



”ŁZY ŚW. WAWRZYŃCA” W LATACH 90-TYCH.

1 Wstęp

Wbrew szumnym zapowiedziom prasy i telewizji, XX wiek i drugie tysiąclecie jeszcze się nie skończyły, więc z ich podsumowaniem należy trochę poczekać. Skończyły się jednak lata 90-te i to daje już pewien powód do spojrzenia na nie z perspektywy lat... 00-wych (?).

Ostatnie dziesięciolecie w astronomii meteorowej minęło na pewno pod znakiem roju Perseid. Co prawda w listopadzie aktywnością rzędu 3000 meteorów na godzinę popisał się rój Leonid, jednak z podsumowaniem jego aktywności należy jeszcze kilka lat poczekać, bowiem nie powiedział on ostatniego słowa i wydaje się, że w latach 2001-2002 możemy oczekiwać spektaklu jeszcze bardziej interesującego. Tymczasem powrót w okolice Słońca komety 109P/Swift-Tuttle będącej ciałem macierzystym roju Perseid spowodował, że właśnie ten rój był ostatnio w centrum zainteresowania zarówno miłośników astronomii jak i astronomów zawodowych zajmujących się meteorami. Zaczniemy jednak od początku...

2 Trochę historii...

Perseidy są znane od co najmniej 2000 lat, bowiem pierwsze informacje na temat tego roju możemy znaleźć już w dalekowschodnich kronikach z tego okresu. Pierwszą wyraźną wzmiankę na temat Perseid podają Chińczycy, którzy w 36 r. n. e. obserwowali aktywność około 100 meteorów na godzinę. Później rój ten pojawia się dość często w VIII, IX, X i XI wiecznych kronikach chińskich, japońskich i koreańskich. Perseidy stały się bardziej znane Europejczykom, gdy Irlandcy rolnicy ochrztili je “łzami św. Wawrzyńca” w związku z przypadającym w okolicach maksimum roju dniem tego świętego.

Pierwszym europejskim obserwatorem, który ocenił aktywność Perseid był Eduard Heis, który w maksimum w roku 1839 odnotował aż 160 meteorów na godzinę. W późniejszych latach aktywność roju była niższa i nie przekraczała 80 zjawisk na godzinę. Coś interesującego zaczęło się dziać w latach 60-tych XIX wieku, kiedy to Perseidy popisywały się nawet aktywnością dochodzącą do 215 zjawisk na godzinę.

Tak wysoka aktywność stała się zrozumiała w 1867 roku, kiedy to Giovanni Schiaparelli odkrył, że orbity cząstek z roju Perseid bardzo dobrze zgadzają się z orbitą komety 109P/Swift-Tuttle, która gościła na niebie i w najbliższych okolicach Słońca w 1862 roku. Powrót komety spowodował zasilenie roju meteoroidów nowymi cząstkami, które spowodowały podwyższoną aktywność.

W pierwszej połowie XX wieku Perseidy były bardzo kapryśne. Maksymalne liczby godzinne wahały się od 4-12 w latach 1911-12 do nawet 189 w 1945 roku.

W 1973 roku Brian Marsden obliczył, że we wrześniu 1981 roku na naszym niebie ponownie powinna pojawić się kometa Swift-Tuttle. Nic dziwnego, że wzbudziło to duże zainteresowanie rojem Perseid. To zainteresowanie wydawało się być jak najbardziej uzasadnione, gdy po latach 1966-1975, w których aktywność wynosiła około 65 zjawisk na godzinę, lata 1976-1978 przyniosły wzrost do 90 meteorów na godzinę. W 1983 roku Perseidy sypnęły liczbami godzinnymi rzędu 190, komety jednak jak nie było tak nie było. W latach 1984-1987 maksymalna aktywność Perseid znów powróciła do około 60 meteorów na godzinę.

