

Obserwacje meteorów ze szkicowaniem



Arkadiusz Olech, Kamil Złoczewski (2001, 2007)

Pracownia Komet i Meteorów — Stowarzyszenie Astronomiczne

1 Obserwacja

Jeśli czytasz tą książeczkę, to znaczy, że udało Ci się szczęśliwie przebrnąć przez swoje pierwsze prawidłowo przeprowadzone obserwacje meteorów. Czas teraz powiedzieć kilka słów o tym, co zrobić aby Twoje wyniki miały jeszcze większą wartość naukową. Otóż obserwacje meteorów niosą ze sobą dużo więcej informacji, jeżeli zdecydujemy się naszkicować trasy zaobserwowanych przez nas zjawisk na mapy nieba. Łatwo sobie przecież wyobrazić sytuację taką, w której po kilku latach chcemy wrócić do naszych obserwacji i sprawdzić, czy był wtedy aktywny jakiś rój, który został odkryty całkiem niedawno. Jeśli nie szkicowaliśmy meteorów, informacje o nowych lub bardzo słabo znanych rojach znikają, bowiem do raportu wpisujemy tylko te z listy podawanej przez *International Meteor Organization* (IMO).

W tym samym liście znajdziesz dziewięć map gnomonicznego *Atlasu Brno 2000*. Odwzorowanie gnomoniczne jest bardzo przydatne podczas obserwacji meteorów, bo pozwala szkicować ich trasy jako linie proste. Na zwykłej mapie nieba musielibyśmy szkicować je jako łuki, co znacznie utrudnia pracę.

Zalóżmy więc, że planujemy wyjść na obserwację w nocy z 9 na 10 grudnia 2001 roku. Ponieważ nów Księżyca wypada 14 grudnia będziemy mieli bardzo dobre warunki do obserwacji. Pierwsze co musimy zrobić, to zerknąć do CYRQLARZ-a lub na stronę internetową PKiM i sprawdzić jakie roje aktywne są tej nocy. Okazuje się, że w tym czasie możemy obserwować meteory wylatujące z radiantów Antyhelionu (kod IMO roju – ANT), Monocerotydy XII (kod IMO roju – MON), σ -Hydrydów (kod IMO roju – HYD) i Geminidów (kod IMO roju – GEM). Chcielibyśmy wiedzieć gdzie na mapach naszkicować położenia radiantów aktywnych rojów i zorientować się kiedy przypadają ich planowane maksima. Szczęśliwie się składa, że dla daty naszej obserwacji podane są w tabelach współrzędne wyżej wymienionych rojów.

Pierwszy z rojów – Antyhelion – ma współrzędne $\alpha_o = 90^\circ$ i $\delta_o = +23^\circ$ (przy czym indeks o oznacza moment obserwacji). Jeśli chcielibyśmy sprawdzić pozycję Antyhelionu w atlasie nieba należałoby podzielić współrzędną α – zwaną rektascensją – przez 15 co dałoby w rezultacie $\alpha_o = 6^h00^m$ i $\delta_o = +23^\circ$. Znalezione w ten sposób miejsce zaznaczamy na mapie. To źródło meteorów ma słabe maksimum w styczniu. W przypadku Monocerotydy XII pozycja ta wynosi $\alpha_o = 100^\circ$ i $\delta_o = +8^\circ$ a maksimum aktywności przypada na datę naszej obserwacji. Znajdujemy pozycję w atlasie nieba i zaznaczamy na mapie. Rój σ -Hydrydów będzie miał maksimum 11 grudnia, czyli za dwa dni od daty naszej obserwacji. Pozycja jaką wyczytujemy z tabeli to: $\alpha_o = 126^\circ$ i $\delta_o = +2^\circ$ i zaznaczamy na mapie. Ostatni rój aktywny tej nocy to Geminidy. Ten rój powinien mieć swoje maksimum za 4 dni od daty naszej obserwacji. W noc 13/14 grudnia można obserwować nawet ponad 100 meteorów w trakcie godziny. Wtedy przyda się nam raport do obserwacji bez szkicowania, ale o tym opowiemy później. Tymczasem w noc naszej obserwacji pozycja Geminidów na niebie (wyczytana z tabeli) to $\alpha_o = 108^\circ$ i $\delta_o = +33^\circ$.

