

## Perseidy, czyli rzecz o spadających gwiazdach

Wśród miłośników astronomii, sierpień jednoznacznie kojarzony jest z trzema zjawiskami. Pierwsze z nich, to powrót astronomicznych nocy, kiedy zachodzące Słońce chowa się co najmniej 18 stopni poniżej linii horyzontu. Po czerwcowo-lipcowych zmierzchach, kiedy tło nocnego nieba nigdy nie robi się odpowiednio ciemne, drugi miesiąc wakacji znów umożliwia komfortowe obserwowanie obiektów głębokiego nieba. Drugie zjawisko, wynikające z pierwszego, to możliwość obserwacji delikatnej poświaty Drogi Mlecznej, a zwłaszcza jej spektakularnych rejonów w kierunku centrum Galaktyki. W obrębie konstelacji Strzelca, Skorpiona, Tarczy (Sobieskiego), czy Wężownika, odnajdziemy bowiem całe mnóstwo barwnych mgławic, gromad gwiazd i chmur gwiazdowych, świadczących o zagęszczaniu się materii wraz ze zbliżaniem ku jądro galaktycznego dysku. Lato dodatkowo sprzyja obserwacjom Drogi Mlecznej, gdyż ta wznosi się znacznie wyżej ponad horyzont niż w innych porach roku. Trzecie zjawisko, któremu poświęcona będzie pozostała treść tego artykułu, to meteory z roju Perseidów. To one, w drugiej dekadzie miesiąca, dają o sobie znać, a ich szybko pojawiające się i gasnące na nieboskłonie ślady, stanowią o wyjątkowej atrakcyjności nocnych sesji, nie tylko zresztą strictly astronomicznych. Podziwiać je bowiem można również w czasie biwaków, obozów wędrownych, przyjacielskich spotkań przy ognisku, czy romantycznych spacerów pod gwiazdami. W tym roku, według prognoz, możemy spodziewać się podwyższonej aktywności roju. To idealna okazja, aby zgłębić naturę okruchów materii międzyplanetarnej, kończących żywot w ziemskiej atmosferze. Kolejne akapity ukażą to fascynujące zagadnienie w szerszej perspektywie historycznej.

### Poglądy i wierzenia na przestrzeni wieków



Fot. 1. Kometą lub bolid wyryte w glazie przez prehistorycznego artystę (Keighley, Wielka Brytania)

Meteory i meteoryty od dawien dawna przykuwały uwagę ludzi. W pierwotnych społeczeństwach, wszelkie znaki na niebie interpretowane były jako wyraz woli bogów, sposób w jaki komunikują się ze swoim ludem. Spektakularne bolidy, towarzyszące im grzmoty i huki, musiały wywierać kolosalne wrażenie na zupełnie nieświadomych faktycznej natury zjawiska. Podobnie zresztą rzecz miała się z kometami, które od stuleci uznawane były z jednej strony za zły znak, wróżący klęski żywiołowe, głód, przegrane bitwy, epidemie, śmierć ważnych postaci, a w innych kręgach kulturowych za emanację ludzkiej duszy, która po śmierci wędruje do nieba. Stanowiska archeologiczne zawierają całkiem okazały zbiór odniesień do zjawisk meteorów, meteorytów i komet. Znany więc naskalne rysunki przedstawiające kule ognia i gwiazdy z ogonami. Podobne motywy odnajdujemy również w postaci rytów na kościach i kamiennych siekierkach. Były one też przedmiotem pierwotnych wierzeń. Na Bliskim Wschodzie, spadające gwiazdy uważano za strzały miotane przez aniołów w walce z demonami. Indianie Ameryki Północnej twierdzili natomiast, że meteory są żmijami opuszczającymi niebo. Ciekawostką jest fakt, że w starożytnych językach Persji, czy ludów Kaukazu, jednym słowem określano niebo i żelazo. Jest to silna poszlaka, że meteory, meteoryty i komety były tam stałym przedmiotem zainteresowania. Wskazuje też prawdopodobnie na świadomość ich pozaziemskiego pochodzenia.

Mitologia starożytnych cywilizacji zawiera wskazówki, że treść niektórych podań mogła być fantastyczną literacką interpretacją rozświetlających nieboskłon bolidów, czy upadków meteorytów. Przykładem tego jest słynny grecki mit o Faetonie, który na skrzącym iskrami i płomieniami rydwanie swojego ojca Heliosa, wznosił się wysoko ponad Ziemię, gdzie bezmyślnie dawał upust swojej młodzieńczej energii. Za grożące pożarem świata fanaberie, został w końcu ukarany przez rozgniewanego Zeusa, który strącił go do morza. Biblijny mit o Sodomie i Gomorze, rozpustnych i występnych miastach zniszczonych niebiańskim ogniem, może mieć również podtekst meteorytowy. W chińskim kulcie latającego po nieboskłonie smoka, można doszukiwać się echa kosmicznej inspiracji, związanej z obserwowanymi skrupulatnie przez wieki meteorami lub kometami.



Fot. 2. Kształty głów i ogonów komet uwiecznione przez chińskiego astronoma ok. III wiek p.n.e.



Fot. 3. Sztylet Tutankhamona z ostrzem wykonanym z żelaza meteorytowego

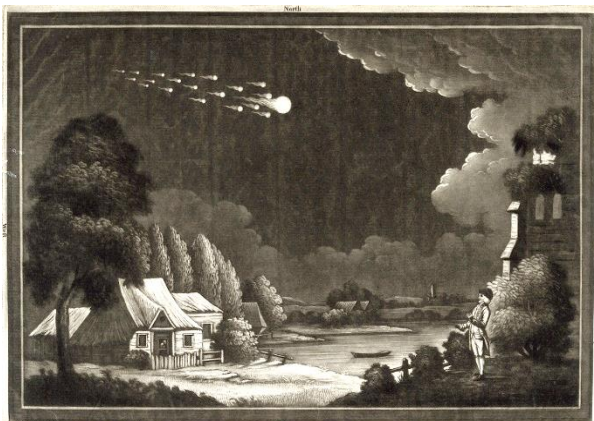
Meteoryty odnajdujemy również w starożytnych grobowcach. Oddawano im cześć jako przybyszom z innego świata, uważano też, że umieszczenie kosmicznego przybysza tuż obok zmarłego, będzie pewną przepustką do raju. Kamienie z nieba znajdowały też zastosowanie praktyczne. Przed epoką rozwoju metalurgii brązu i żelaza, kiedy twarde, kowalne, dające się ostrzyć i trwać tworzywo było czymś rzadkim i pożądanym, meteoryty przekuwane były na ostrza, skrobaki, groty strzał, sztylety, czasem też miecze. Nie zapomniano o sztuce i rzemiośle artystycznym, czego dowodem jest meteorytowa biżuteria, która również współcześnie zdobywa coraz szersze grono odbiorców. Możliwość noszenia na szyi lub nadgarstku fragmentu kosmicznej skały, jest wyceniana w tych samych kategoriach jak najdroższe ziemskie kruszce i kamienie szlachetne. Nic dziwnego więc, że przedsiębiorczy jubilerzy umiejętnie wykorzystują ten fakt.

