotograficznie — czyli jaśniejszych i cięższych niż te, które są w zasięgu kamer (szczególnie tych wyposażonych we wzmacniacze obrazu).

W pracy [1] pokazano, jak zmienia się położenie punktu, z którego wydają się wybiegać Perseidy, w okresie maksimum aktywności w trzech przedziałach jasności meteorów: jaśniejszych niż 1^m0 , pomiędzy 1^m0 i 2^m7 , oraz słabszych niż 2^m7 . Wyraźnie widoczne jest, że meteory jaśniejsze mają radiant położony bardziej na zachód. Obecnie w internecie dostępne są dane do roku 2005 włącznie, więc pozwalają na dokładniejszą ocenę obserwowanego położenia Perseidów, ze względu na większą ilość meteorów, co uczyniłem. Co ciekawe, sam autor programu Radiant chyba nie do końca pamięta o wszystkich jego możliwościach. Do analizy używa on tylko danych z okolic maksimum aktywności z przedziałem o szerokości dwóch dni i pisze w [1], że odpowiada to różnym długościom ekliptycznym Słońca w różnych latach. Na szczęście można wybrać z kilkuletniej bazy tylko te meteory, które były obserwowane w danym przedziale długości ekliptycznych Słońca, a nie w danych dniach.

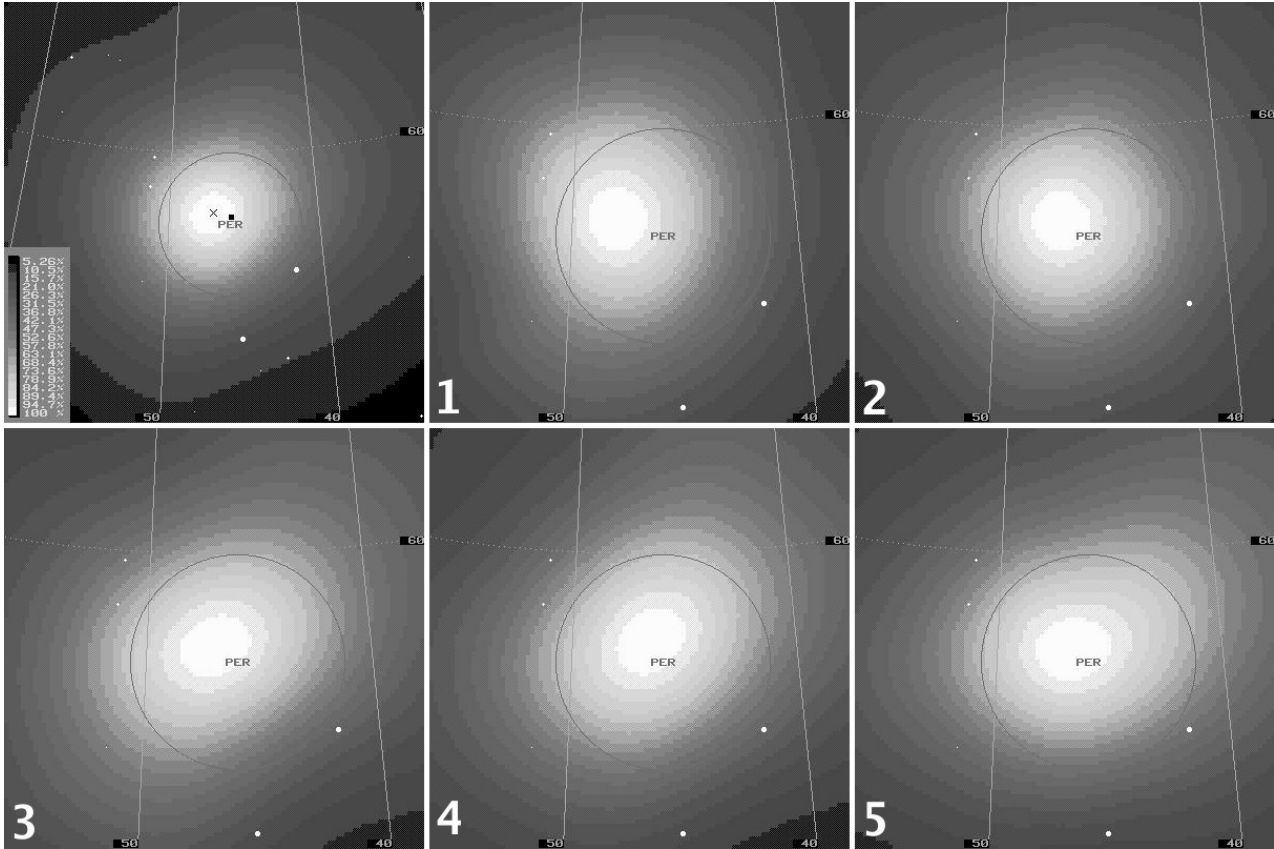
Podzieliłem bazę AKM na pięć przedziałów jasności, tak by ilości meteorów użytych do stworzenia wyników z programu Radiant były zbliżone i w każdym przedziale większe niż te użyte w pracy, na której się opieram. Uzyskane wyniki przedstawiają ilustracje 1–5 na Rysunku 1 oraz Tabela 2, która podaje parametry poszczególnych przedziałów jasności meteorów, oraz podsumowuje uzyskane wyniki.

Masy meteorów oszacowano na podstawie wzoru zaproponowanego w pracy [3]²:

$$m = 40 - 2.5 \log (2.732 \cdot 10^{10} M^{0.92} V_{\infty}^{3.91})$$

¹Obecnie dostępne dane sieci AKM przeczą temu, ale o tym może innym razem.

²Podaję za [1].



