

Współczesne obserwacje wizualne

część 1

Za nami kolejne maksimum Perseidów. W tym roku zainteresowanie najsylniejszym rojem meteorów było wyjątkowo duże, jako że samo maksimum przypadało w weekend, przy korzystnej fazie księżyca i całkiem dobrej pogodzie. W wielu miastach organizowane były noce Perseidów, a o nadchodzącym maksimum informowały różnego rodzaju media. Maksimum nie zawiodło, ZHR (Zenitalna Liczba Godzinna — ilość meteorów, jaką w ciągu godziny możemy zaobserwować w miejscu, gdzie widoczność graniczna wynosi 6,5 mag przy radiancie roju znajdującym się w zenicie) obliczona dla danych wizualnych osiągnęła 103 ± 9 13 sierpnia o godzinie 3:56 UT. Już na początku nocy odnotowano ZHR 100 ± 4 (21:03 UT), a przez większą jej część aktywność nie spadała poniżej ZHR=70. Pomimo że radiant Perseidów w ciągu nocy nie osiąga zenitu, to pod ciemnym wiejskim niebem rzeczywiście obserwowane ilości meteorów bywają tylko nieznacznie mniejsze niż wskazuje liczba określająca ZHR. Wracając do samego maksimum — zaowocowało ono znaczną ilością pięknych zjawisk Perseidów. Szczególnie pięknie prezentowały się dwa bolidy, które pojawiły się na południe od Polski tuż przed północą czasu lokalnego. Jaśniejszy z bolidów osiągnął jasność zbliżoną do -10 mag i pozostawił po sobie ślad widoczny przez kilkanaście minut.

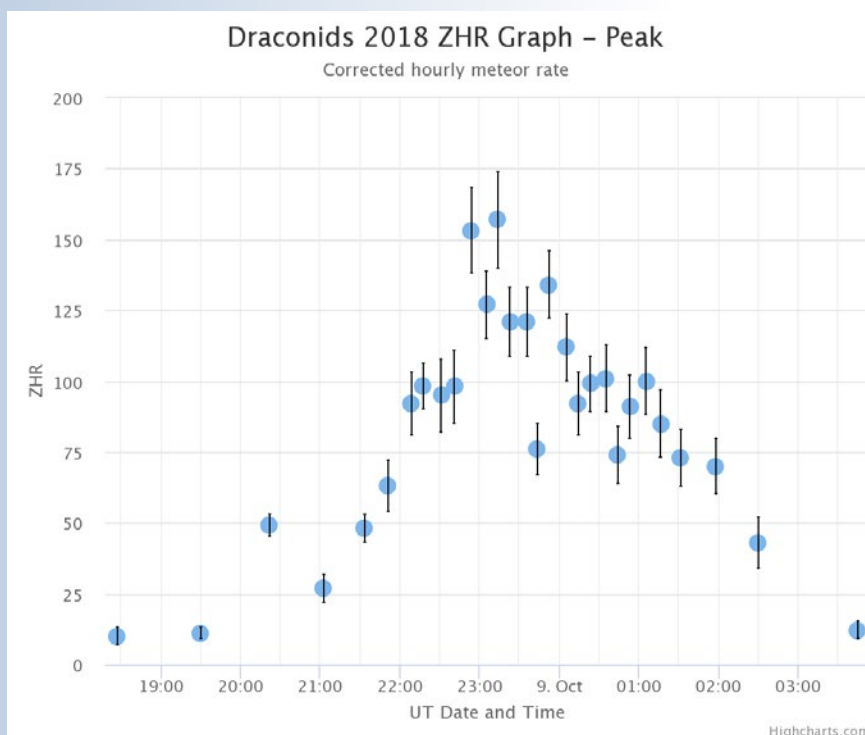
W kilka dni po maksimum zebrano wystarczającą ilość danych wizualnych, aby wyznaczyć profil aktywności Perseidów. Profil ten aktualizowany na bieżąco można zobaczyć na stronie <http://www.imo.net>. Znajdują się tam profile aktywności, indywidualne raporty od obserwatorów, jak również statystyki dotyczące ilości wykonanych obserwacji. Pomimo