Rok 1988 przyniósł niespodziankę. Zwykle maksimum wystąpiło w momencie o długości ekliptycznej Słońca $\lambda_{\odot} = 140.08^{\circ}$ i miało aktywność $ZHR = 106 \pm 22$ (ZHR to skrót od angielskiego Zenithal Hourly Rate i oznacza liczbę meteorów jaką obserwowałby w ciągu godziny jeden obserwator w momencie, gdy najsłabsze gwiazdy widoczne gołym okiem mają jasność 6.5 mag a radiant roju jest w zenicie). Dwanaście godzin wcześniej odnotowano jednak jeszcze jedno wyraźne maksimum o aktywności $ZHR = 86 \pm 4$. Sytuacja taka powtórzyła się w roku 1989 z tym, że nowe maksimum miało już aktywność 102 ± 10 i w 1990 kiedy to ZHRy wyniosły 75 ± 10 .

Fakty te zainspirowały Marsdena do pownownego zajęcia się orbitą komety Swift-Tuttle. Tym razem założył on jednak, że kometa obserwowana przez Keglera w 1737 roku była także odkrytą później na nowo kometa Swift-Tuttle. Wynik sugerował, że kolejnego przejścia przez perihelium powinniśmy oczekiwać w grudniu 1992 roku.

Tymczasem rok 1991 przyniósł kolejną niespodziankę. Stare maksimum zgodnie z oczekiwaniami pojawiło się w momencie $\lambda_{\odot} = 139.94^{\circ}$ z $ZHR = 97 \pm 2$. Dziesięć godzin wcześniej obserwatorzy w Japonii i na Dalekim Wschodzie odnotowali aktywność $ZHR = 284 \pm 63!!!$ Rok później nowe maksimum także dopisało i ponownie sporo szczęścia mieli obserwatorzy w Azji, którzy oszacowali aktywność na $ZHR = 220 \pm 22$.

Dnia 26 września 1992 roku zagadka wzmoczonej aktywności Perseid wyjaśniła się. Japoński astronom amator Tsuruhiko Kiuchi odkrył w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy kometę Swift-Tuttle. Cząstki pozostawione przez tą kometę rozkładają się na jej orbicie. Nie jest to jednak rozkład równomierny i gęste obszary krążą dookoła Słońca w najbliższym otoczeniu komety. Nic więc dziwnego, że Perseidy pokazują wysoką aktywność w latach kiedy w najbliższe okolice Słońca powraca ich kometa macierzysta. Tak więc za stare maksimum odpowiedzialne są stare cząstki wyrzucone z komety setki i tysiące lat temu, tymczasem za nowe i wysokie maksimum cząstki młode, wyrzucone z komety podczas powrotów w latach 1737 i 1862.

Wszyscy zadali więc sobie pytanie co będzie działo się w nocy z 11 na 12 sierpnia 1993 roku, kiedy kometa będzie już oddalać się od Słońca pozostawiając za sobą nową i gęstą dawkę pyłu, w którą właśnie wtedy wpadnie Ziemia.

Przypomniano sobie od razu legendarny deszcz Leonid z 13 listopada 1833 roku kiedy to obserwowano kilkadziesiąt tysięcy meteorów na godzinę. Twórczynią roju Leonid jest kometa 55P/Tempel-Tuttle, która przeszła najbliższej orbity Ziemi 308 dni przed tym, jak Ziemia znalazła się w tym miejscu. Odległość Ziemi od orbity komety wyniosła wtedy 0.0013 AU. Jak w porównaniu z tymi warunkami wyglądało spotkanie Ziemi z orbitą komety Swift-Tuttle? Dużo korzystniej! W nocy z 11 na 12 sierpnia 1993 roku o godzinie 1:15 UT odległość obu orbit miała wynosić tylko 0.00094 AU, a kometa znajdowała się w tym miejscu 224 dni wcześniej. Poza tym kometa Swift-Tuttle jest obiektem wyraźnie większym niż Tempel-Tuttle. Wszystko to sugerowało, że w sierpniu 1993 roku możemy oczekiwać zjawiska jeszcze bardziej spektakularnego niż deszcz Leonid z 1833 roku.