Rysunek 1: ILUSTRACJA U GÓRY PO LEWEJ STRONIE TO MAPA UZYSKANA W PROGRAMIE RADIANT, OBRAZUJĄCA POŁOŻENIE RADIANTU PERSEIDÓW. KRZYŻ POKAZUJE WYZNACZONY RADIANT, A CZARNY KWADRAT W ŚRODKU – WYNIKI OBLICZEŃ TEORETYCZNYCH. UŻYTO ODCHYLEŃ STANDARDOWYCH Z TABELI 1 ORAZ METODY PRAWODOPODOBIEŃSTW. ŚRODEK MAPY ODPOWIADA WSPÓŁRZĘDNYM $\alpha = 47^\circ$ ORAZ $\delta = 57^\circ 9'$. ROZDZIELCZOŚĆ MAPY TO 100×100 PIKSELI. PRĘDKOŚĆ GEOCENTRYCZNA 59 km/s , MAKSYMALNA ODLEGŁOŚĆ METEORÓW OD CENTRUM MAPY TO 60° , DRYF $1^\circ 02'/\text{D}$, $\lambda_\odot = 139^\circ 7'$. UŻYTO METEORÓW OBSERWOWANYCH W PRZEDZIALE λ_\odot OD $138^\circ 7'$ DO $140^\circ 7'$. POWYŻSZE PARAMETRY SĄ WSPÓLNE DLA WSZYSTKICH MAP W TYM ARTYKULE, TAK SAMO, JAK SKALA JASNOŚCI PIKSELI POKAZANA PO LEWEJ STRONIE. WYŚWIETLONO 1928 METEORÓW. WIELKOŚĆ POJEDYNCZEGO PIKSELA TO $0^\circ 15'$ W PRZYPADKU MAPY Z LEWEJ U GÓRY I $0^\circ 10'$ W POZOSTAŁYCH PRZYPADKACH. ILUSTRACJE 1-5 ODPOWIADAJĄ PARAMETROM Z TABELI 2.

Lp.	Przedział jasności	Przedział mas (g)	Współrzędne radiantu $\alpha [^\circ] \delta [^\circ]$	Ilość meteorów
1	$> 2^m 7$	< 0.0023	47.97 57.85	377
2	$1^m 6 - 2^m 6$	0.0023–0.0070	47.15 57.79	365
3	$0^m 8 - 1^m 5$	0.0070–0.016	46.97 57.83	359
4	$-0^m 3 - 0^m 7$	0.016–0.047	46.55 57.95	401
5	$< -0^m 4$	0.047–8	46.70 57.75	372

Tablica 2: DANE DOTYCZĄCE POSZCZEGÓLNYCH PRZEDZIAŁÓW JASNOŚCI I WYZNACZONE POŁOŻENIE RADIANTU W DANYM PRZEDZIALE.

gdzie m jest jasnością meteoru w [mag], M — masą w [g], a V_{∞} prędkością wejścia w atmosferę w [km/s].

Wszystkie wyniki uzyskano na podstawie meteorów obserwowanych pomiędzy długościami ekliptycznymi Słońca $138^{\circ}7$ i $140^{\circ}7$. Tak wąski przedział wybrany został ze względu na niedoskonałość korekcji położenia meteorów względem danej długości ekliptycznej Słońca ³ (tutaj przyjętej $139^{\circ}7$). Wielkość piksela została zmniejszona do $0^{\circ}1$ w celu dokładniejszego oszacowania położenia radiantu.

Wyraźnie widać, że struktura i położenie radiantu zmienia się. Kształt zmieniałby się zapewne mniej, gdyby użyć większej liczby meteorów w węższych przedziałach jasności. Położenia radiantu oszacowane zostały metodą Area w programie Radiant. Problemy wystąpiły tylko z najjaśniejszym przedziałem, ze względu na nieregularną strukturę. Przesunięcie radiantu w różnych przedziałach jasności zmienia się o ok. $0^{\circ}75$. Analiza w dłuższych okresach czasowych pokazuje większe przesunięcie, ale także bardziej rozmytą strukturę radiantu roju. Dane zawarte w przedostatniej kolumnie Tabeli 2 ilustruje Rysunek 2.

Na koniec jeszcze jeden wątek historii o sortowaniu wg masy i Perseidach. W tym rok ukazała się praca [4]. Autorzy analizowali wizualne obserwacje z lat 1874(!)–2001. Udało im się m.in. dopasować zależność:

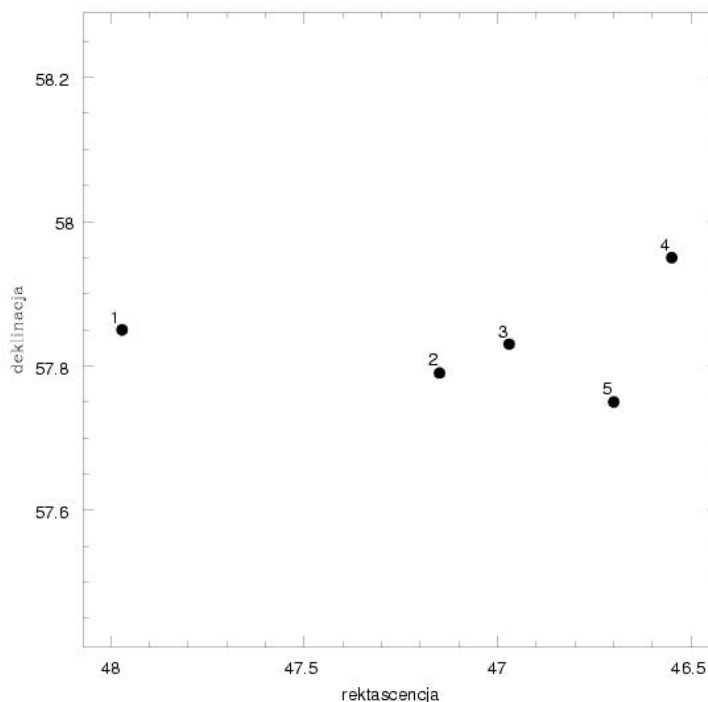
$$\lambda_{\odot} = 139^{\circ}58(\pm 0^{\circ}27) - 0^{\circ}40(\pm 0.13)\log(M_{min})$$

gdzie λ_{\odot} oznacza długość ekliptyczną Słońca, dla której analiza meteorów o masach większych niż M_{min} [g] wykazuje maksimum. Do uzyskania powyższego wzoru użyto $\log(M_{min})$ równego -4 , -3 , -2 , -1 oraz 0 . Widzimy więc, że nie tylko radiant Perseidów zmienia położenie, wraz ze zmianą obserwowanych mas meteorów, ale także moment maksimum ulega wyraźnemu przesunięciu – i to prawie dwóch dni!