Dociekliwy czytelnik zapytałby się teraz jak ustalić pozycję radiantów tych rojów za dwie doby albo poprzedniej nocy? Otóż jedynym wyjściem jest policzenie o ile zmienia się pozycja radiantu danego roju w ciągu doby. Przykładowo radiant σ -Hydrydów o północy 4/5 grudnia ma pozycję $\alpha_1 = 122^\circ$ i $\delta_1 = +3^\circ$ natomiast o północy 9/10 grudnia ma pozycję $\alpha_2 = 126^\circ$ i $\delta_2 = +2^\circ$. Między tymi momentami czasu mija 5 dni, zatem można policzyć zmianę pozycji radiantu σ -Hydrydów w ciągu doby. W rektascensji wynosi ona: $\Delta\alpha = (\alpha_2 - \alpha_1) / \text{liczba dni} = (126 - 122^\circ) / 5 \text{ dni} = +0.8^\circ / \text{dobę}$ natomiast w deklinacji wynosi ona: $\Delta\delta = (\delta_2 - \delta_1) / \text{liczba dni} = (2 - 3^\circ) / 5 \text{ dni} = -0.2^\circ / \text{dobę}$. Wielkości $\Delta\alpha$ i $\Delta\delta$ nazywamy dobowym dryfem radiantu. Uff... to nie koniec naszych zmagania z dryfem. Policzymy teraz jakie współrzędne radiant roju σ -Hydrydów miał o północy 7/8 grudnia, to jest dwie doby przed datą naszej obserwacji (α_2, δ_2):

$$\alpha = \alpha_2 - 2 \cdot \Delta\alpha = 126 - 2 \cdot 0.8^\circ = 124.4^\circ$$

$$\delta = \delta_2 - 2 \cdot \Delta\delta = 2 - 2 \cdot (-0.2)^\circ = 2.4^\circ$$

Potrąfimy już sobie poradzić z każdą kłopotliwą pozycją radiantów. Możemy zatem wrócić do naszej obserwacji i nie pozostaje nam nic innego jak tylko naszkicowanie obliczonych pozycji radiantów (α_o, δ_o) na mapę *Atlasu Brno*. Proszę przy tym zauważyć, że wszystkie te radianty leżą na mapie nr 4. Dobrze jest więc centrum pola obserwacji wybrać gdzieś na granicy gwiazdozbiorów Oriona, Byka i Bliźniąt. Wychodząc na obserwację należy wziąć ze sobą cały pakiet map. Nie ma przecież gwarancji, że meteory będą pojawiać się tylko i wyłącznie w obrębie obszaru odwzorowanego na mapie nr 4.

JAN KOWALSKI (KOWJA)

OSTROWIK

DATA: 9/10.12.2001

PATRZĘ NA GÓRĘ ORIONA

START: 21:20 UT LM=6.1

1. 3.0^m, BIAŁY, V=2-3

21:35 UT LM=6.2

2. 4.0^m, BIAŁY, V=3-43. 1.5^m, ŻÓŁTY, V=4-5 ŚLAD

21:51 UT LM=6.2

4. 3.0^m, BIAŁY, V=3-45. 2.0^m, -||-, V=2

22:07 UT LM=6.2 CHMURY 10%

22:15 UT CHMURY 20%

KONIEC: 22:22 UT T_{eff} = 1 h LM=6.2 CHMURY 10%

START: 22:23 UT LM=6.2 CHMURY 10%

6. -0.5^m, B-N, V=2-3 BŁYSK, ŚLAD7. 5.5^m, -, V=2

22:39 UT LM=6.3 CHMURY 5%

8. 5.0^m, ?, V=4-5

22:54 UT LM=6.3 CHMURY 15%

9. 4.0^m, BIAŁY, V=6

23:10 UT LM=6.3 CHMURY 20%

10. 0.0^m, NIEB, V=211. 5.5^m, ?, V=2KONIEC: 23:25 UT LM=6.3 CHMURY 20% T_{eff} = 4.0 h