Nabrać dali się wszyscy. NASA wstrzymała start swojego promu kosmicznego, media grmiały donosząc o kosmicznym deszczu raz meteorów raz meteoroidów (!), a miłośnicy astronomii na całym świecie zadzierali głowy spoglądając w rozgwieżdżone niebo. Perseidy sprawiły jednak ogromny zawód. Zamiast ZHRów rzędu 100 000 w maksimum obserwowaliśmy "tylko" $ZHR = 264 \pm 17$. Świadczy to tylko o tym jak mało jeszcze wiemy o małych ciałach Układu Słonecznego.

Nie dużo gorzej było rok później, bowiem maksymalne ZHRy wyniosły 238 ± 17 . W latach następnych maksymalna aktywność Perseid zaczęła sukcesywnie spadać od $ZHR = 171 \pm 30$ w 1995 roku do $ZHR = 110 \pm 20$ w roku 1998. Dokładne momenty maksimów wraz z ich aktywnością i współczynnikiem masowym r podane są w Tabeli I.

Tabela I

Rok	λ_{\odot} (nowe maksimum)	r	ZHR	λ_{\odot} (stare maksimum)	r	ZHR
1988	$139.78^{\circ} \pm 0.03^{\circ}$	2.0	86 ± 4	$140.08^{\circ} \pm 0.04^{\circ}$	2.1	106 ± 22
1989	$139.56^{\circ} \pm 0.03^{\circ}$	2.1	102 ± 10	$139.80^{\circ} \pm 0.09^{\circ}$	2.1	94 ± 6
1990	$139.55^{\circ} \pm 0.05^{\circ}$	1.8	75 ± 10	$140.54^{\circ} \pm 0.20^{\circ}$	2.1	81 ± 6
1991	$139.55^{\circ} \pm 0.03^{\circ}$	2.2	284 ± 63	$139.94^{\circ} \pm 0.04^{\circ}$	2.1	97 ± 2
1992	$139.48^{\circ} \pm 0.02^{\circ}$	2.1	220 ± 22	$140.13^{\circ} \pm 0.20^{\circ}$	2.0	84 ± 34
1993	$139.53^{\circ} \pm 0.01^{\circ}$	2.0	264 ± 17	$139.91^{\circ} \pm 0.04^{\circ}$	1.9	95 ± 5
1994	$139.59^{\circ} \pm 0.01^{\circ}$	1.8	238 ± 17	$139.84^{\circ} \pm 0.04^{\circ}$	1.9	86 ± 2
1995	$139.62^{\circ} \pm 0.05^{\circ}$	2.2	171 ± 30	$139.90^{\circ} \pm 0.15^{\circ}$	2.1	65 ± 20
1996	$139.66^{\circ} \pm 0.03^{\circ}$	2.0	121 ± 17	$140.08^{\circ} \pm 0.04^{\circ}$	1.7	85 ± 10
1997	$139.71^{\circ} \pm 0.01^{\circ}$	1.8	137 ± 5	$140.03^{\circ} \pm 0.03^{\circ}$	1.9	94 ± 2
1998	$139.75^{\circ} \pm 0.03^{\circ}$	2.1	110 ± 20	$140.10^{\circ} \pm 0.02^{\circ}$	2.2	74 ± 3

3 Jak to było w Polsce?

Tak się złożyło, że aktywność Perseid w latach 90-tych pokryła się z wzrastającą aktywnością polskich miłośników astronomii zrzeszonych w Pracowni Komet i Meteorów (PKiM). Większość obserwatorów PKiM to młodzi ludzie, którzy doświadczenie swe zbierali pieczołowicie wykonując obserwacje właśnie tego roju. Nic więc dziwnego, że większość z nas darzy ten rój sporym sentymentem. Z drugiej jednak strony trudno nie lubić Perseid, które były na tyle miłe aby swoją maksymalną aktywnością popisywać się w ciepłe, przeważnie pogodne, no i przede wszystkim wakacyjne noce.