znacznego zainteresowania tegorocznymi Perseidami obserwatorów wizualnych z Polski można policzyć na palcach jednej ręki. Zaledwie czterech obserwatorów wykonało nieco ponad 12 godzin obserwacji. Trzeba powiedzieć, że szybki rozwój sieci bolidowej w pewnym momencie odebrał motywację do obserwacji okiem nieuzbrojonym, wszak nowe kamery rejestrowały wszystko z niezwykłą precyzją. Polska będąca niegdyś prawdziwą potęgą na polu obserwacji wizualnych generuje obecnie kilkanaście godzin obserwacji rocznie (dla porównania w latach 90. polscy obserwatorzy przeprowadzali kilka tysięcy godzin rocznie). Tymczasem popularność obserwacji wizualnych na świecie od lat utrzymuje się na podobnym poziomie. Tegoroczne Perseidy obserwowano 153 obserwatorów z całego świata. Prym wiodą tu Niemcy, Słowacy oraz Serbowie. Ci ostatni od lat organizują wielkie obozy astronomiczne, w których uczestniczą dziesiątki obserwatorów. Rekordzistą, jeśli chodzi o tegoroczne Perseidy, jest Kai Gaarder z Norwegii, który wykonał 41 godzin obserwacji. Najlepszy rezultat spośród polskich obserwatorów należy do Macieja Kwinty, który wykonał 5 godzin i 59 minut obserwacji.

Skąd pomimo rozwoju techniki obserwacyjnej tak duża popularność obserwacji wizualnych zagranicą? Są dwie proste przyczyny. Po pierwsze obserwacje wizualne nie wymagają żadnego specjalistycznego sprzętu i praktycznie nic nie kosztują. Każdy kto zastosuje się do kilku prostych zasad rządzących obserwacjami wizualnymi, spożytkuje swój czas w sposób wartościowy, dostarczając wartościowych wyników. Po drugie metoda wizualna dostarcza standardowych i porównywalnych danych opisujących aktywność rojów meteorowych. Co najmniej od lat 80. XX w. obserwacje wykonywane są jednakową, opisaną w dalszej części artykułu metodą. Baza danych wizualnych jest już na tyle duża, że widoczne stają się wieloletnie okresy zmienności dla niektórych większych rojów meteorowych. Tego typu analizy jak na razie nie są możliwe do przeprowadzenia z użyciem danych zbieranych przez kamery wideo. Problemem jest ogromna różnorodność typów kamer i obiektywów używanych do obserwacji. Ustandaryzowanie tego typu danych napotyka na znaczne problemy, choć w ostatnich latach poczyniono na tym polu znaczące postępy. Ludzkie oko stanowi standardowy i dość porównywalny instrument obserwacyjny. Niewielkie indywidualne różnice tracą znaczenie przy analizie większej ilości danych.

Cel obserwacji wizualnych

Współczesne obserwacje wizualne mają nieco inne cele niż jeszcze 10 lat temu. Gdy zacząłem



Wybuch aktywności Drakonidów z 8 października 2018 r. na podstawie danych wizualnych zebranych od 39 obserwatorów. Aktywność roju osiągnęła wartość ZHR = 157 ± 17



Obserwacje wizualne podczas obozu PKiM w Bukowcu w roku 2012. Zwróćmy uwagę na czerwone światło używane przez obserwatorów do oświetlania notatek. Po lewej stronie widoczne aparaty fotograficzne rejestrujące meteory