Wielką uwagę dawnych społeczności przykuwały deszcze meteorów, kiedy całe niebo stawało się areną iskrzących fajerwerków. Porównywano to do kosmicznej szarańczy, która chce zatracić Ziemię. Efektem deszczów meteorów były też amnestie, co szczególnie często miało miejsce w średniowiecznej Japonii. Niektóre plemiona afrykańskie uważały, że gwiazdy spadają z firmamentu za sprawą złych mocy, które odgonić można było splunięciem w kierunku zjawiska. W bliskim nam kręgu kulturowym zjawisko meteoru interpretowano dwójako, można powiedzieć nawet, że sprzecznie. Dla jednych, spadająca gwiazda zwiastowała śmierć jakiegoś człowieka. Inni, co przetrwało do dnia dzisiejszego, uważali, że zauważony na niebie meteor jest okazją do pomyślenia życzenia, które na pewno się spełni. Ze Słowiańszczyzny pochodzi też przesąd, że spadające gwiazdy mogą zwiastować udane zbiory i darzyć świadków finansowym powodzeniem.



Fot. 4. Meteoryt Casas Grandes odnaleziony w starożytnej świątyni w Meksyku w 1867 roku

## W poszukiwaniu prawdy



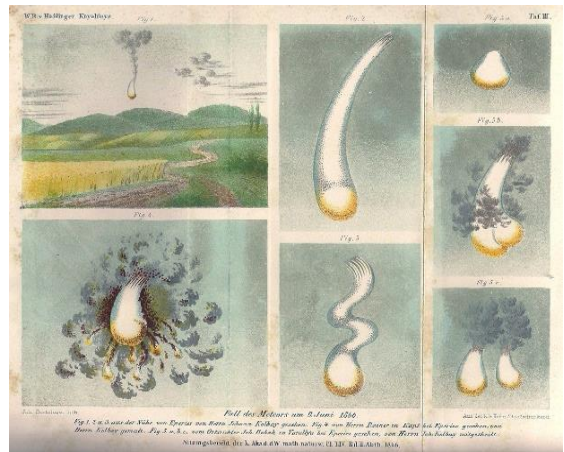
Fot. 5. Jasny bolid obserwowany w Anglii 18 sierpnia 1783 roku

Pierwsze próby naukowego podejścia do interesującej nas tematyki podjęli Babilończycy, którzy traktowali meteory i komety za ciała niebieskie widoczne dzięki ognistym zjawiskom w atmosferze. Problemem zajmowali się też uczeni starożytnej Grecji. Anaksagoras (500-427 p.n.e.) opisał zjawisko ogromnej kuli ognia, która przepasała niebo w mrowiu iskier i gorąca. Dla niego rozżarzone meteory i meteoryty były tym samym, z czego zbudowane są gwiazdy, a więc również Słońce. Twierdził jednak, że pochodzą one z samej Ziemi, a wyniesione w sferę otaczającego świat eteru krążą wokół planety, rozgrzewają się, a następnie spadają z powrotem na powierzchnię. Epikur (341-270 p.n.e.) i Plutarch (50-125) byli z kolei zwolennikami poglądu, że meteory pochodzą z kosmosu i nie mają nic wspólnego z Ziemią. Epikurejczyk Metrodoros (330-277 p.n.e.) był zdania, że komety są odbiciem światła

słonecznego w wysokich chmurach. Swoje zdanie w dyskusji wyraził również Arystoteles (348-322 p.n.e.), dla którego meteory były zjawiskami czysto atmosferycznymi. Twierdził, że gdy ziemskie opary unoszą się w górę i napotykają ogień niebieski, rozpalają się dając zjawiska świetlne. Z Arystotelesem polemizował w późniejszych wiekach Seneka Młodszy (4 p.n.e.-65), który zauważył, że meteory i komety nie mogą być zjawiskami atmosferycznymi, gdyż nie ulegają działaniu wiatru. Nie uważał, że są tylko ogniem, ale że należą do osobnej kategorii ciał niebieskich. Pozostałością błędnych twierdzeń Arystotelesa jest pojęcie meteoru, które on sam użył na określenie wszelkich zjawisk zachodzących w ziemskiej atmosferze. Współcześnie rozumiemy je tylko mając na uwadze drobiny materii kosmicznej wchodzące w interakcję z otuliną gazową naszej planety.



W nauce europejskiej poglądy Arystotelesa przetrwały bardzo długo, bo aż do końca średniowiecza. Można nawet powiedzieć, że bezkrytyczne uwielbienie dla starożytnego filozofa zahamowało wszelką debatę naukową, nie tylko zresztą w dziedzinie astronomii. Tymczasem spadające gwiazdy wciąż śmigły nad głowami, spadały meteoryty, pojawiały się komety i deszcze meteorów. Jeszcze w połowie i pod koniec XVIII wieku publikowano naukowe memoriały, uważające doniesienia o spadku kamieni z nieba za budy ciemnego ludu, w które żaden szanujący się uczoney nie powinien wierzyć. Przodowali w nich zwłaszcza francuscy astronomowie, chemicy i mineralodzy, członkowie Paryskiej Akademii Nauk, ze słynnym Antoine Lavoisierem (1743-1794) na czele. Ich zaciętrzewienie było nawet przyczyną usuwania ze zbiorów mineralogicznych wszelkich okazów opisanych jako kamienie z nieba, aby nie kompromitować się w oczach kolegów.