Począwszy od 1991 roku także i czytelnicy *Uranii* mogą mieć wgląd w aktywność roju Persied i wyniki uzyskiwane przez PKiM. Omówienie wszystkich akcji obserwacyjnych dotyczących tego roju ukazywało się na łamach *Uranii* (vide numery 5/92, 12/92, 7-8/93, 2/94, 6/95, 3/96, 4/97, 2/98 i 2/99). Publikacja tych tekstów niewątpliwie bardzo nam pomogła. Z jednej strony mogliśmy zaprezentować swoje wyniki i pochwalić się nimi, a z drugiej strony zawsze

zachęcaliśmy nowych obserwatorów do współpracy i z roku na rok nasze grono się powiększało. Obecnie jesteśmy już najaktywniejszą grupą obserwatorów meteorów na świecie!

Początki były jednak trudne. Pierwsza akcja obserwacyjna PKiM dotycząca Perseid 1991 opublikowana na łamach *Uranii* opierała się o niespełna 100 godzin obserwacji, podczas których odnotowano 1388 Perseid. Najaktywniejszym obserwatorem w 1991 roku był Krzysztof Gdula, który wykonał 10 godzin! Rok później liczba godzin była podobna, liczba meteorów dwa razy mniejsza, a najaktywniejszy obserwator (niżej podpisany) wykonał 25 godzin obserwacji. Rok 1993 był nie wiele lepszy. Podczas 131 godzin obserwacji 26 obserwatorów odnotowało pojawienie się 1562 Perseid. Ponownie najwięcej godzin (17) wykonał niżej podpisany. Rok 1994 przyniósł kolejny wzrost wszystkich liczb. Godzin było już 197, obserwatorów 34, a Perseid ponad 2000. Najaktywniejszym obserwatorem z 16 godzinami został Janusz Kosinski.

Aż wreszcie przyszedł rok 1995. Mimo mało ciekawego układu faz Księżyca i średniej pogody od 58 osób otrzymaliśmy wtedy 649 godzin obserwacji, a liczba odnotowanych Perseid wyniosła 3243! Aktywność swoją znacznie też podnieśli obserwatorzy, bowiem najaktywniejszy współpracownik PKiM w tym roku – Maciej Reszelski uzyskał aż 105 godzin obserwacji! Ogromna liczba obserwatorów świadczyła o tym, że większość z nich to osoby początkujące, nic więc dziwnego, że po odrzuceniu obserwacji wykonanych nieprawidłowo i w złych warunkach, zostały nam “tylko” 448.5 godziny. I tak był to jednak wynik dwukrotnie lepszy od wyniku z poprzedniego roku i trudno było nam sobie wyobrazić większą liczbę obserwacji.

Nie doceniliśmy jednak polskich miłośników astronomii. Dobry układ faz Księżyca i korzystny dla obserwatorów w Polsce moment wyższego maksimum spowodowały, że w 1996 roku od 50 współpracowników PKiM uzyskaliśmy aż 719 godzin obserwacji, w ciągu których odnotowano 6706 Perseid. Najlepszym obserwatorem został wtedy Tomasz Fajfer, który zamknął akcję Perseidy 1996 z wynikiem 99 godzin.

I znów nie chciało nam się wierzyć, że kiedykolwiek pobijemy rekord z 1996 roku, ponownie jednak grubo się pomyliliśmy. W roku 1997 sprzyjała nam pogoda, która w okresie od 5 do 25 sierpnia była wręcz idealna. Dzięki temu nieduża w porównaniu z rokiem poprzednim grupa 28 obserwatorów wykonała 937 godzin obserwacji. Liczba zaobserwowanych Perseid wyniosła 8273 a meteorów sporadycznych 5742. Najaktywniejszym obserwatorem był Konrad Szaruga, który wykonał aż 141 godzin obserwacji! Proszę zauważyć, że jest to więcej niż w roku 1991 i 1992 wykonali wszyscy obserwatorzy PKiM!