START: 23:30 UT LM=6.3 CHMURY 25%

12. 1.5^m, BIAŁY, V=2-3

23:45 UT LM=6.3 CHMURY 20%

13. 4.5^m, BIAŁY, V=2

00:01 UT LM=6.3 CHMURY 10%

14. 1.0^m, BIAŁY, V=3

00:16 UT LM=6.3 CHMURY 0%

15. -5.0^m, POMAR., V=2-3 ŚLAD16. 2.0^m, BIAŁY, V=4

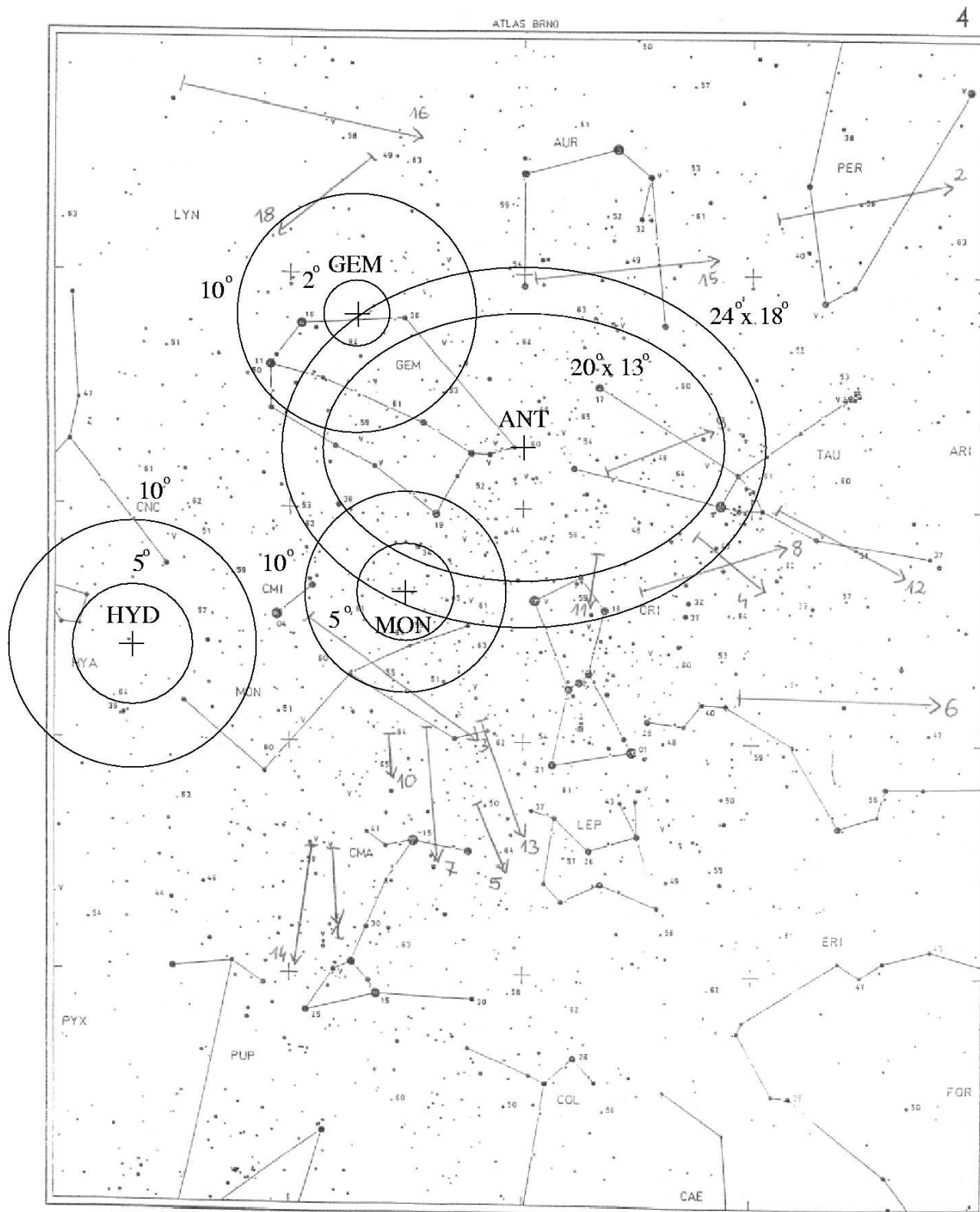
00:32 UT LM=6.3

17. 3.0^m, BIAŁY, V=5 NIE NASZKICOWANY18. 4.0^m, -||-, V=4KONIEC 00:48 UT LM=6.3 T_{eff} = 1^h 15^m

Rysunek 1: Zapiski obserwatora wykonane podczas obserwacji w nocy z 9 na 10 grudnia 2001 roku.

JAN KOWALSKI (KOWZA)

9/10.12.2001 17 METEORS