Fot. 6. Rozpad bolidu nad Kniaginią (Ukraina) 9 czerwca 1866



Fot. 7. Fragment meteorytu L'Aigle

Przełom w naukowym postrzeganiu meteorów wiąże się z pracami niemieckiego fizyka, prawnika, konstruktora instrumentów muzycznych i astronoma-amatora Ernesta Chladniego (1756-1827). Bazując na własnych badaniach kilkutonowej bryły meteorytu zdeponowanej w muzeum w Petersburgu doszedł do wniosku, że meteoryty są fragmentami pozaziemskej materii, które spadły na powierzchnię Ziemi, a samo zjawisko meteoru polega na spalaniu się drobin tejże materii w atmosferze ziemskiej. Wyniki badań opublikował w 1794 roku w Rydze i z miejsca spotkał się z zarzutami o szerzenie kolejnej naukowej herezji. Na szczęście, już 9 lat później, w miasteczku L'Aigle pod Paryżem, spadło z nieba kilka tysięcy drobnych kamieni, czego świadkami było wiele poważanych osób. Ich pełnych emocji opowieści nie można było zbyć milczeniem. Za sprawą wysłanego na miejsce zdarzenia francuskiego astronoma Jean-Baptiste Biota (1774-1862), który wnikliwie zbadał ów przypadek i wydał werdykt potwierdzający idee Chladniego, wspomniana już akademie oficjalnie uznała, że meteoryty są przybyszami z kosmosu. Rok 1803 uważa się za początek nauki zwanej meteorityką, a spektakularny deszcz Leonidów z roku 1833, potwierdził zasadność rozwoju nowej gałęzi astronomii.

### Skąd się biorą meteory?

Na przełomie 1845 i 1846 roku, podczas kolejnego zbliżenia do Słońca, astronomowie z wypiekami na twarzy obserwowali rozpad okresowej komety, odkrytej w 1826 roku przez austriackiego miłośnika astronomii Wilhelma von Bieli (1782-1856). Dwa odrębne jądra komety Bieli, bo tak ją nazwano na cześć odkrywcy, wykształciły osobne warkocze i pojawiły się na niebie ponownie w 1852 roku, znacznie już od siebie oddalone. Kolejnych powrotów spodziewano się w latach 1859 i 1865, ale poszukiwania kosmicznego przybysza okazały się bezowocne. Gdy naukowy świat zapomniał już o komecie, a jej przewidywane pojawienie się w 1872 roku nie wzbudziło większego zainteresowania, listopadowe niebo zgotowało wyjątkowy pokaz kosmicznych fajerwerków. Według przekazów, po zapadnięciu mroku, z obszaru konstelacji Andromedy w ciągu minuty wybiegało kilkadziesiąt meteorów, a widowisko to trwało aż do północy. Deszcz meteorów obserwowany był przez wielu astronomów, którym udało się wyznaczyć pozycję radiantu i zmiany jego położenia w czasie, co umożliwiło obliczenie orbity meteoroidów zanim weszły w ziemską atmosferę. Okazało się, że jest ona łudząco podobna do orbity zapomnianej komety Bieli! Było to pierwsze naukowe potwierdzenie wcześniejszych przypuszczeń, że źródłem meteorów są komety. Tezę tą postawił i wspierał swoim autorytetem słynny badacz „marsjańskich kanałów”, włoski astronom Giovanni Schiaparelli (1835-1910), który teraz mógł triumfować.



Fot. 8. Rozpad komety Bieli na szkicu z 1845 roku



Fot. 9. Dwa warkocze - jonowy (z lewej) i pyłowy (z prawej), słynnej komety Hale-Boppa z 1997 roku

Komety, zwane potocznie gwiazdami z ogonem, są kilku- lub kilkunastokilometrowych rozmiarów, nieregularnymi bryłami zestalonych lodów, pyłów i skał. Pojawiają się na naszym niebie niespodziewanie, przemierzając ogromne odległości z rubieży Układu Słonecznego. Większość komet to ciała jednopojawieniowe, poruszające się po orbitach parabolicznych lub hiperbolicznych. Oznacza to, że po minięciu Słońca, oddalają się od niego na zawsze. Część komet została schwytana przez grawitację gwiazdy centralnej i planet, i obiega Słońce po mniej lub bardziej wydłużonych elipsach. Są to więc komety okresowe. Przykładami takich komet mogą być słynna kometa Halleya o okresie obiegu 75 lat, kometa Enckego o okresie 3,3 roku, kometa Swift-Tuttle'a o okresie 133 lat, czy kometa Tempel-Tuttle'a o okresie 33 lat. Wyjątkowo długi okres obiegu, idący w miliony lat, ma kometa Westa, która w punkcie odsłonecznym swojej orbity zapuszcza się na odległość blisko roku świetlnego.

Zbliżając się ku Słońcu jądro komety ogrzewa się, a jego lotne składniki zaczynają sublimować, otaczając jądro otoczką, z której wykształca się głowa. Ciśnienie wiatru słonecznego sprawia, że w kierunku odsłonecznym formuje się charakterystyczny warkocz jonowy. Drugi warkocz, zwany pyłowym, tworzy z jonowym pewien kąt, nie ulegając ciśnieniu wiatru słonecznego. Pomimo znikomej gęstości warkocz, są one doskonale widoczne dzięki odbijaniu światła słonecznego. Głowy i warkocze kometarne mogą przybierać imponujące rozmiary, czasem osiągające odpowiednio miliony i setki milionów kilometrów. Materia uwolniona z jądra odkłada się wzdłuż orbity komety i pozostaje na niej przez bardzo długi czas. Zdarza się często, że nasza planeta podczas ruchu orbitalnego przecina orbitę komety. Sprawia to, że wzrastają szanse na jej spotkanie z drobinami kometarnej materii, które w krótkim błysku na nieboskłonie zakończą swój długi kosmiczny żywot. W ciągu roku możemy więc obserwować wiele rojów meteorów, związanych z różnymi kometami, ale także planetoidami. One również mogą być bogatym źródłem materii meteoroidowej, o czym jeszcze tu wspomnimy.



Fot. 10. Jądro komety okresowej Czuryumow-Gierasimienko, sfotografowane przez sondę Rosetta w 2014 roku

Uwalnianie materii z kometarnej jądra nie jest zjawiskiem regularnym i jednostajnym. Podlega fluktuacjom wynikającym z budowy wewnętrznej komety, stopnia zwięzłości jądra, zmieniającej się odległości od Słońca, perturbacjom grawitacyjnym i innym. Oznacza to, że strumień odłożonych wzdłuż orbity drobin może tworzyć lokalne zagęszczenia i przerwy. W związku z tym, cechą rojów meteorów jest nieprzewidywalność i kapryśność. Po latach względnie spokojnej aktywności, mogą nagle zadziwić deszczem meteorów, a obfite z kolei roje nagle okazać się wyjątkowo bladymi. Astronomowie są w stanie, oczywiście tylko do pewnego stopnia, przewidywać zachowanie danego roju. Ich obliczenia zawsze obarczone są jednak pewnym ryzykiem, które trzeba brać pod uwagę.