Na roku 1997 wzrastający trend się zakończył. Po raz pierwszy od 1991 roku zanotowaliśmy spadek obserwacji w porównaniu z rokiem ubiegłym. W lipcu i sierpniu 1998 roku 35 polskich obserwatorów przeleżało pod nocnym niebem 897 godzin odnotowując 3342 meteory z roju Perseid. Najaktywniejszym obserwatorem został Jarosław Dygos, który wykonał 95 godzin obserwacji.

No i w taki sposób doszliśmy do roku 1999...

4 Perseidy 1999

Wszyscy z Was na pewno mają jeszcze w pamięci całkowite zaćmienie Słońca z 11 sierpnia zeszłego roku. Większość też na pewno wie, że zaćmienia Słońca mogą wydarzyć się tylko i wyłącznie podczas nowiu Księżyca. Fakt ten bardzo dobrze wróżył obserwacjom Perseid, bowiem bezksiężycowe noce pokrywały się idealnie z najwyższą aktywnością roju. Drugim argumentem zachęcającym do obserwacji był korzystny dla obserwatorów w Polsce moment nowego maksimum, które miało wystąpić w nocy z 12 na 13 sierpnia około godziny 23 UT. Co prawda nikt nie oczekiwał aktywności takiej jak w latach 1992-94 lecz ZHRy powyżej 100 nie powinny być niespodzianką.

Wszystkie powyższe fakty spowodowały, że mamy nowy rekord! W okresie od 15 lipca do 25 sierpnia 1999 roku 29 obserwatorów PKiM uzyskało 988.03 godzin obserwacji odnotowując pojawienie się 6731 Perseid. Pełna lista naszych obserwatorów wraz z liczbą wykonanych przez nich obserwacji jest podana w Tabeli II.

Tabela II

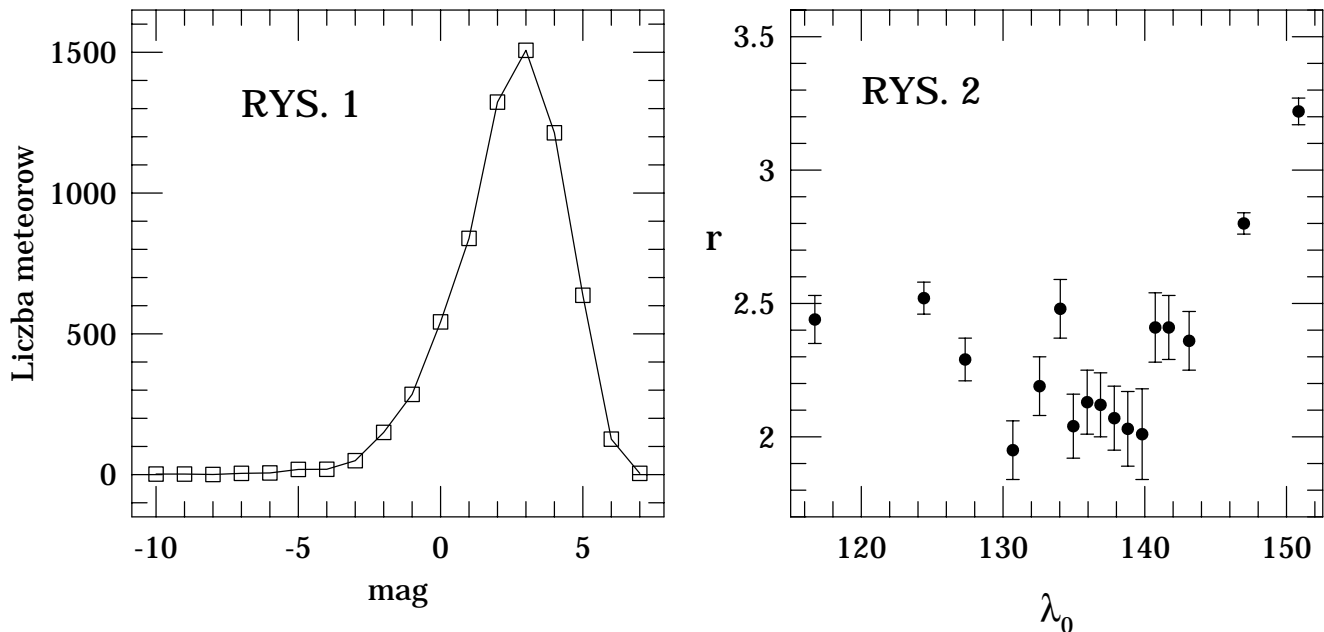
Lp.	Obserwator	t_{eff}	Lp.	Obserwator	t_{eff}	Lp.	Obserwator	t_{eff}
1	T. Fajfer	117.00	11	M. Kwinta	38.42	21	G. Maciejewski	11.03
2	J. Dygos	105.41	12	L. Wojciechowska	29.18	22	P. Nawalkowski	10.95
3	K. Szaruga	81.62	13	M. Wiśniewski	28.56	23	J. Nocoń	8.17
4	K. Pyrek	66.56	14	D. Stelmach	26.94	24	K. Socha	8.00
5	A. Skoczewski	63.33	15	I. Fitoł	22.00	25	A. Trofimowicz	7.50
6	E. Dygos	61.57	16	A. Olech	21.85	26	C. Gałan	4.27
7	K. Mularczyk	54.17	17	M. Czubaszek	18.78	27	M. Reszelski	3.93
8	D. Dorosz	52.37	18	T. Żywczyk	18.50	28	M. Jurek	3.00
9	M. Konopka	50.17	19	P. Szakacz	18.33	29	K. Fietkiewicz	2.62
10	M. Gajos	41.85	20	L. Mikuć	11.95		RAZEM	988.03