swoją przygodę z astronomią meteorową, dane wizualne służyły między innymi do odkrywania nowych rojów. Meteory szkicowano na mapach gnomicznych. Współrzędne z map z czasem przenoszono do postaci cyfrowej, a następnie analizowano programem Radiant. W ten sposób można było wyznaczyć położenie radiantów znanych rojów lub też przypadkiem odnaleźć nowy i nieznany radiant. Po roku 2000 wyznaczanie położenia radiantów stało się domeną obserwacji wideo. Obserwacje wykonywane przez obserwatorów wizualnych nie mogły dłużej konkurować pod względem precyzji z obserwacjami CCTV. Współcześnie nie szkicuje się już meteorów na mapach. Obecnie prowadzone obserwacje wizualne koncentrują się na wyznaczaniu aktywności rojów metodą zliczeń. Obserwator przyporządkowuje zaobserwowane meteory do rojów i odnotowuje ich ilości w przedziałach czasowych. Wyznaczając widoczność graniczną, dostarcza informacji niezbędnych do ustandaryzowania wyników. Obserwacje te są wprowadzane poprzez stronę internetową, w ciągu kilku godzin stają się dostępne dla wszystkich zainteresowanych a jednocześnie tworzą wstępny wykres aktywności roju.

Co potrzebne do obserwacji

Ciemne niebo — do wykonywania obserwacji o wartości naukowej potrzebne jest niebo o widoczności lepszej niż 5 mag. Takie niebo spotykamy z dala od światła miejskich, ale warto pamiętać, że widoczność może być ograniczona również przez Księżyc. Obserwacji przy widoczności granicznej gorszej niż +5^m nie wykonujemy i nie wysyłamy.

Śpiwór — nie wytrzymaamy zbyt długo, obserwując meteory z podniesioną głową. Obserwacje najlepiej wykonywać, leżąc w śpiworze lub na leżaku. Należy tak patrzeć, aby niebo wypełniało całe pole widzenia. Warto ubrać się ciepło — obserwator leżący nieruchomo dość szybko traci ciepło,

a temperatura w ciągu nocy często znacząco spada. Problemem może również być pojawiająca się rosa.

Czerwona latarka — podczas obserwacji musimy utrzymywać stałą i pełną adaptację oka do ciemności. Notatki wykonujemy, używając czerwonej latarki, która w minimalnym stopniu wpływa na adaptację oka. Czerwone światło tylko nieznacznie pobudza receptory światłoczułe siatkówki oka, odpowiedzialne za widzenie w nocy. Musi to być latarka LED lub tradycyjna latarka z filtrem czerwonym. Nie nadają się do tego celu ekrany telefonów wyświetlające czerwony obraz.

Notatnik wodoodporny — obecnie dostępne są na rynku notatniki odporne na wilgoć. Trzeba przyznać, że podczas długich sierpniowych nocy tradycyjne notatniki leżące obok obserwatora przyjmują konsystencję półpłynną.

Ołówki — ołówek w przeciwieństwie do długopisu działa w każdych warunkach. Jako że ołówek może się złamać, warto mieć do dyspozycji kilka sztuk.

Dyktafon — alternatywa do notatnika i ołówek. Pozwala nagrywać przebieg obserwacji bez odrywania wzroku od nieba, dzięki użyciu dyktafonu niczego nie przegapimy. Ujemną stroną jest konieczność przesłuchania całego nagrania nazajutrz, gdy jesteśmy zmęczeni po obserwacjach.

Zegarek — obserwator notuje czas obserwacji, momenty początku i końca przedziałów czasowych. W przypadku pojawienia się jasnych bolidów warto odnotować dokładną godzinę.

Podstawowe pojęcia

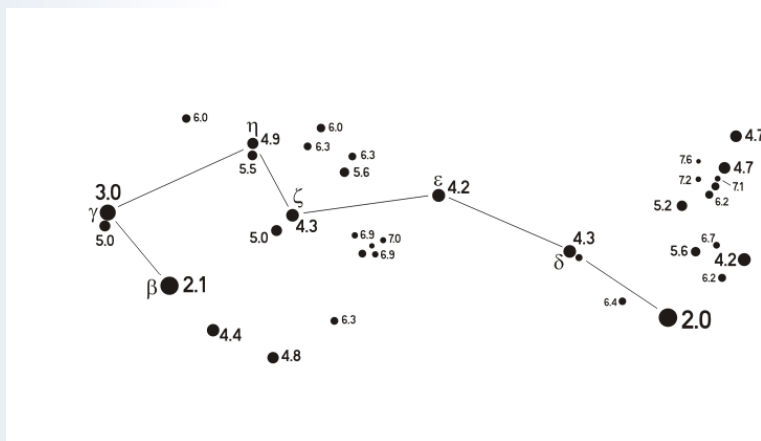
Zliczenia — Istota współczesnych obserwacji — notujemy pojawienia się meteorów w zeszycie, zaznaczamy do jakiego roju należą oraz określamy ich jasność. Nie notujemy momentów poszczególnych meteorów, jedynie co jakiś czas zaznaczamy granice przedziału czasowego.