### Nazewnictwo rojów

Perseidy, Leonidy, Akwarydy, Pegazydy, Ursydy, Geminidy i wiele innych rojów meteorów, promieniuje w różnych okresach roku. Nazwa roju meteorów pochodzi w prostej linii od łacińskiej nazwy konstelacji, z której wybiegają. Leonidy związane są więc z gwiazdozbiorem Lwa, Geminidy – Bliźniąt, Lirydy – Lutni, Orionidy – Oriona, a Perseidy – Perseusza. Wyjątkiem od tej reguły jest aktywny rój Kwadrantydów, promieniujący w styczniu z konstelacji Wolarza. Nawiązuje on do dawnego i nieistniejącego już gwiazdozbioru Kwadrantu Ściennego, pod koniec XVIII wieku wyodrębnionego na mapie nieba przez francuskiego astronoma Jerome Lalande'a (1732-1807). Nie oznacza to jednak, że z Wolarza nie promieniują inne roje, które wpisują się w aktualnie przyjęte zasady nazewnictwa. Bootydy, bo o nich mowa, dają o sobie znać w na przełomie kwietnia i maja, oraz w czerwcu.

Warto w tym miejscu zauważyć, że tak jak w przypadku konstelacji Wolarza, również z innych gwiazdozbiorów promieniować może więcej niż jeden rój. Aby je od siebie odróżnić, przed nazwą główną dodaje się nazwę lub symbol litery greckiej, wskazujący na gwiazdę, w pobliżu której znajduje się radiant roju. Idąc tym tropem, alfa ( $\alpha$ ) Bootydy promieniują w pobliżu Arktura, najjaśniejszej gwiazdy w Wolarzu, eta ( $\eta$ ) Akwarydy wybiegają w pobliżu gwiazdy Hydria w konstelacji Wodnika, a kappa ( $\kappa$ ) Cygnidy posiadają radiant niedaleko gwiazdy  $\kappa$  Cyg w konstelacji Łabędzia, i tak dalej. Oficjalne nazewnictwo dopuszcza też dodawanie do nazwy głównej



roju miesiąca, w którym dany rój jest aktywny. Mamy więc Bootydy Czerwcowe, Lirydy Czerwcowe, Pegazydy Lipcowe, czy Arietidy Październikowe.

	Nazwa roju	Konstelacja	Szczyt aktywności	Spodziewana liczba zjawisk	Ciało macierzyste
1.	Kwadrantydy	Wolarz	3-4 stycznia	120	planetoida (196256) 2003 EH1
2.	Lirydy	Lutnia	21-22 kwietnia	18	kometa C/1861 G1 (Thatcher)
3.	eta Akwarydy	Wodnik	5-6 maja	40	kometa 1P/Halley
4.	delta Akwarydy	Wodnik	28-29 lipca	16	komety muskające Słońce
5.	Perseidy	Perseusz	11-12 sierpnia	150	kometa 109P/Swift-Tuttle
6.	Drakonidy	Smok	7 października	zmienna, trudna do przewidzenia	kometa 21P/Giacobini-Zinner
7.	Orionidy	Orion	20-21 października	15	kometa 1P/Halley
8.	Taurydy Północne i Południowe	Byk	4-12 listopada	5	odpowiednio planetoida 2004 TG10 i kometa 2P/Encke (planetoida może być fragmentem komety)
9.	Leonidy	Lew	16-17 listopada	15	kometa 55P/Tempel-Tuttle
10.	Geminidy	Bliźnięta	13-14 grudnia	120	planetoida (3200) Phaethon

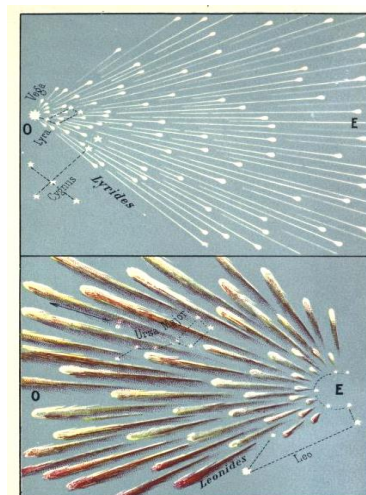
Tab. 1. Parametry dziesięciu najbardziej znanych rojów meteorów nieba północnego

Zdarzają się też przypadki, że dla danego roju występują dwa lub kilka radiantów, odpowiadających osobnym strumieniom materii meteoroidowej przecinanych przez naszą planetę. Określa się je wtedy według położenia radiantu względem ekliptyki. Przykładem mogą być Taurydy Północne i Południowe. W związku z licznymi mało aktywnymi rojami, częstymi kłopotami, aby wyróżnić je z naturalnego tła (niska liczba zjawisk, czasem ich brak), utworzono jeden zbiorczy rój, zwany Strumieniem Przeciwsłonecznym (Antyheliem). Ze względu na skąpy materiał obserwacyjny, nie pozwalający na jednoznaczne wyodrębnienie, w jego skład weszły uprzednio samodzielne roje: delta ( $\delta$ ) Cancerydy, Virginidy, Sagittarydy, jota ( $\iota$ ) Aquarydy Północne i Południowe, delta ( $\delta$ ) Aquarydy Północne, Piscydy, a także chi ( $\chi$ ) Orionidy. Radiant Antyheliem zajmuje na nieboskłonie dość szerokie pole o wymiarach 30 x 15 stopni.

## Podstawowe pojęcia

W poprzednich akapitach wielokrotnie pojawiło się słowo **radiant**, bez należytego wyjaśnienia jego znaczenia. Radiant jest punktem, a raczej obszarem, z którego zdają się promieniście wybiegać meteory danego roju. Jest to oczywiście złudzenie geometryczne, opierające się na zasadzie perspektywy. W ziemskich okolicznościach można porównać je do szyn kolejowych, zbiegających się pozornie na linii horyzontu. Radiant roju nie jest czymś stałym i niezmiennym, choć dawniej tak sądzono. Przemieszcza się on na tle gwiazdozbioru w efekcie ruchu orbitalnego Ziemi. Zmiany pozycji radiantu mogą też być wynikiem wejścia Ziemi w bardziej niejednorodny strumień materii meteoroidowej, a także grawitacyjnych zaburzeń jego struktury przez naszą planetę i inne ciała niebieskie. Przykładem tego są wspomniane już wcześniej kappa Cygnidy, których radiant średni jest kombinacją kilku „podradiantów”, rozszianych i wędrujących na większej powierzchni.