Bibliografia

- 1 Arlt, R. (2003), *Radiant ephemeris for the Perseid meteor shower*, *WGN* **31**, 19
- 2 Brown, P., Jones, J. (1998), *Simulation of the Formation and Evolution of the Perseid Meteoroid Stream*, *Icarus* **133**, 36-68
- 3 Verniani, F. (1973), *An Analysis of the Physical Parameters of 5779 faint radio meteors*, *J. Geophys. Res.*, **78**, 8429-8462
- 4 Belkovich, O. I., Ishmukhamentova, M. G. (2006), *Mass Distribution of Perseid Meteoroids*, *Solar System Research*, **40**, 208

■



Rysunek 2: POŁOŻENIE RADIANTU PERSEIDÓW O RÓŻNYCH PRZEDZIAŁACH JASNOŚCI. NUMERY IDENTYFIKUJĄ ODPOWIEDNIE PRZEDZIAŁY Z TABELI 2. TYLKO PUNKT 5 ODBIEGA OD WIDOCZNEGO TRENDU PRZESUNIĘCIA RADIANTU.

³Tu istotną rolę odgrywa dryf w szerokości ekliptycznej, o którym wspomniano wcześniej.

Dane do wizualnych obserwacji meteorów

Ewa Zegler

Monocerotydy (MON)

Rój odkryty przez Whipple'a w 1954 roku, związany z kometa Mellish (D/1917 F1). Przepuszczalnie to właśnie Monocerotydy odpowiedzialne są za pojawienie się pewnej liczby obserwowanych w starożytności bolidów, które kiedyś przypisywano Geminidom. Około połowa okresu aktywności Monocerotydów pokrywa się z aktywnością Geminidów. Radianty obu rojów leżą blisko siebie w tym samym rejonie nieba, stąd problemy w wyznaczaniu ich przynależności podczas obserwacji. Prędkości zjawisk również są porównywalne. Chcąc prawidłowo wyznaczyć przynależność meteorów podczas ich zliczania, należy wybrać takie pola do obserwacji, które pozwolą rozróżnić meteory z tych dwóch źródeł. Takimi polami będą obszary nieba leżące na południowy wschód oraz na północny zachód od linii łączącej oba radianty.

σ-Hydrydy (HYD)

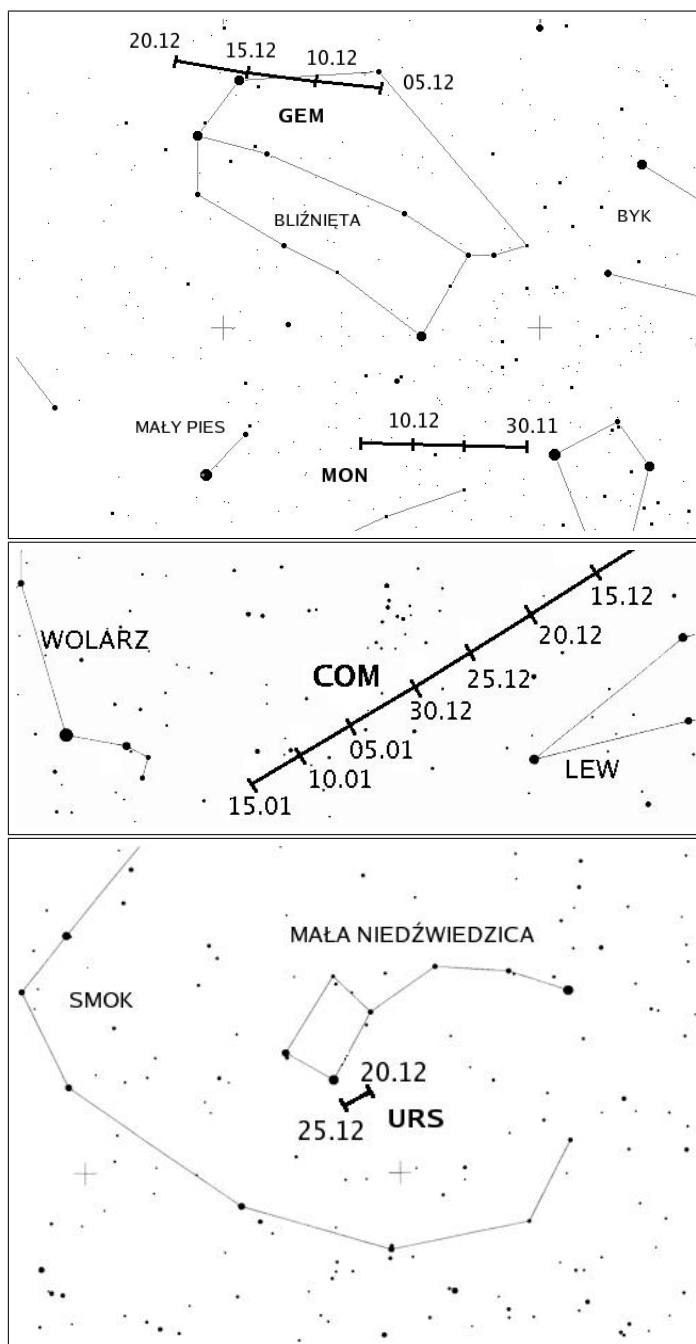
Ich istnienia dowiedziano dzięki prowadzonym w latach 1952–1954 badaniom fotograficznym *Harvard Meteor Project*. Rój słabo poznany, wymieniany jest w wielu zestawieniach, ale brak szerszych danych na jego temat. Podobnie jak w przypadku Monocerotydów, przyczyną tego może być poświęcanie uwagi dominującym w tym czasie na niebie Geminidom.

Geminidy (GEM)

W tym roku wystąpienie maksimum Geminidów przewidywane jest na 14 grudnia, na godzinę 10:45 UT ± 2.3 h. Jest to zatem niekorzystny czas dla obserwatorów w Polsce. Malejący Księżyc powinien jednak umożliwić obserwacje w drugiej części okresu aktywności roju.