Przedziały czasowe — meteory zliczamy w przedziałach o określonej długości. Typowo przedział trwa godzinę. W przypadku większej aktywności stosujemy przedziały krótsze, np. 30-minutowe lub nawet 15-minutowe (typowa sytuacja dla maksimum Perseidów). Podczas pamiętnego maksimum Leonidów w 2002 r. stosowano przedziały dwuminutowe.

Czas efektywny — pojęcie bezpośrednio związane z poprzednim. Przez przedział 15-minutowy rozumiemy 15 minut obserwacji, nie wliczając momentów na notowanie, picie kawy, walkę z komarami itp. W praktyce więc 15 minut czasu efektywnego zajmuje nieco więcej czasu zegarowego.

Przynależność do roju — podczas obserwacji musimy odróżniać meteory z obserwowanego roju od innych meteorów i od meteorów sporadycznych. Musimy przynajmniej nauczyć się odróżniać meteory należące do roju, który właśnie osiąga maksimum aktywności. Musimy również umieć wykluczać meteory, które, choć podobne, to do roju nie należą.

Kryteria przynależności są trzy: kierunek, prędkość i długość. Kryterium kierunku wydaje się być oczywiste — meteor przedłużony wstecz ma trafić w radiant. Musimy wcześniej dowiedzieć się, gdzie leży radiant obserwowanego roju. Informacje na ten temat dostępne są w kalendarzach obserwacyjnych na stronach www.pkim.org lub www.imo.net. Kryterium prędkości pozwala wykluczać zjawiska o prędkości nie pasującej do typowej dla roju. Meteory wchodzą w atmosferę z prędkościami od 11 do 72 km/s. Perseidy przy prędkości 57 km/s wydają się być meteorami szybkimi, Leonidy osiągające 72 km/s wyglądają jak świetliste kreski na niebie, Geminidy przy 35 km/s wydają się mieć średnią prędkość, a obserwowane w letnie noce Capricornidy przy 23 km/s wydają się być dość wolne. Są od tej reguły pewne odstępstwa — szybkie Leonidy czy Perseidy obserwowane tuż nad horyzontem mogą wydawać się dość wolne (bo znajdują się bardzo daleko od obserwatora), podobnie też te, które znajdują się bardzo blisko radiantu, mogą wydawać się wolne,



Jasności gwiazd znajdujących się w pobliżu północnego bieguna niebieskiego. Jasności te mogą być wykorzystane do określania widoczności granicznej podczas obserwacji

bo widzimy je niejako od przodu (pod bardzo małym kątem). Trzecie kryterium — meteor należący do danego roju powinien być dwukrotnie krótszy niż odległość pomiędzy początkiem zjawiska a radiantem roju. Jest to czysto geometryczne kryterium — meteory znajdujące się blisko radiantu widzimy pod małym kątem, a więc nie mogą być one zbyt długie. Im dalej od radiantu, tym dłuższe mogą być meteory. Reguła nie dotyczy bolidów, które osiągają ogromne długości, oraz w sytuacji gdy radiant jest zbyt nisko nad horyzontem (co również może prowadzić do powstawania bardzo długich meteorów).