Kłopoty sprawiają też często takie pojęcia jak meteoroid, meteor i meteoryt. Najprościej je zrozumieć i odróżnić, odnosząc do miejsca występowania każdego z nich. A więc, **meteoroid** to okruch materii poruszający się w przestrzeni kosmicznej. Źródłem materii meteoroidowej są zarówno okruchy powstałe na etapie formowania się Układu Słonecznego, jak i produkty defragmentacji planetoid w wyniku kolejnych zderzeń. Kolejnym rezerwuarem drobnego materiału jest pozostawiona wzdłuż orbity materia kometarna. W przestrzeń kosmiczną dostają się również odłamki skalne wybite podczas upadków meteorytów na powierzchnię planetoid, księżyców i planet. Dzięki temu ostatniemu zjawisku odnaleźliśmy na powierzchni Ziemi skały księżycowe, marsjańskie, oraz fragmenty niektórych planetoid.



Fot. 11. Radianty rojów Lirydów i Leonidów w angielskim podręczniku astronomii z 1875 roku



Fot. 12. Ślad meteoru z roju Leonidów

**Meteor** to meteoroid, który wszedł w ziemską atmosferę i w niej spłonął. Drobinka materii, która porusza się z prędkością od kilku do czasem kilkudziesięciu kilometrów na sekundę, w wyniku tarcia i sprężania powietrza przed nim, błyskawicznie rozgrzewa się do wysokiej temperatury, topi się i paruje, najczęściej jednak od razu sublimuje. Z powierzchni obserwujemy wtedy zjawisko świetlne, potocznie określane spadającą gwiazdą. W ciągu doby na całej kuli ziemskiej pojawia się kilka milionów meteorów. Zdecydowanej większości z nich nie obserwujemy, gdyż jest akurat pora dzienna, a w porze nocnej nie jesteśmy w stanie przez długi czas skanować całego nieboskłonu. W związku z tym, że nasza planeta pokryta jest w  $\frac{3}{4}$  oceanem, zjawiska które pojawiają się nad wielkimi akwenami wodnymi umykają uwadze. W końcu zdecydowana większość meteorów ma zbyt słabą jasność, aby zarejestrowały je nasze oczy.

**Meteoryt** natomiast, to meteor, który był na tyle duży, że nie zdążył całkowicie spłonąć, a jego fragmenty spadły na powierzchnię planety. W kolekcjach na całym świecie znajdują się setki ton meteorytów różnych typów – żelaznych, kamiennych, żelazno-kamiennych. W ramach głównego podziału wyodrębnia się typy (heksaedryty, oktaedryty, ataksyty, chondryty, achondryty, pallasyty, mezosyderyty), różniące się budową wewnętrzną i składem chemicznym, a wśród nich jeszcze podtypy i rodzaje. Kwitnie również rynek meteorytów, a niektóre z nich osiągają iście kosmiczne ceny. Dla naukowców jest to jednak bezcenny materiał badawczy, dający wgląd w budowę pradawnej materii, z której formowały się wszystkie ciała Układu Słonecznego.



Fot. 13. Bryła meteorytu Gibeon, odnaleziona w Namibii



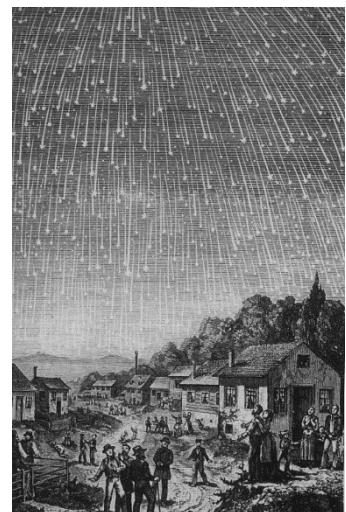
Fot. 14. Ślad przelotu bolidu czelabińskiego 15 lutego 2013 roku

W stosunku do wyjątkowo jasnych meteorów, często można zetknąć się z określeniem bolidy. **Bolidy**, zwane czasem ognistymi kulami (fireball), zdarzają się zarówno sporadycznie, będąc niezwiązane z żadnym rojem, ale czasem ich liczebność koreluje się z aktualnie aktywnymi strumieniami, jak ma to miejsce w przypadku Taurydów. Przelot dużego bolidu rozświetla nocne niebo, a w pojedynczych przypadkach widoczny jest nawet w dzień. Towarzyszą mu huk, detonacje, efekty dźwiękowe związane z rozrywaniem, wyraźny ślad pyłu na niebie, stopniowo rozwiewający się niesiony prądami powietrza.

## Słynne deszcze meteorów

Spektakularne deszcze meteorów nie są zjawiskami częstymi. Nie oznacza to jednak, że na przestrzeni wieków, nie pojawiały się w liczbie pozwalającej na utrwalenie się ich w świadomości i tradycji. Wspominają je starożytne i średniowieczne kroniki, również w czasach nowożytnych ludzkość doświadczyła kilku tego typu, wyjątkowych w swej okazałości, spektakli Matki Natury. Obok deszczów meteorów, materiały źródłowe wymieniają też widowiskowe upadki meteorytów, które, po rozpadzie głównego obiektu, rozsypały się szeroko po okolicy. Pasjonaci, którzy przemierzają świat w poszukiwaniu kamieni z nieba, wciąż odnajdują ślady nie tylko dawnych, ale czasem również bardzo nam współczesnych wydarzeń.

Niewątpliwie jednymi z najbardziej znanych deszczów meteorów, które zwróciły uwagę obserwatorów na ten gwiazdny fenomen, był wysyp roju Leonidów w 1799 i 1833 roku. O pierwszym z nich pisał słynny Aleksander von Humboldt (1769-1859), który był świadkiem obfitego deszczu podczas ekspedycji przyrodniczej do Ameryki Środkowej. W drugim przypadku ocenia się, że w ciągu minuty pojawiło się do 2000 spadających gwiazd i trwało to przez kilka godzin. Bardziej wstrząsające szacunki określały intensywność deszczu na ćwierć miliona zjawisk w ciągu nocy, co i tak pozwala wyobrazić sobie jego skalę i niesamowity efekt wizualny na nieboskłonie. Ryciny z tego okresu nie pozostawiają zresztą złudzeń, co do rozmachu tych kosmicznych fajerwerków. Ten sam rój pokazał na co go stać w roku 1867, kiedy w ciągu



Fot. 15. Deszcz Leonidów z 1833 roku na ówczesnej rycinie



godziny obserwowano około 10 000 meteorów. W 1966 roku Leonidy ponownie zadziwiły świat. Tym razem niebo uraczyło prawdziwą kosmiczną ulewą, gdyż w ciągu godziny zarejestrowano ponad 150 000 meteorów. Ostatnie obfite Leonidy pojawiły się w 1998 roku, kiedy w ciągu kilku godzin pojawiło się ponad 10 000 spadających gwiazd.