Coma Berenicydy (COM)

Rój odkryty w ramach *Harvard Meteor Project*. Próbowano powiązać go z kometa Lowe'a (1913 I), jednak ostatecznie ciało macierzyste Coma-Berenicydów pozostaje nieznanne. W tym roku maksimum roju, przypadające na 20 grudnia, zbiega się z nowiem Księżyca, jest to zatem doskonała możliwość zebrania większej ilości obserwacji.



Rysunek 1: POŁOŻENIE RADIANTÓW GEM, MON, COM I URS.

Ursydy (URS)

Zwykle jest to rój dość słaby, wykazuje jednak okresy podwyższonej aktywności. Jeden z największych wybuchów miał miejsce w roku 1945. Co ciekawe, kometa 8P/Tuttle (ciało macierzyste roju) była wówczas znacznie bliżej aphelium niż peryhelium swojej orbity. Sytuacja powtórzyła się w roku 1986. Donoszono też o większej aktywności w roku 1988, 1994 i 2000. Podobne przypadki mogły jednak ująć uwagę obserwatorów, ponieważ Ursydy są aktywne przez dość krótki czas i niesprzyjająca pogoda może całkowicie uniemożliwić obserwacje.

W 1994 maksimum radiowe pojawiło się w momencie $\lambda=270^\circ 8$; rok 2000 przyniósł wzmożoną aktywność z ZHR rzędu 90 widoczną szczególnie w obserwacjach wideo, której główny pik przypadł na $\lambda=270^\circ 78$. Opierając się na tych przesłankach, można przypuszczać, że tegoroczne maksimum pojawi się 22 grudnia około 21:00–21:30 UT. Zwykle maksimum powinno przypaść nieco wcześniej, na godzinę 19 UT. Jak wiadomo, radiant Ursydów jest u nas okołobiegunowy, więc obserwacje można prowadzić przez całą noc — tym bardziej, że Księżyc będzie dwa dni po nowiu.

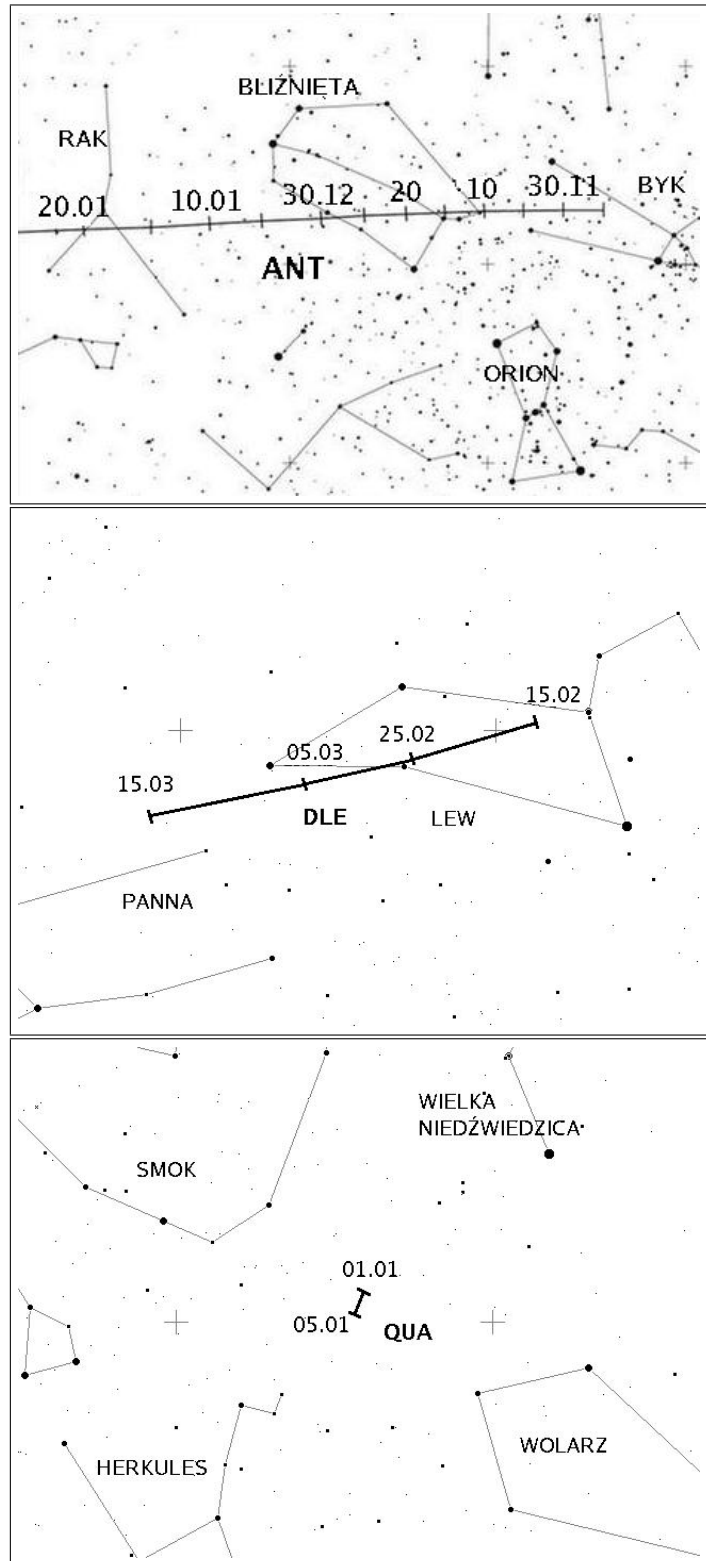
Antyhelion (ANT)

Przypominam, że z listy aktywnych rojów opublikowanej przez IMO zniknęło kilka ekliptycznych rojów — są one teraz ujmowane wspólną nazwą Antyhelion. Największa liczba zjawisk, z liczbami godzinnymi rzędu 3–4, pojawia się w okolicy 17 stycznia. Antyhelion to źródło bardzo rozległe, zatem dla obserwacji wizualnych należy założyć minimalną rozciągłość około 20° w rektascensji i 10° w deklinacji.

Kwadrantydy (QUA)

Przypadająca 3 stycznia pełnia Księżyca utrudni zaobserwowanie maksimum Kwadrantydy, które przewidywane jest na okolice 00:30 UT w nocy 4 stycznia. Główny pik jest krótkotrwały, więc może łatwo zostać przoczony.