Widoczność graniczna — jasność najsłabszej gwiazdy dostrzeganej przez obserwatora metodą zerkania. Polega ona na patrzeniu na obserwowany obiekt nie bezpośrednio, ale tuż obok niego, tak że nie znajduje się on w centrum pola widzenia. Widoczność wyznaczamy na początku każdego przedziału oraz w momentach, gdy widoczność się zmienia (notujemy godzinę i widoczność). Widoczność określamy, zliczając gwiazdy na wyznaczonych obszarach nieba, a następnie porównując z tabelami. Opis tych pól wraz z tabelami znacząco przekracza objętość tego artykułu, wspomnę więc o sposobie alternatywnym — do wyznaczenia widoczności granicznej mogą służyć gwiazdy północnego ciągu biegunowego (mapka powyżej).

Współczynnik zachmurzenia — współczynnik opisujący zachmurzenie podczas obserwacji. Obserwując, notujemy stan zachmurzenia w obserwowanym polu widzenia (nie na całym niebie) — przy bezchmurnym niebie odnotowujemy 0%, przy zachmurzonym w połowie — 50%.

Jasność meteoru — określamy wizualnie jasności obserwowanych meteorów z dokładnością do 1 mag (bardziej doświadczeni obserwatorzy zazwyczaj określają jasności z dokładnością do 0,5 mag). Jasność wyznaczana jest poprzez proste porównanie z gwiazdami o znanych jasnościach.

Rozkład jasności — zaobserwowane meteory osobno dla każdego roju, grupowane są w klasy jasności. Zazwyczaj w postaci tabelarycznej przyporządkowujemy meteory do grup — kolejno o jasnościach, które różnią się o 1 mag. Przykładowo zapisujemy ilość meteorów o jasnościach +4 mag, ilość o jasnościach +3 mag, następnie +2 mag i tak dalej. Zazwyczaj otrzymujemy rozkład



Bolid z roju Perseidów o jasności -9 mag, który pojawił się podczas maksimum w nocy z 11 na 12 sierpnia 2016 r. o godzinie 23:59 UT. Fot. Arkadiusz Olech

ilości, w którym ilość meteorów rośnie wraz ze spadkiem ich jasności, przy czym dla zjawisk najślabszych następuje załamanie tej zależności (ludzkie oko ma problem ze skutecznym dostrzeganiem meteorów na granicy zasięgu gwiazdowego). Dane wynikające z rozkładu jasności używane są do wyznaczenia współczynnika masowego roju.

Technika obserwacji

Miejsce obserwacji — tło nieba ma ogromne znaczenie dla przeprowadzanej obserwacji. Obserwacje można prowadzić przy widoczności granicznej większej niż +5,0^m, ilość widocznych meteorów wzrasta bardzo silnie wraz ze wzrostem widoczności granicznej. Przykładowo dla Perseidów pod ciemnym wiejskim niebem widzimy zazwyczaj około 100 zjawisk w ciągu godziny, w warunkach podmiejskich dostrzeżemy w tym czasie około 30–50 meteorów. W centrum Warszawy przy widoczności około +3 mag mamy szansę zaobserwować kilka najjaśniejszych zjawisk. Nie zawsze możemy znaleźć się pod odpowiednio ciemnym niebem, ale koniecznie musimy zadbać o to, aby w polu widzenia nie znajdowały się świecące latarnie, okna, światła samochodów. Meteory obserwujemy, leżąc w śpiworze, na leżaku, w ostateczności na wygodnym fotelu, o ile możemy bez problemu i bez wysiłku spoglądać do góry przez kolejne godziny obserwacji. Warto pamiętać o odpowiednim ubiorze. Ubrać należy się znacznie cieplej niż wydaje się na pierwszy rzut oka. Obserwator leżąc nieruchomo traci ciepło błyskawicznie, co da się odczuć już w pierwszej godzinie obserwacji.