Znane deszcze meteorów dały też roje Drakonidów i Lirydów. Pierwsze z nich objawiły się szczególnie w 1933 i 1946 roku, kiedy w ciągu minuty obserwowano kilkaset zjawisk. Lirydy były prawdopodobnie wspomniane już przez starożytnych chińskich kronikarzy, którzy w VII wieku p.n.e. pisali o niemożności obserwacji gwiazd, gdyż z nieba gęsto sypały się meteory. W 1803 roku Lirydy zaprezentowały aktywność kilkuset zjawisk na godzinę, a w latach 1922 i 1982 nieco ponad sto na godzinę. Wspomniane wcześniej Andromedidy (Bielidy), które tak się przysłużyły poznaniu natury rojów meteorów, zadziwiły spektakularnymi deszczami w latach 1872 i 1885. W ostatnim przypadku ciekawostką jest fakt, że meteor tego roju został po raz pierwszy sfotografowany na płycie szklanej przez austro-węgierskiego astronoma Laszlo Weineka (1848-1913). Badacze rojów meteorów i prognozowania ich pojawień przypuszczają, że po względnym zaniku aktywności w ostatnich dekadach, można się spodziewać powrotu Andromedid w latach 2018 i 2023. Czas pokaże, czy mają rację.



Fot. 16. Brytki meteorytu Pułtusk

Warto wspomnieć też o ciekawych, zwłaszcza z polskiego punktu widzenia, deszczach meteoroidów. Dzięki nim nasz kraj jest bardzo atrakcyjnym miejscem poszukiwania kosmicznych kamieni, choć oczywiście miejsc takich jest na świecie znacznie więcej. W dniu 30 stycznia 1868 roku w rejonie Pułtuska z nieba spadł grad kamieni, które rozsiane zostały na obszarze ponad 120 kilometrów kwadratowych. Był to jeden z najliczniejszych udokumentowanych w nauce spadków meteoroidów kamiennych. Całkowita masa meteoroidu wyniosła blisko 9 ton, a największy znaleziony okaz ważył 9 kg. Reszta masy kosmicznego gościa rozdrobniona została na około

69 tysięcy fragmentów, ważących po kilka gramów każdy. Co ciekawe, istnieje prawdopodobieństwo, że ciałem macierzystym pułtuskiego deszczu jest planetoida (6) Hebe. Pułtusk jest jednym z najbardziej znanych tego typu meteoroidów, obecny w wielu kolekcjach, prywatnych i państwowych, na całym świecie.

W 12 marca 1935 roku, w pobliżu Łowicza, miał miejsce kolejny deszcz meteoroidów, tym razem żelazno-kamiennych. Przelot bolidu obserwowany był z dużego obszaru, nawet z okolic Krakowa. Odnaleziono kilkadziesiąt odłamków, z których największy ważył około 10 kg, ale zaginął prawdopodobnie podczas wojny. Sumaryczną wagę meteoroidu określa się na około 60 kg, chociaż prawdopodobnie wciąż nie odnaleziono wszystkich fragmentów. Największe ze znalezionych znajdują się obecnie w kolekcji Obserwatorium Astronomicznego i Muzeum Geologicznego Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, oraz Muzeum Ziemi PAN w Warszawie. Liczne okazy meteoroidu Łowicz uatrakcyjniają również kolekcje zagraniczne.



Fot. 17. Znalazca (prawdopodobnie) i bryła meteoroidu Łowicz w przewodniku mineralogicznym dla młodzieży z 1944 roku



Fot. 18. Bryła meteoroidu Sołtmany (fot. J. Woreczko)

Również współcześnie zdarzają się upadki meteoroidów, czasem nawet na siedziby ludzkie. W tym kontekście trzeba przyznać, że kobieta prowadząca gospodarstwo agroturystyczne ze wsi Sołtmany na Mazurach miała podwójne szczęście, gdyż w dniu 30 kwietnia 2011 roku na jej posesję spadł meteoroid, który przebił dach jednego z budynków gospodarczych. Nikt nie odniósł na szczęście obrażeń, choć gdyby kamień uderzył w budynek mieszkalny, mogłoby dojść do tragedii. Kosmiczny okaz okazał się być meteoroidem kamiennym, który szybko znalazł nabywców. Oferty złożyły min. Muzeum Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Politechnika Wrocławska, Muzeum Ziemi Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM w Poznaniu, a także prywatni kolekcjonerzy. Część meteoroidu pojechała też do słynnego włoskiego laboratorium cząstek elementarnych w Gran Saso, gdzie dokonano drobiazgowej analizy jego składu chemicznego i wieku. Można więc powiedzieć, że mazurska gospodyni wygrała los na kosmicznej loterii.

## Meteoroty i kratery uderzeniowe

Każdego dnia spada na powierzchnię Ziemi kilkaset ton materii pozaziemskiej. W zdecydowanej większości jest to drobny pył, który równomiernie pokrywa lądy i oceany. Można więc powiedzieć, że podczas wokółsłonecznej wędrówki, nasza planeta pełni rolę ogromnego odkurzacza. Ziemska atmosfera jest tarczą chroniącą nas przed większością potencjalnych meteorotów. Nie oznacza to jednak, że są to zjawiska rzadkie, gdyż praktycznie co roku docierają doniesienia, że gdzieś zarejestrowano obserwację upadku kosmicznego kamienia. Czasem jest to spektakularne zjawisko, które na wiele godzin zajmuje ramówkę stacji telewizyjnych, kanałów informacyjnych, mediów tradycyjnych i wirtualnych. Słynny meteorot czelabiński z 2012 roku jest tego doskonałym przykładem.