Rysunek 2: Mapa nr 4 z gnomonicznego *Atlasu Brno*, na której naszkicowano 17 meteorów zaobserwowanych podczas obserwacji wykonanej w nocy z 9 na 10 grudnia 2001 roku. Środki okręgów leżą zawsze w centrum radiantu roju, a same okręgi mają promienie 2, 5 lub 10 stopni. Dla Antyhelionu narysowano elipsy $20^\circ \times 13^\circ$ i $24^\circ \times 18^\circ$.

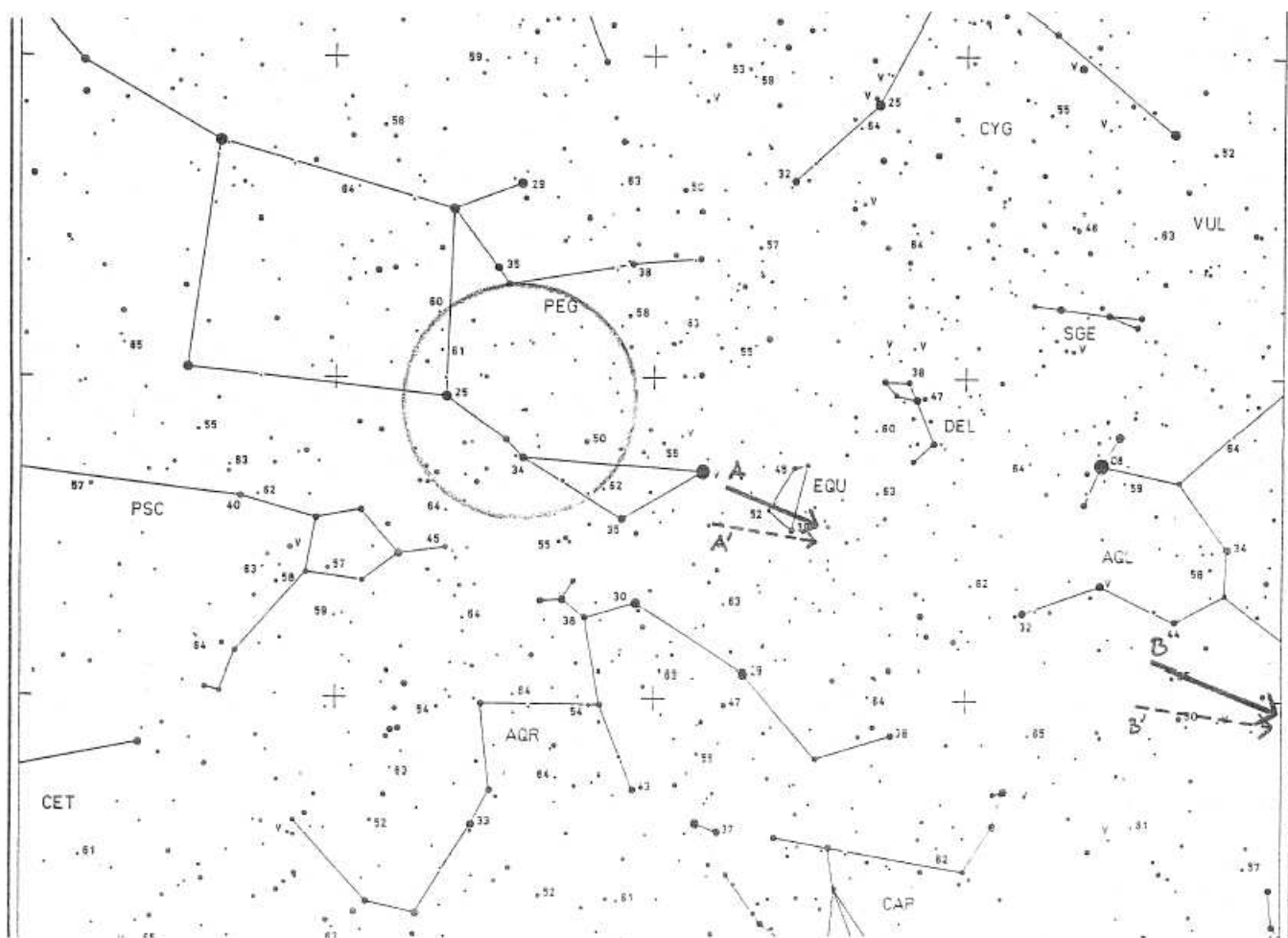
Gdy będziemy siedzieć już wygodnie, szczelnie opatuleni na naszym leżaku obserwacyjnym, zaadoptujemy wzrok do ciemności, pod ręką będziemy mieli nasze mapy, ołówek i dyktafon lub kawałek czystej kartki papieru, możemy rozpocząć ob-