Kwadrantydy są jednym z najobfitszych corocznych rojów meteorów (w latach ubiegłych ZHR sięgał nawet wartości 200). Po raz pierwszy został zaobserwowany prawdopodobnie w 1825 roku. Początkowo przypuszczano, że Kwadrantydy są stosunkowo starym rojem; istnienie ostrego maksimum przypisywano występowaniu lokalnych zagęszczeń w strumieniu meteoroidów. Jego ciało macierzyste



Rysunek 2: POŁOŻENIE RADIANTÓW ANT, DLE I QUA.

pozostawało nieznanne aż do 2003 roku. Wtedy to, dzięki rozpoczętemu 10 lat wcześniej wspólnemu programowi NASA i Lowell Observatory o nazwie LONEOS (*Lowell Observatory Near-Earth-Object Search*), przeznaczonemu do poszukiwania planetoid i komet mogących zagrozić Ziemi, odkryto planetoidę 2003 EH1. P. Jenniskens i B. Marsden odkryli, że jej orbita jest bardzo podobna do orbity Kwadrantydów. P. Wiegert i P. Brown obliczyli, że za obecne występowanie charakterystycznego krótkiego, silnego maksimum Kwadrantydów odpowiedzialny jest ślad pozostawiony przez 2003 EH1 około 1800 roku. Z ich symulacji wynika jednak, że nie jest to jedyne ciało macierzyste roju — zidentyfikowali bowiem 5 komet oraz 9 obiektów NEO (Near-Earth-Object), które także mogą być źródłem należących do niego meteoroidów. Wiek strumienia Kwadrantydów oszacowano zaś na co najmniej 3500 lat.

δ-Leonidy (DLE)

Słaby rój o długim okresie aktywności; związany jest z planetoidą (4450) Pan. Pierwsze informacje o nim pochodzą z roku 1911, kiedy to W. F. Denning między 19 lutego a 1 marca zanotował 7 powolnych, pozostawiających ślady meteorów, wybiegających z radiantu o współrzędnych $\alpha=155^\circ$, $\delta=+16^\circ$. Denning donosi również o zaobserwowanym 28 lutego rok wcześniej bolidzie o identycznym radiantcie. Ostatecznym potwierdzeniem istnienia roju stały się dokonane w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX w. analizy obserwacji fotograficznych i radiowych, prowadzonych w ramach wspomnianego *Harvard Meteor Project*. Wykryto 24 δ-Leonidy zarejestrowane fotograficznie; 8 meteorów zarejestrowano techniką radiową.

Liczby godzinne δ-Leonidów są niskie: w maksimum ZHR osiąga 2–3. Meteory wolne: $V_\infty=23$ km/s. Ze względu na występowanie dużej liczby słabych meteorów rój polecany jest również obserwatorom teleskopowym. Obserwatorzy wizualni powinni zaś szczególnie starannie odwzorowywać na mapach trasy δ-Leonidów, aby rozróżnić je od meteorów z Antyheliu.

Obserwacje wizualne i teleskopowe w roku 2006 — podsumowanie

Wszystkich obserwatorów prosimy o przysłanie obserwacji wykonanych w 2006 roku najpóźniej **do końca stycznia roku 2007**. Prosimy także o przysłanie (wraz z obserwacjami lub e-mailem) podsumowania godzinowego wykonanych obserwacji. Pozwoli to upewnić się, że wszystkie Wasze obserwacje zostały dostarczone przez pocztę.

Fazy Księżyca

Nów	Pierwsza kwadra	Pełnia	Ostatnia kwadra
20 listopada	28 listopada	5 grudnia	12 grudnia
20 grudnia	27 grudnia	3 stycznia	11 stycznia
19 stycznia	25 stycznia	2 lutego	10 lutego
17 lutego	24 lutego	3 marca	12 marca

Roje aktywne

Rój	Kod	Aktywność mm.dd–mm.dd	Maksimum mm.dd λ_\odot [°]	Radiant α [°] δ [°]	V_∞ [km/s]	r	ZHR
Monocerotydy	MON	11.27–12.17	12.09 257.00	100 +08	42	3.0	3
σ-Hydrydy	HYD	12.03–12.15	12.12 260.00	127 +02	58	3.0	2
Geminidy	GEM	12.07–12.17	12.14 262.20	112 +33	35	2.6	120
Coma Berenicydy	COM	12.12–01.23	12.20 268.00	175 +25	65	3.0	5
Ursydy	URS	12.17–12.26	12.22 270.70	217 +76	33	3.0	10
Antyheliu	ANT	01.01–12.31			30	3.0	≈3
Kwadrantyd	QUA	01.01–01.05	01.04 283.16	230 +49	41	2.1	120
δ-Leonidy	DLE	02.15–03.10	02.25 336.00	168 +16	23	3.0	2

Roje aktywne – położenie radiantów

			XOR	HYD		MON
5 grudnia	COM	GEM	085 +23	122 +3		091 +8
10 grudnia	169 +27	108 +33	090 +23	126 +2		096 +8
15 grudnia	173 +26	113 +33	094 +23	130 +1	URS	100 +8
20 grudnia	177 +24	118 +32			217 +75	104 +8
	ANT	QUA	COM			
31 grudnia	112 +21	228 +50	186 +20			
5 stycznia	117 +20	231 +49	190 +18			
10 stycznia	122 +19		194 +17			
15 stycznia	127 +17		198 +15			
20 stycznia	132 +16		202 +13			
25 stycznia	138 +15					
30 stycznia	143 +13					
5 lutego	149 +11					
10 lutego	154 +9				DLE	
15 lutego	159 +7				159 +19	
20 lutego	164 +5				164 +18	
28 lutego	172 +2				171 +15	

■

Dane do obserwacji teleskopowych

Radosław Poleski

Geminidy

Bardzo ciekawy rój, także do obserwacji teleskopowych do czego zachęca nawet *Kalendarz rojów IMO*. Powinniśmy obserwować dość dużo zjawisk ze względu na małą prędkość geocentryczną roju. W czasie obserwacji należy zwrócić uwagę, by nie obserwować zbyt blisko radiantu aktywnego w tym samym czasie roju χ -Orionidów. Można tak dobrać centrum pola widzenia, by obserwować dobrze oba te roje, do czego zachęcam. Najlepiej by środki pól były w odległościach 20°–40° od radiantu. Obserwacje może utrudniać Księżyc.