Fot. 19. Krater Wolfe Creek w Australii



Fot. 20. Krater Pingualuit w Kanadzie

Meteoroty upadają najczęściej w miejscach, gdzie ludzie pojawiają się rzadko lub wcale – do oceanu, na Antarktydę lub lądolód grenlandzki, rozległe pustynie piaszczyste i kamieniste, bezludne wnętrza kontynentów, dna słonych jezior i temu podobnych. Charakterystyczna dla Ziemi erozja skutecznie usuwa lub kamufluje dawne wielkie upadki meteorotów, które pozostawiły na powierzchni kratery uderzeniowe, będąc przyczyną katastrof o regionalnych, a czasem globalnych konsekwencjach. Wystarczy skierować teleskop ku naszemu usianemu kraterami naturalnemu satelicie, aby przekonać się o potencjale niszczącym kosmicznych katastrof. Kształtują one nie tylko geologię i morfologię terenu,

ale w warunkach rozwiniętego życia organicznego, stanowią również o wielkich wymieraniach gatunków, gwałtownych zmianach klimatycznych, przeobrażających z impetem i nieodwracalnie zastany porządek.

Do dziś przetrwało na Ziemi kilkaset kosmicznych blizn, świadków dawnych katastrof. Najbardziej charakterystyczne z nich, choć nie największe, to krater Barringera w Arizonie, Wolfe Creek i Gosses Bluff w Australii, Lonar w Indiach, czy Pingualuit w Kanadzie. Obok wymienionych, na fotografiach z orbity wokółziemskiej rozpoznano wiele znacznie potężniejszych struktur uderzeniowych, o rozmiarach idących w dziesiątki i setki kilometrów. Przykładami mogą być takie formacje jak Vredeford w Afryce, Chicxulub w Meksyku, Sudbury, Saint Martin i Manicouagan w Kanadzie, Popigaj w Rosji, Morokweng w RPA, czy Tookoonooka w Australii. Na terenie Polski niewielkie kratery meteorotowe można zobaczyć w Morasku niedaleko Poznania. Większość ziemskich kraterów meteorotowych jest skryta przed oczami laików, a do ich rozpoznania stosuje się zaawansowane metody grawimetryczne i magnetometryczne. Dzięki nim, pod powierzchnią planety, dostrzec można charakterystyczne koncentryczne anomalie nawet wtedy, gdy badany teren pokryty jest bujną roślinnością lub grubą warstwą osadów z kolejnych epok geologicznych.



Fot. 21. Krater Manicouagan w Kanadzie

## Łzy hiszpańskiego męczennika



Fot. 22. Śmierć św. Wawrzyńca na obrazie Tycjana (fragment)

Święty Wawrzyniec (?-258) pochodził z Hiszpanii z miejscowości Huesca. Nie wiemy, kiedy przybył do Rzymu, ale pełnił służbę u papieża Sykstusa II, który w przekonaniu o jego kryształowej uczciwości, powierzył mu opiekę nad nuboższymi mieszkańcami Wiecznego Miasta. W czasach prześladowań chrześcijaństwa, działalność religijno-misyjna rzadko umykała uwadze administracji cesarskiej. Kolejny edykt cesarza Waleriana (193-262) nakazał aresztowania i egzekucje czynnie wyznających wiarę chrześcijan. Ofiarą padł sam papież, a Wawrzyniec, który przed aresztowaniem wydał wszystkie kościelne kosztowności ubogim, podzielił wkrótce jego los. Perseidy, które niebawem zawładną sierpniowymi nocami, mocno wrosły w rodzimą tradycję ludową, wyrastającą na jej katolickim gruncie. Kojarzone są ze śmiercią Wawrzyńca, który zginął podczas tortur przypiekany na rozżarzonej do



czerwoności żelaznej kracie. Jego męczeński lament symbolizują „kosmiczne lzy”, które w okolicy 10 sierpnia, a więc w dniu wspomnienia świętego, spadają obficie z nieboskłonu. Święty Wawrzyniec stał się patronem ubogich, piekarzy, żniwiarzy, bibliotekarzy i kucharzy. Modlitwy do niego chronić miały przed pożarami, poparzeniami i chorobami reumatycznymi, chroniły ognisko domowe przed niepokojami i kłótniami. Patronuje dziś krajowi, z którego pochodził, a w Polsce diecezji pelplińskiej, kilku miastom, a także ratownikom GOPR i sudeckim przewodnikom górskim. Ci ostatni, którzy pokazują zainteresowanym piękno gór, a gdy trzeba niosą pomoc ich ofiarom, co roku zbierają się na mszy na szczycie Śnieżki w kaplicy imienia św. Wawrzyńca. Święty obecny jest też na mapie świata, gdyż jego imieniem nazwano najważniejszą rzekę Kanady i zatokę, do której uchodzi.

## Perseidy AD 2016

Piszący te słowa, swoją astronomiczną pasję zawdzięcza w dużej mierze Perseidom. W czasach, gdy jako całkiem rezolutny sześciolatek nieświadomie spoglądał w niebo, zafascynowały go one do tego stopnia, że po powrocie z wakacji zaczął samodzielnie zgłębiać tajniki cudów nieboskłonu, co pociągnęło za sobą stopniowe odkrywanie świata planet, mgławic i galaktyk. Dowiedział się między innymi, że sierpniowy rój meteorów jest pozostałością po komete 109P/Swift-Tuttle, odkrytej w 1862 roku przez Lewisa A. Swifta (1820-1913) i Horacego Parnella Tuttle'a (1839-1923), choć prawdopodobnie obserwowali ją już starożytni Chińczycy w roku 69 p.n.e. i 188. Jest to kometa okresowa obiegająca Słońce w czasie około 133 lat. Ostatnie przejście komety w pobliżu gwiazdy centralnej miało miejsce w 1992 roku, co umożliwiło sfotografowanie kosmicznego gościa. Złowieszczą ciekawostką jest fakt, że orbita komety przecina orbitę układu Ziemia-Księżyc, co w bardzo odległej przyszłości może być przyczyną kosmicznej katastrofy na niewyobrażalną skalę. Dla przykładu oszacowano, że w sierpniu roku 4479 kometa zbliży się do naszej planety na zaledwie 4.5 miliona kilometrów, co wydawać się może odległością bezpieczną. Ze względu jednak na długi czas obiegu komety i zakłócenia grawitacyjne ze strony Jowisza i innych dużych planet, orbita komety może ulec nie dającej się przewidzieć zmianie.