Dla 6730 Perseid wyznaczono jasność. Rozkład tej wartości jest zaprezentowany na Rys. 1. Widać z niego wyraźnie, że liczba meteorów o danej jasności najpierw wzrasta, osiąga maksimum dla 3 mag a potem szybko zaczyna spadać. Nie jest to jednak żaden efekt fizyczny związany z rojem tylko skutek, tego że łatwiej jest przeoczyć zjawiska słabe niż jasne. W rzeczywistości liczba meteorów o jasnościach 3-7 mag powinna być znacznie większa. Musimy więc poprawić nasz rozkład jasności używając do tego empirycznie wyznaczonych prawdopodobieństw zaobserwowania zjawiska o danej jasności w danych warunkach atmosferycznych. Po tej operacji mamy już prawdziwy rozkład jasności zjawisk z roju Perseid. Możemy teraz policzyć liczbę meteorów o jasności m lub jaśniejszych. Oznaczmy tą wartość przez $\Phi(m)$. Pozwoli to nam wprowadzić definicję współczynnika masowego r , która wygląda następująco:

$$r = \frac{\Phi(m+1)}{\Phi(m)}$$

Współczynnik ten mówi nam o rozkładzie masy w strumieniu meteoroidów. Im mniejsza wartość r tym więcej w strumieniu cząstek masywnych, a dzięki temu i jasnych meteorów.

W latach poprzednich daleko od maksimum aktywności r oscylował w okolicach 2.6, spadając do około 2.2 w około 8 sierpnia, a w samym maksimum wynosił między 1.9 a 2.0.



Patrząc na Rys. 2 możemy zobaczyć jak to wyglądało w roku 1999. Widać, że niewiele zmieniło się w porównaniu z latami ubiegłymi. W nocy odpowiadającej maksimum aktywności ($\lambda_{\odot} \approx 140^{\circ}$) r wyniósł 2.01 ± 0.17 .

Znając już r możemy pokusić się o wyznaczenie Zenitalnych Liczb Godzinnych (ZHR). Wykorzystamy tutaj następujący wzór:

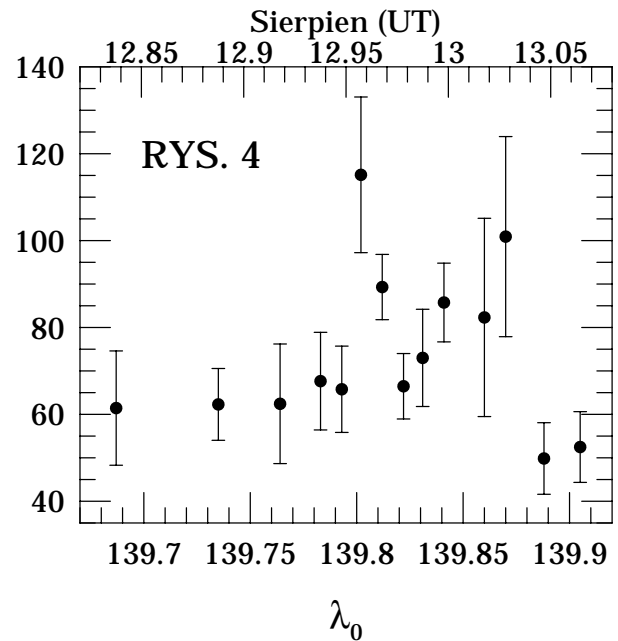
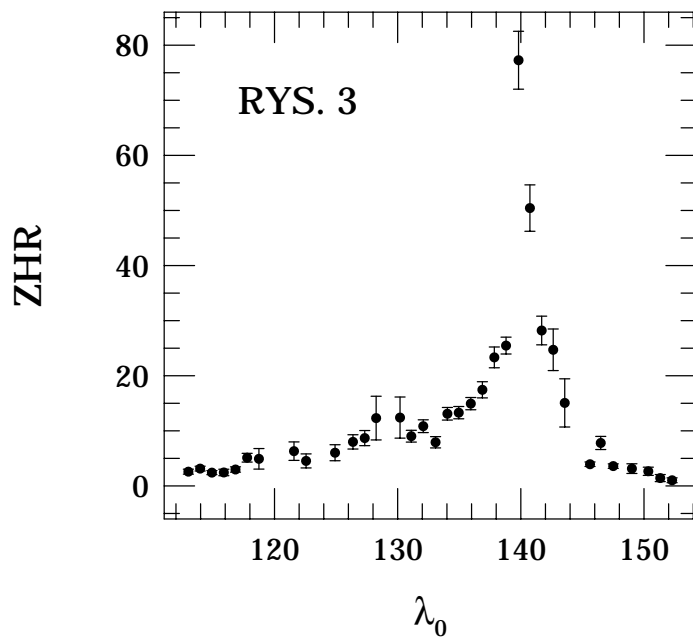
$$\text{ZHR} = \frac{N \cdot r^{(6.5-LM)}}{(\sin H)^{\gamma}}$$

gdzie: N to liczba godzinna poprawiona na zachmurzenie, LM to jasność najsłabszych gwiazd widocznych gołym okiem, H to wysokość radiantu nad horyzontem, a γ to pewien współczynnik, który przyjmiemy jako równy 1.0.

Rys. 3 prezentuje nam aktywność Perseid w 1999 roku. Na osi poziomej odłożyliśmy długość ekliptyczną Słońca. Widać bardzo dobrze, że dzięki ogromnej liczbie obserwacji punkty pomiarowe są obarczone małym błędem a wykres jest bardzo gładki. Najwyższy punkt odnotowaliśmy w nocy z 12 na 13 sierpnia ($\lambda_{\odot} = 139.8^{\circ}$) z $\text{ZHR} = 77 \pm 5$. Jest to wartość wyraźnie niższa od spodziewanych 100. Musimy jednak pamiętać, że ostre maksimum roju nie trwa całą noc, tylko rzędu godziny. Tymczasem wynik 77 ± 5 uzyskaliśmy uśredniając wszystkie 69 wyznaczeń ZHR z nocy z 12 na 13 sierpnia. Zdecydowaliśmy się więc rozbić ten punkt na kilkanaście mniejszych, z których każdy został uzyskany poprzez uśrednienie 5-7 obserwacji. Wynik tej operacji jest zaprezentowany na Rys. 4. Widać z niego wyraźnie, że masymalny punkt ma aktywność $\text{ZHR} = 115 \pm 18$ i wystąpił w momencie $\lambda_{\odot} = 139.80^{\circ}$ co odpowiada godzinie 23 UT dnia 12 sierpnia. Wydaje się więc, że wszystko potoczyło się idealnie z oczekiwaniami.