Ursydy

Radiant ma wystarczająco dużą deklinację, by nie zachodził przez całą noc w Polsce. Podobnie jak dla Geminidów, meteory z tego roju wchodzi w ziemską atmosferę z małymi prędkościami, więc są dość duże szanse, że obserwator teleskopowy je zaobserwuje. W tym roku maksimum aktywności tego roju wypada w okolicy nowiu, więc warunki do jego obserwacji będą bardzo dobre.

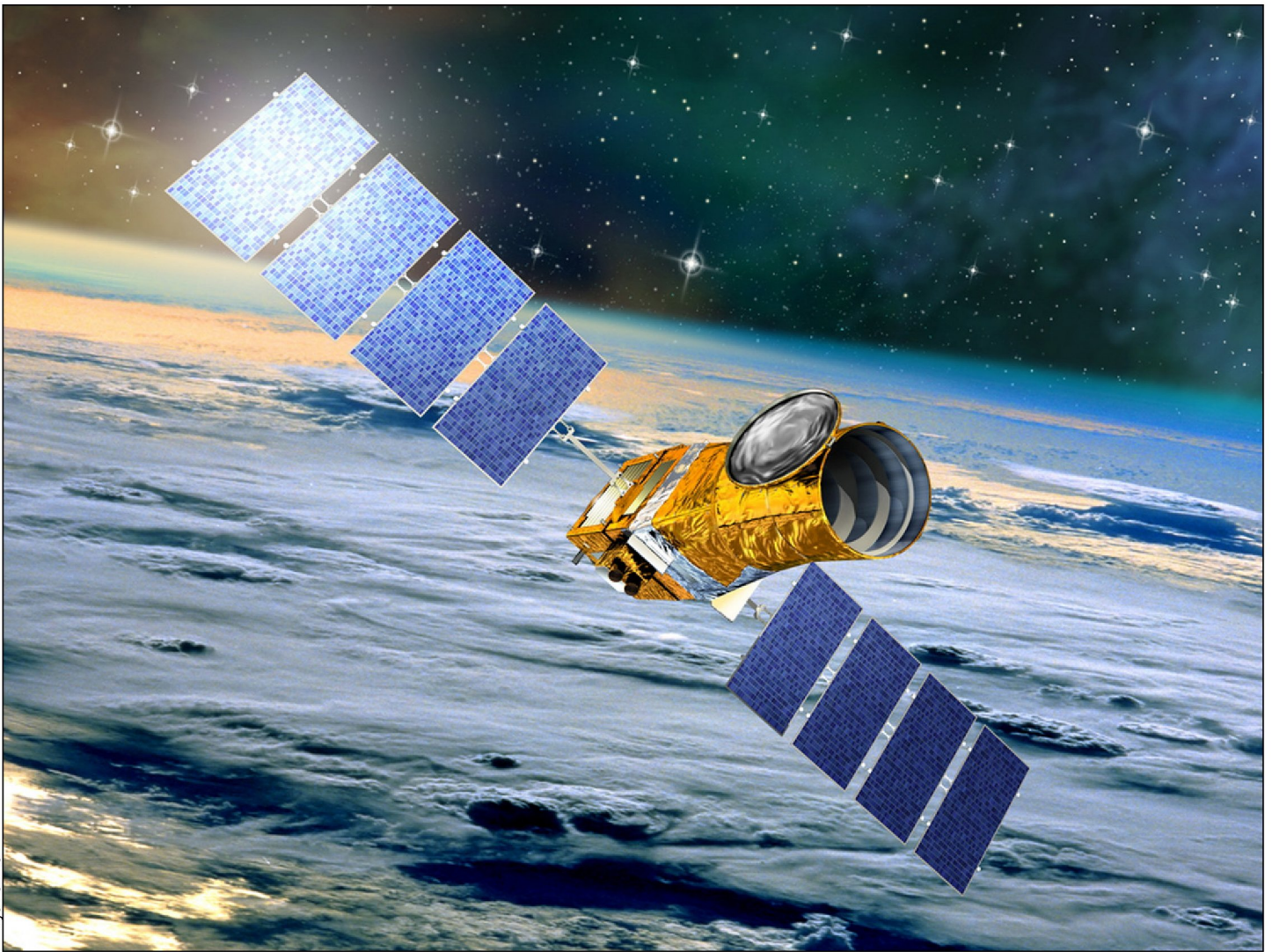
Roje aktywne

Rój	Aktywność mm.dd-mm.dd	Maksimum mm.dd	Radiant α [°] δ [°]	V_{∞} km/s
Geminidy	12.07-12.17	12.14	112 +33	35
χ -Orionidy	11.16-12.16	12.10	082 +23	28
Ursydy	12.17-12.26	12.23	217 +76	33
Draconidy Styczniowe	01.10-01.24	01.15	240 +60	??

Draconidy Styczniowe

Słabo zbadany rój. Ostatnie doniesienia o jego aktywności pochodzą z obserwacji radiowych z roku 1969. Różne źródła podają różne okresy aktywności, tak jak i położenia radiantu, które różnią się o kilka stopni.

■



Rys.: CNES

COROT - w poszukiwaniu Drugiej Ziemi

Pierwszy teleskop kosmiczny do poszukiwania planet pozasłonecznych

Zdecydowana większość z około 200 znanych planet pozasłonecznych została odkryta dzięki obserwacjom naziemnym. Detekcja z orbity, jeśli w ogóle do niej dochodziło, była raczej dziełem przypadku - nie dysponowaliśmy kosmicznym narzędziem przeznaczonym ściśle do poszukiwania planet krążących wokół innych słońc. Dzięki misji COROT (CONvection, ROTation and planetary Transits) sytuacja może się znacząco zmienić.