Adaptacja wzroku do ciemności — konieczny a często pomijany element przygotowania do obserwacji. Czułość ludzkiego oka po wyjściu z jasno oświetlonego pomieszczenia przez kilkanaście minut jest mocno zredukowana i wykonywanie obserwacji w tym czasie mogłoby zafałszować wyniki. Przy wykonywaniu notatek używamy wyłącznie czerwonego światła latarki LED. Nie używamy telefonów w roli latarek, świecą one zbyt jasno i wyraźnie psują adaptację do ciemności. Nie używamy telefonów w ogólności, aby nie rozpraszały uwagi, aby nie świeciły obserwatorowi w oczy.

Obserwacja — gdy wzrok przyzwyczai się do ciemności, a widoczność przekracza +5,0 mag, rozpoczynamy obserwację. Notujemy (na kartkę lub dyktafon) datę i godzinę początku, miejsce obserwacji. Określamy widoczność graniczną i zachmurzenie. Czekamy na pojawienie się pierwszego meteoru. Obserwując jakiś rój, nie patrzymy w stronę jego radiantu, a więc obserwując Perseidy, nie patrzymy w Perseusza, tam akurat zjawisk jest najmniej. Początek obserwacji jest początkiem pierwszego przedziału czasowego, np. godzinnego. Nie zapisujemy momentów pojawiania się poszczególnych meteorów, jedynie wpisujemy je w rozpoczęty przedział czasowy. Kontrolujemy czas tak, aby w odpowiednim momencie zakończyć przedział i rozpocząć kolejny. Przy każdym rozpoczęciu przedziału notujemy widoczność graniczną.

Gdy pojawi się meteor, notujemy jego numer kolejny, jasność oraz przynależność do roju. Nagrywając obserwacje na dyktafon wystarczy notować jasność i przynależność. Meteorów w ciągu nocy może pojawić się nawet kilkaset. Po zaplanowanym czasie kończymy obserwację, zapisując końcową widoczność graniczną, zachmurzenie i moment końca obserwacji. Obserwacje należy przerwać, gdy okoliczności nie pozwalają na jej dalsze prowadzenie — w przypadku gdy widoczność spadnie poniżej +5,0^m, w przypadku zachmurzenia większego niż 50% a także w przypadku gdy ogarnia nas zmęczenie skutkujące zmniejszeniem spostrzegawczości.

Opracowanie obserwacji

Zanim nasza obserwacja trafi do globalnej analizy, należy wstępnie ją przygotować. Przed nami wykonanie rozkładu jasności meteorów, wyznaczenie średniej ważonej dla widoczności i zachmurzenia w przedziałach. Obserwacje wprowadzać będziemy za pośrednictwem formularza na stronie www.imo.net.

Szczegółowy opis opracowania i wprowadzania danych zawarty będzie w następnym numerze *Uranii*.

Przemysław Żołądek

Obserwator: Przemysław Żołądek
Miejsce obserwacji: PFN68 Dąbrowa, Polska
Widoczność graniczna: +5.0m
Zachmurzenie: 0%

Data: 12/13 08 2018 UT: 19:45

==== Przedział 19:45 UT

1.	PER	3.0
2.	PER	-1.5
3.	SPO	2.0
4.	PER	0.0

19:55 UT – widoczność +5.74 m

5.	PER	0.0
6.	SPO	0.0
7.	PER	0.0
8.	PER	2.5

20:05 – widoczność +6.01 m

9.	PER	-1.0
10.	PER	-0.5

==== Koniec przedziału 20:17UT (15 minut czasu efektywnego)

==== Przedział 20:17 UT Widoczność +6.1 m, Zachmurzenie 0%

11.	PER	3.0
12.	PER	3.0
13.	PER	2.0
14.	PER	3.0
15.	KCG	3.0

==== Koniec przedziału 20:34 UT, Widoczność +6.1m

...
...
...

Koniec obserwacji: 01:45UT
Widoczność: +5.0 m
Zachmurzenie: 0%

Przykład zapisu obserwacji wizualnych. W nagłówku dane dotyczące obserwatora, miejsca obserwacji oraz momentu rozpoczęcia pierwszego przedziału. Widoczne dwa 15-minutowe przedziały. W przedziałach zapisano meteory wraz z jasnością i przynależnością