Nasze wyniki szybko potwierdzone zostały przez innych obserwatorów. Według International Meteor Organization (IMO) maksymalna aktywność roju Perseid wynosząca $\text{ZHR} = 104 \pm 4$ była obserwowana w momencie $\lambda_{\odot} = 139.80 \pm 0.01^{\circ}$. Zgodność jest więc idealna!

Bardzo ciekawą rzeczą jest istnienie jakby drugiego maksimum z $ZHR = 101 \pm 23$ w momencie $\lambda_{\odot} = 139.87^{\circ}$, co odpowiada godzinie 0:45 UT 13 sierpnia. Niczego takiego nie było w obserwacjach IMO i wydaje się, że zebranie całego materiału od wszystkich obserwatorów na świecie pokaże na ile prawdziwe jest to drugie maksimum.



Z danych IMO wynika także, że stare maksimum z $ZHR \approx 85$ pojawiło się w momencie $\lambda_{\odot} = 140.0^{\circ}$. Niestety o tej porze jest już w środkowej Europie jasno, więc tego maksimum nasi obserwatorzy nie mogli zaobserwować.

5 Podsumowanie

Kolejny już raz polscy obserwatorzy udowodnili, że potrafią wykorzystać dobrą pogodę. Rok 1999 pozwolił zebrać rekordową liczbę obserwacji Perseid, co zaowocowało interesującymi wynikami. Pozwoli nam to na pewno w roku 1999 być znów w ścisłej światowej czołówce pod względem wizualnych obserwacji meteorów. Martwi nas jednak niezbyt wysoka liczba obserwatorów, która ostatnio przesyła swoje obserwacje do PKiM. Mało jest wśród nas obserwatorów nowych. Dlatego też zachęcam wszystkich zainteresowanych do kontaktu z PKiM. Wszystkim przesyłamy bezpłatny pakiet materiałów potrzebny do samodzielnego wykonania obserwacji. Co roku organizujemy też dla swoich współpracowników obóz i seminarium astronomiczne. Takie spotkania pozwalają na wymianę doświadczeń z osobami o podobnych zainteresowaniach, wspólne obserwacje czy też na wysłuchanie ciekawych referatów. Nasz adres to: Arkadiusz Olech, ul. ks. T. Boguckiego 3/59, 01-508 Warszawa. Prosimy o dołączenie znaczka pocztowego o wartości 1.20 zł.

Arkadiusz Olech

XVI SEMINARIUM PKiM — WARSZAWA, 25–28 II 2000 R.

Miło nam poinformować, że miejsca na XVI Seminarium PKiM otrzymały następujące osoby: Katarzyna Bożek, Dariusz Dorosz, Ewa Dygos, Jarosław Dygos, Marcin Gajos, Urszula Galwas, Wojciech Jonderko, Piotr Kędzierski, Maciej Kwinta, Urszula Majewska, Krzysztof Mularczyk, Piotr Nawalkowski, Arkadiusz Olech, Marta Puch, Karolina Pyrek, Łukasz Sanocki, Andrzej Skoczewski, Krzysztof Socha, Dominik Stelmach, Piotr Szakacz, Andrzej Tomczyk, Aleksander Trofimowicz, Mariusz Wiśniewski, Tomasz Żywczak.

C Y R Q L A R Z - miesięczny biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

Redagują: Arkadiusz Olech (red. nacz.), Urszula Majewska (red. techn.),

Dominik Stelmach, Marcin Gajos, Andrzej Skoczewski, Mariusz Wiśniewski. Skład komp. programem T_EX.

Adres redakcji: Arkadiusz Olech, ul. ks. T. Boguckiego 3/59, 01-508 Warszawa, tel. (0-22) 39-44-52

e-mail: olech@sirius.astro.uw.edu.pl, Strona WWW: <http://www.astro.uw.edu.pl/~olech/pkim.html>