Francuski teleskop to misja fotometryczna, mająca dwa główne cele: obserwacje astrosejsmologiczne oraz poszukiwanie pozasłonecznych planet. Obydwa cele wymagają możliwie długiej i bardzo precyzyjnej oceny jasności gwiazd, dlatego też satelita będzie obserwował jedynie dwa pola na sferze niebieskiej za to każde, w sposób ciągły, aż przez pięć miesięcy. Taki tryb obserwacji pozwoli również uwolnić się w dużym stopniu od zakłóceń ze strony światła słonecznego i tego dochodzącego z Ziemi.

Promieniowanie rejestrowane będą 4 CCD: dwa dedykowane astrosejsmologii, dwa poszukiwaniem planet. W pierwszym przypadku obserwowana będzie jedna gwiazda podstawowa (tzw. główny cel) oraz dziewięć gwiazd dodatkowych. Równolegle dwa pozostałe CCD będą rejestrowały, z częstością próbkowania 8 minut, jasność około 6000 gwiazd $11.5 < m < 16.0$. COROT będzie szukał planet, które przechodzą przed tarczą swych gwiazd. Skupi swą uwagę na kartach typu G/K, gdyż w innym przypadku (gwiazdy jaśniejsze) zmiana jasności byłaby niezauważalna, jeśli w grę wchodziłaby planeta wielkości Ziemi.

W ciągu trzyletniej misji planowanych jest pięć pięciomiesięcznych sesji obserwacyjnych, jak również kilka sesji krótszych (dwiu-trzytygodniowych) pomiędzy podstawowymi. Jak się szacuje, czas ten wystarczy, by wykryć od 10 do 40 planet wielkości 1.5-4.0 Ziemi, oraz kilkadziesiąt planet jowiszowych.

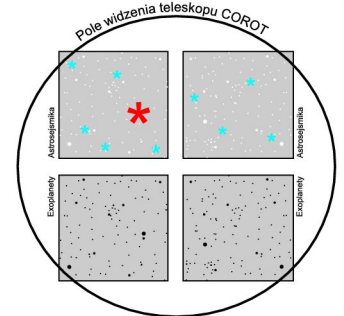
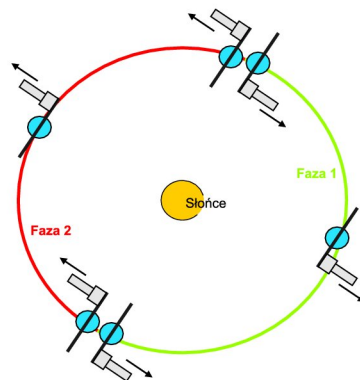
Choć COROT jest tym pierwszym, który poszuka egzoplanet typu ziemskiego, tak naprawdę nie powstawał z takim zamysłem. W chwili gdy po raz pierwszy zaproponowano jego realizację (rok 1994) znano jedynie kilka planet wokół pulsara. Nikt jeszcze nie odkrył planet wokół gwiazdy podobnej do Ziemi, a tym bardziej planet wielkości Ziemi. Sama metoda obserwacji tranzytów jeszcze była czystą teorią, w praktyce okazała się słuszną dopiero w 2003 roku, gdy Maciej Konacki jako pierwszy odkrył odległą planetę właśnie w ten sposób.

Traktujmy więc COROT jako preludeum do tego, co czeka nas w przyszłej dekadzie, gdy na orbitę trafią cuda techniki, powstałe z myślą o egzoplanetach i tylko na nich skupiające uwagę swych wyrafinowanych teleskopów.

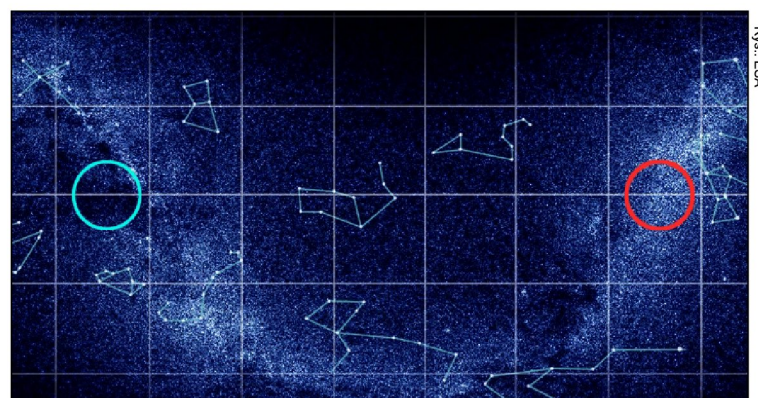
AK

Obok: pola obserwacyjne COROT (każde o średnicy ~10 stopni) oraz schemat sposobu prowadzenia obserwacji i schemat pola widzenia teleskopu (średnica ~2 stopnie) podzielonego między cztery detektory CCD.

Na górze strony: artystyczna wizja teleskopu COROT na orbicie.



Rys.: ESA / AK



Rys.: ESA

Księżyc bombardowany

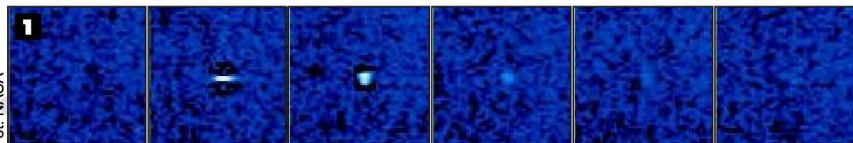
Podczas tegorocznego maksimum Leonidów amerykańscy astronomowie Mosser, Coffer i Swift zaobserwowali kolejne dwa uderzenie materii meteorytowej o powierzchnię Księżyca. W sumie w przeciągu ostatniego roku, łącznie udało się zaobserwować dwanaście tego typu zjawisk, z czego zdecydowana większość okazała się niepowiązana z żadnym z rojów. Lokalizację miejsc zderzeń oraz charakterystykę zarejestrowanych błysków zawiera tabela po prawej stronie.