serwację. Po zanotowaniu czasu jej rozpoczęcia i początkowej widoczności granicznej *LM* zaczynamy wodzić powoli po niebie w okolicach wspomnianych wcześniej gwiazdozbiorów. W momencie zaobserwowania jakiegoś meteoru staramy się dokładnie zapamiętać jego trasę, a potem przenieść ją na odpowiednią mapę. Meteor rysujemy jako strzałkę podpisaną numerem. Zmierz czas jaki zajmuje naszkicowanie jednego zjawiska. Na dyktafonie (lub w notatniku) zapisz natomiast numer meteoru, jego jasność i prędkość w skali od 0 do 5¹. Nie trzeba podawać wysokości nad horyzontem, ponieważ informację tą można uzyskać z mapy, na której naszkicowaliśmy nasze meteory. Gdy minie godzina, przedłuż swoją obserwację, o taki okres czasu jaki zajęło Ci naszkicowanie wszystkich zjawisk, tak aby efektywny czas Twojej obserwacji wynosił pełną godzinę. Po wykonaniu tych czynności możesz rozpocząć następną godzinę obserwacji. Należy przy tym zachować numerację meteorów tzn. gdy w poprzedniej godzinie odnotowaliśmy np. osiem meteorów, pierwszy meteor w drugiej godzinie powinien mieć numer 9.

W momencie zaobserwowania zjawiska, co do którego trasy nie mamy pewności, notujemy tylko informacje o jego jasności, prędkości, domniemanej przynależności do któregoś z aktywnych tej nocy rojów i rezygnujemy z jego szkicowania na mapie. W późniejszym raporcie dodamy do tego zjawiska komentarz *not plotted* (NP) co oznacza, że dane zjawisko nie zostało naszkicowane.

Przykładowe notatki z Twojej obserwacji meteorów ze szkicowaniem mogłyby wyglądać tak jak na Rys. 1. Mapa z zaobserwowanymi i naszkicowanymi meteorami jest zaprezentowana na Rys. 2.