Fot. 23. Kometa 109P/Swift-Tuttle na fotografii Geralda Rhemanna z 1992 roku



Fot. 24. Ślad pojedynczego meteoru z roju Perseidów, sfotografowany z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

Aktywność Perseidów rozpoczyna się w drugiej połowie lipca, a kończy pod koniec sierpnia. Szczyt aktywności przypada na okres pomiędzy 10 a 14 dniem miesiąca, z tegorocznym pikiem w nocy 11/12 sierpnia. Prognozy wskazują, że można spodziewać się nawet 150 meteorów w ciągu godziny, co w warunkach ciemnego wiejskiego lub górskiego nieba, może być wspaniałym widowiskiem. Warto pamiętać, że Perseidy dają często szybkie (do 60 km/s!), długie i jasne ślady, czasem też bolidy, pozostawiające na niebie smugi pyłu wolno rozwiewające się dzięki prądom powietrza w górnych warstwach atmosfery. Obserwacje w tym roku mogą być nieco utrudnione ze względu na jasny Księżyc tuż po pierwszej kwadrze. Nie należy się jednak zrażać, tylko trzymać kciuki za pogodne niebo w interesującym nas okresie. Ze względu na kapryśność meteorów, warto je obserwować już kilka dni przed, a także po teoretycznie wyliczonym terminie maksimum.

## Po co i jak obserwować meteory?

Astronomowie, posiłkowani rzeszą miłośników nauki o kosmosie, śledzą aktywność rojów meteorów, wyznaczają parametry orbity, współrzędne radiantu, jasność i prędkość poszczególnych zjawisk, czasem również skład chemiczny na podstawie analizy widmowej. Zaawansowane obserwacje dzienne prowadzi się z użyciem anten radiowych, które rejestrują echo radarowe meteorów. W przypadku wyjątkowo jasnych, czasem eksplodujących w powietrzu, bolidów, kiedy istnieje podejrzenie, że część z nich mogła opaść na powierzchnię gruntu, można pokusić się o wyznaczenie tzw. elipsy rozsiania. Poszukiwacze kosmicznych gości, przeczesujący wykrywaczami metalu pola, lasy i wszelkie bezdroża, mają dzięki temu ułatwione zadanie, gdyż znacząco zawęża się obszar potencjalnie skutecznej eksploracji.

Najprostsze obserwacje meteorów polegają na skupieniu uwagi na wybranym fragmencie nieboskłonu i zliczanie kolejnych zjawisk. Nanoszenie ich na mapki nieba pozwoli na określenie pozycji radiantu roju. Wyjątkowo atrakcyjną pamiątką z perseidowych łowów może stać się fotografia kilku lub kilkunastu meteorów uwiecznionych w jednym kadrze. W tym celu niezbędny nam będzie ustawiony na statywie lub oparty na stabilnym podłożu aparat z krótkoogniskowym obiektywem i możliwością otwierania migawki na dłuższy okres czasu (tzw. czas B). Jeśli skierujemy go w okolice konstelacji Perseusza i rozpoczniemy kilkuminutowe naświetlanie, przy odrobinie szczęścia uda się uchwycić w polu widzenia przelot jasnego meteoru na tle podłużnych śladów gwiazd, będących odbiciem ruchu wirowego Ziemi. Odpowiednio dłuższe ekspozycje zwiększają oczywiście szanse na sukces. Niektórzy obserwatorzy dokonują komputerowego złożenia kilkunastu kolejnych ekspozycji, aby otrzymać punktowe obrazy gwiazd i sumaryczną fotografię wszystkich meteorów pojawiających się na danym obszarze nieba w przeciągu godziny lub dłuższego okresu czasu.



Fot. 25. Meteory roju Perseidów z 2015 roku (złożenie komputerowe)



Fot. 26. Ślad mikrometeorytu z roju Perseidów z 2012 roku

Posiadacze teleskopów powinni też spróbować obserwacji Perseidów, które uderzają w pogrążoną w cieniu część Księżyca na lewo od linii terminatora (jak wspomnieliśmy, satelita będzie tuż po pierwszej kwadrze). Pozbawiony atmosfery Księżyc jest łatwym celem dla mikrometeorytów, z których co większe powodują krótkie rozbłyski w chwili kolizji z powierzchnią Srebrnego Globu. Nie są to, rzecz jasna, zjawiska częste, ale być może najcierpliwszi zostaną nagrodzeni za swoją wytrwałość. Zapominając o wszechobecnej technologii, komputerach, lustrzankach i smartfonach, warto po prostu napawać się tegorocznym kosmicznym spektaklem, czerpiąc przyjemność z każdej chwili spędzonej pod gwiazdami. Każde kolejne zaobserwowane zjawisko przyprawiać będzie o mocniejsze bicie serca, a o to przecież w całej tej zabawie chodzi.

### Meteory na poważnie, czyli Polska Sieć Bolidowa (Polish Fireball Network)

Jasne meteory stanowią wdzięczny obiekt znacznie bardziej zaawansowanych programów obserwacyjnych. Służą ku temu specjalne automatyczne stanowiska obserwacyjne, złożone z jednej lub kilku kamer przemysłowych, monitorujących możliwie duży fragment nieba. Stacje bolidowe, bo o nich mowa, pozwalają na uwiecznianie na fotografii jasnych meteorów należących do znanych i nieznanymi rojów, a także zjawisk sporadycznych. Dedykowane im oprogramowanie umożliwia weryfikację pozyskanego materiału, odsiewanie szumu (przeloty samolotów, pojaśnienia paneli słonecznych satelitów, fajerwerki), a także późniejsze wyznaczenie orbity. Wyposażenie kamer w spektroskopy i wirujące migawki pozwala na określenie składu chemicznego i prędkości, co przy jednoczesnej znajomości orbity jest już istotne z naukowego punktu widzenia. Zaletą stacji bolidowej jest fakt, że działa automatycznie, a człowiek niezbędny jest dopiero na etapie weryfikacji danych.



Fot. 27. Jasne Perseidy w 2014 roku, zarejestrowane przez stację sieci bolidowej PKiM w Błoniach



Fot. 28. Stacje Polskiej Sieci Bolidowej

W Polsce powstała i funkcjonuje sieć stacji bolidowych, pod merytoryczną opieką stołecznej Pracowni Komet i Meteorów. Umożliwia ona wyznaczenie innych parametrów przelotu bolidu jak wysokość na jakiej się pojawił, czy, w przypadku wyjątkowo spektakularnych zjawisk, rejonu ewentualnego spadku meteorytu. Stacja bolidowa jest dla miłośnika astronomii doskonałą okazją, aby prowadzić obserwacje o realnej wartości naukowej. To także przepustka do uczestnictwa w dorocznych konferencjach organizowanych przez PKiM, gdzie omawiane są najciekawsze wyniki, będące efektem funkcjonowania sieci.

Przemysław Rudź  
Polska Agencja Kosmiczna - Gdańsk  
[Przemyslaw.Rudz@polsa.gov.pl](mailto:Przemyslaw.Rudz@polsa.gov.pl)

01.08.2016