Księżycowe fajerwerki zainteresowały NASA w kontekście pierwszej stałej, załogowej bazy księżycowej, planowanej na przyszłe dekady. Wstępne wnioski naukowców nie są optymistyczne - pozbawiony atmosfery Księżyc jest bombardowany cztery razy częściej niż wynikałoby z modeli komputerowej. Tym samym czterokrotnie wzrasta ryzyko bliskiego spotkania astronautów z kawałkiem jakiejś komety lub planetoidy. Różnica między modelami a obserwacjami, jak sądzą astronomowie, wynika z faktu, że do modeli używano danych o częstości zjawisk w ziemskiej atmosferze. Jak się okazuje, wcale nie muszą być one takie same jak na Księżycu.

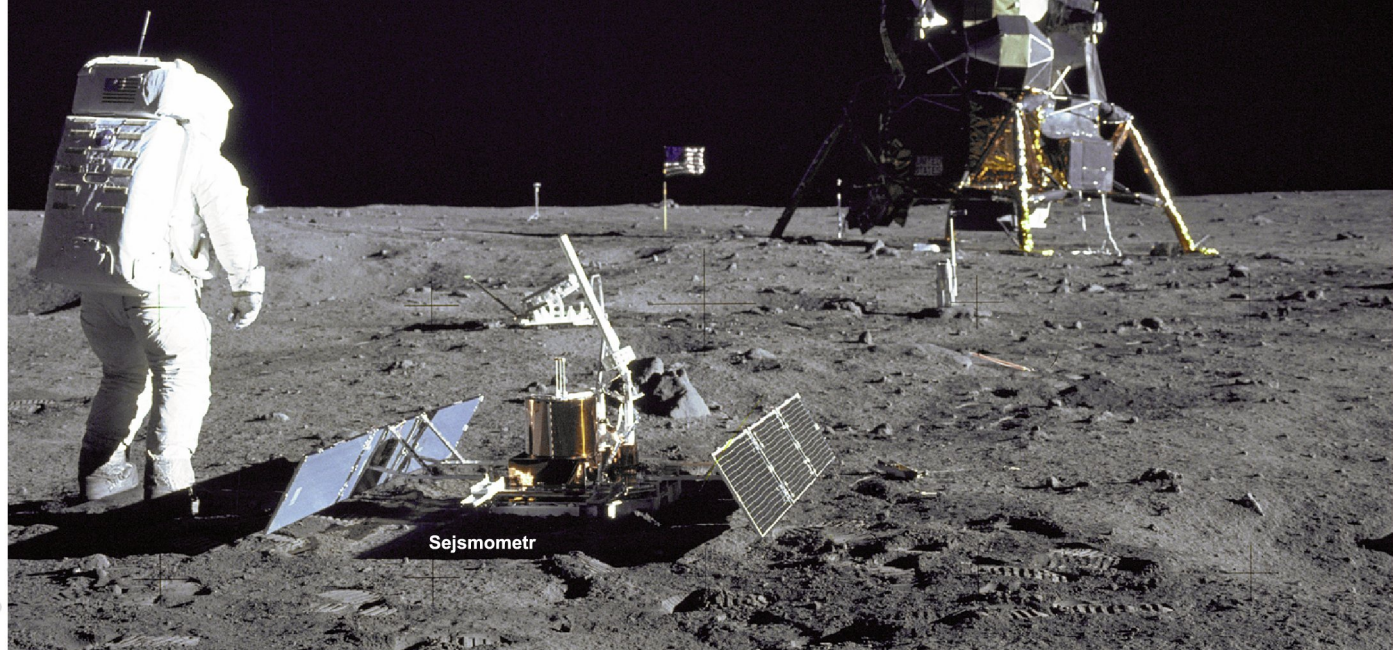
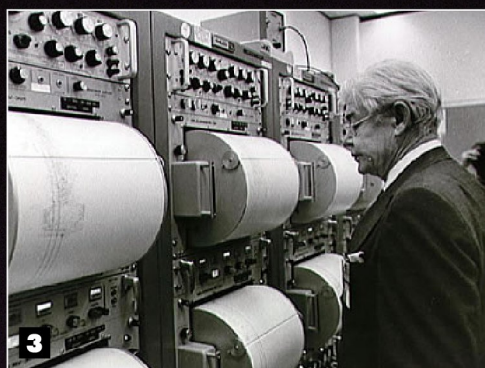
Rejestrowane błyski z reguły nie trwają dłużej niż 0.1 sekundy. **Ryc. 1.** przedstawia błysk zarejestrowany w listopadzie ubiegłego roku (oznaczony 1. na mapie Księżyca). Wywołał go obiekt mieszczący się na dłoni dorosłego człowieka. Obserwacje są naturalnie prowadzone po zaciemnionej stronie naszego naturalnego satelity. Po stronie dziennej ginęłyby w blasku odbitego promieniowania słonecznego.



	Dzień UT	Godzina UT	Długość trwania (sek)	Jasność (mag)	Typ
1	07 Nov 06	23:41:52	0.167	7.3	Tauryd
2	02 May 06	02:34:40	0.467	6.9	SPOR
3	04 June 06	04:48:35	0.050	7.9	SPOR
4	21 June 06	08:57:17	0.083	8.3	SPOR
5	19 July 06	10:14:44	0.067	?	SPOR
6	03 Aug 06	01:43:19	0.117	6.7	SPOR
7	03 Aug 06	01:46:11	0.050	9.1	SPOR
8	04 Aug 06	02:24:57	0.067	7.1	SPOR
9	04 Aug 06	02:50:14	0.067	8.9	SPOR
10	16 Sep 06	09:52:53	0.033	?	SPOR
11	17 Nov 06	10:56:34	0.033	8.2	Leonid
12	17 Nov 06	10:46:27	0.033	9.4	Leonid



Pierwsze obserwacje uderzeń materii w powierzchnię Księżyca prowadzono metodami sejsmicznymi, w latach 60. minionego wieku, w ramach programu Apollo (**Ryc. 2.** Buzz Aldrin, Apollo 11). Astronauci instalowali i pozostawiali na Księżycu sejsmometry, które rejestrowały fale wywołane także upadkiem czcionów systemu raketowego. Dane przesyłano radiowo na Ziemię (**Ryc. 2.** - stacja odbiorcza). Cenne, z geofizycznego punktu widzenia, eksperymenty przerwano z powodu cięć budżetowych w NASA... Dziś byłyby na wagę złota.



Fot. NASA