Następnego dnia przychodzi czas na opracowanie naszej obserwacji i wypełnienie raportu. Wbrew pozorom nie jest to wcale skomplikowana sprawa i po pewnym czasie będziecie to robić z dużą wprawą. Warto jednak uważnie przeczytać ten poradnik i równie uważnie prześledzić poniższą analizę. W rozdziale drugim sformułujemy bowiem kryteria, które w bardzo wyraźny sposób pozwolą nam na identyfikowanie naszych zjawisk, a w rozdziale trzecim zastosujemy te kryteria w praktyce.



Rysunek 3: Wpływ błędów szkicowania na określenie przynależności meteorów do radiantów.

¹Bardziej doświadczeni obserwatorzy mogą stosować skalę od 0 do 6, gdzie 6 oznacza meteor ekstremalnie szybki. Jeszcze bardziej zaawansowane osoby mogą rozszerzyć tą skalę do skali półwskowej. Więcej informacji na temat skali prędkości można znaleźć w rozdziale 2.3.

2 Kryteria przynależności meteorów do danych radiantów

Najważniejszą rzeczą jaką musimy zrobić opracowując nasz raport jest poprawne określenie przynależności poszczególnych zjawisk do radiantów aktywnych podczas obserwacji. Powszechnie znanym kryterium takiej oceny jest fakt, żeby zaklasyfikować meteor do danego roju musi on wybiegać z jego radiantu. Nie jest to jednak jedyny warunek i wcale nie jest on tak banalny jakby na pierwszy rzut oka mogło się wydawać. Poniżej omówimy więc wszystkie kryteria jakie musimy uwzględnić przy analizie naszych zjawisk.

2.1 Kryterium kierunku

Jak już wspomnieliśmy powyżej, meteor należący do danego roju musi wybiegać z jego radiantu. Pierwszym problemem jaki napotykamy jest rozmiar radiantu. Wiemy bowiem, że nie jest on konkretnym punktem na sferze niebieskiej lecz raczej dość sporym obszarem. Jest to spowodowane tym, że meteoroidy z danego roju, na skutek oddziaływań innych ciał Układu Słonecznego, nie wchodzą w ziemską atmosferę po idealnie równoległych torach. Zasada jest przy tym taka, że im starszy rój, tym bardziej anty-równoległe są trasy jego meteoroidów i tym większy radiant takiego roju. Drugi problem to meteory sporadyczne. Jeśli radiant nie jest idealnym punktem, podczas każdej obserwacji zdarzy się jedno, dwa lub nawet więcej zjawisk sporadycznych, których trasy przypadkowo będą pasować do któregoś z radiantów. Będą one sztucznie podwyższać liczby godzinne obserwowanych przez nas rojów. Problem trzeci to sam proces szkicowania. Zjawisko meteoru trwa czasami ułamki sekundy i dokładne odwzorowanie jego trasy na mapie jest bardzo trudne. Nawet najbardziej doświadczony obserwator nie robi tego bezbłędnie. Można sobie wyobrazić więc sytuację, że na skutek błędów w szkicowaniu meteor, który w rzeczywistości wybiegał z jakiegoś radiantu, na mapie został narysowany w taki sposób, że z radiantu tego już nie wybiega. Można też wyobrazić sobie sytuację odwrotną, w której meteor sporadyczny po błędnym naszkicowaniu na mapie, zaczyna wybiegać z któregoś z radiantów. Sytuacja ta nie stwarza dużych problemów, gdy mamy do czynienia z meteorem leżącym blisko swojego radiantu. Wtedy nawet spore błędy szkicowania mogą nie zafałszować klasyfikacji. Jeśli meteor znajduje się jednak daleko od radiantu, niewielki błąd szkicowania może powodować zmianę przynależności. Ilustruje to dobrze Rys. 3. Duże koło oznacza radiant roju Pegazydów. W pewnym momencie na niebie pojawił się meteor z tego roju i leciał on po trasie oznaczonej literką A. Obserwator naszkicował go jednak tak jak zaznaczyliśmy to linią przerywaną (trasa A'). Widać jednak, że pomimo dość sporego błędu w szkicowaniu, na skutek tego, że meteor leży blisko radiantu, nadal zaliczymy go do roju Pegazydów. Inaczej wygląda sytuacja z meteorem, który poruszał się po trasie B. On też należy do roju Pegazydów, lecz na skutek mniej więcej takiego samego błędu w szkicowaniu (obserwator narysował go tak jak pokazuje linia przerywana B'), zaliczymy go do meteorów sporadycznych. Widać więc, że rozsądnym jest powiązanie rozmiarów radiantu z odległością meteor-radiant. Z drugiej strony, rozmiarów radiantu nie można zwiększać w nieskończoność, bowiem w pewnym momencie będzie z niego wybiegać sporo meteorów sporadycznych sztucznie podwyższając aktywność roju. Można jednak przeprowadzić obliczenia, pozwalające tak dobrać rozmiary radiantu w zależności od odległości radiant-meteor, aby liczba zgubionych na skutek błędów meteorów należących do roju, była równoważona przez liczbę złapanych, na skutek tych samych błędów, meteorów sporadycznych. Żeby nie komplikować tego poradnika, tutaj przytoczymy tylko wyniki tych obliczeń. Wyniki te zebrane są w Tabeli 1, która przedstawia średnicę radiantu roju w zależności od odległości końca trasy meteoru od centrum radiantu.

Tabela 1: ŚREDNICA RADIANTU ROJU W ZALEŻNOŚCI OD ODLEGŁOŚCI METEORU OD RADIANTU

Odległość radiant-meteor	Średnica radiantu
15°	14°
30°	17°
50°	20°
70°	23°

Radiant rój Antyhelienu ma kształt elipsy. Dlaczego tak jest? Otóż wspomnieliśmy już wcześniej, że roje stare mają zwykle większe radianty niż roje młode. Musimy to jakoś uwzględnić w naszych rozważaniach. Wyniki z Tabeli 1 możemy więc stosować dla większości normalnych radiantów. Wyjątkiem będą tu głównie roje leżące na ekliptyce, których meteoroidy krążą w płaszczyźnie orbit planet Układu Słonecznego i przez to są najbardziej narażone na zaburzenia ruchu. Dla nich nie możemy stosować rozmiarów radiantów przedstawionych w Tabeli 1 i obliczenia musimy przeprowadzić indywidualnie dla każdego roju z osobna. Wyniki takich obliczeń przedstawione są w Tabeli 2.

Przykładowo, chcąc sprawdzić czy interesujący nas meteor należy do roju Taurydów, musimy najpierw zmierzyć odległość końca jego trasy od środka radiantu. Załóżmy, że odległość ta wynosi 30 stopni. Wtedy radiant Taurydów ma rozmiary $24^\circ \times 18^\circ$. Proszę wziąć uwagę, że jest to ogromny obszar! Średnica tarczy Księżyca wynosi 0.5 stopnia, radiant Taurydów ma więc około 44 razy większe rozmiary i aż 600 razy większą powierzchnię!

Tablica 2: ROZMIARY RADIANTÓW ROJÓW (ω i δ) W ZALEŻNOŚCI OD ODLEGŁOŚCI METEORU OD RADIANTU

Odległość radiant - meteor	15°	30°	50°	70°
Antyhelion	20/13	24/18	26/21	34/30
Tauridy N i S	20/13	24/18	26/21	34/30

2.2 Kryterium długości

Meteory wpadając w naszą atmosferę zaczynają świecić już na wysokości 100-110 km nad powierzchnią Ziemi. Ogromna większość z nich przestaje istnieć pod dotarciem na wysokość 80 km. Te liczby nakładają bardzo konkretne ograniczenia na długość trasy zjawiska, dodając jeszcze jedno, bardzo łatwe do uwzględnienia kryterium, które możemy zapisać następująco:

Jeśli radiant roju znajduje się wyżej niż 30° nad horyzontem, to odległość początku trasy zjawiska od tego radiantu powinna być co najmniej dwa razy większa niż długość trasy samego meteoru

Oczywiście kryterium tego nie stosujemy dla meteorów bardzo jasnych i bolidów. One zwykle docierają do niższych warstw atmosfery, znajdujących się na wysokości 40-60 km nad powierzchnią Ziemi i w związku z tym ich trasy mogą być wyraźnie dłuższe.

2.3 Kryterium prędkości

Meteoroidy podróżujące w przestrzeni kosmicznej w okolicy ziemskiej orbity, mają jedną i konkretną prędkość wynoszącą 42 km/s. Ziemia pędzi z prędkością 30 km/s. Jeśli więc oba ciała lecą na swoje spotkanie, prędkość meteoroidu w atmosferze wyniesie 72 km/s. Gdy Ziemia dogania meteoroid jego prędkość wyniesie tylko 12 km/s. Wiedząc, że zjawiska te obserwujemy z odległości około 100 km, możemy łatwo przeliczyć te wielkości na kątowe prędkości zjawisk na niebie. Te najwolniejsze przebywają więc odległość jednego lub kilku stopni łuku na sekundę, natomiast najszybsze ponad 25 stopni na sekundę. O ile jednak prędkość wejścia w atmosferę wyrażona np. w kilometrach na sekundę (będziemy ją oznaczać V_∞) jest taka sama dla wszystkich meteoroidów z jednego roju, to prędkości kątowe na niebie mogą się znacznie od siebie różnić. Spowodowane jest to tym, że na skutek zjawiska perspektywy, meteory leżące blisko radiantu wydają nam się wolniejsze niż te znajdujące się daleko od niego. Dodatkowo na prędkość kątową ma też wpływ wysokość zjawiska nad horyzontem. Podsumowując, prędkość kątową wyrażoną w stopniach na sekundę możemy obliczyć ze wzoru:

$$\omega \left[\frac{^\circ}{sek} \right] = 0.573 \cdot V_\infty \cdot \sin h_b \cdot \sin D_e \quad (1)$$

gdzie h_b to wysokość nad horyzontem początku zjawiska, a D_e to odległość końca trasy meteoru od radiantu. Posłużymy się tym przykładem do obliczenia prędkości meteorów z roju Perseidów, dla których $V_\infty = 59$ km/s. Założymy, że wysokość radiantu wynosi 10°, a odległość radiant-koniec trasy zjawiska także 10°. Ponieważ radiant roju znajduje się bardzo nisko nad horyzontem, a meteor bardzo blisko niego, wysokość początku jego trasy musi także być bliska 10 stopni. W tym przypadku kąтова prędkość zjawiska wyniesie tylko 1°/sek. To bardzo mało! Popatrzmy jednak na realność naszych warunków. Rój nadaje się do analizy, gdy jego radiant ma wysokość nad horyzontem powyżej 20°, w związku z tym już jedno z naszych założeń jest nieprawdziwe. Dodatkowo zjawisko, którego koniec znajduje się około 10° od centrum radiantu leży prawie w radiancie, więc jest prawie meteorem stacjonarnym, dla którego nie można określić prędkości. Czyli i drugie nasze założenie było błędne. Różnymi wartościami co do minimalnej prędkości Perseidów są więc $h_b = D_e = 25^\circ$, a to po podstawieniu do wzoru daje 6°/sek. Maksymalną prędkość otrzymamy dla $\sin h_b = \sin D_e = 1$ i wyniesie ona $\omega = 33^\circ/sek$. Zauważmy jednak ponownie, że aby warunki te zostały spełnione, to początek zjawiska powinien znajdować się w zenicie, a jego radiant leżeć prawie na horyzoncie. Coś takiego się jednak nie zdarza. Maksymalna wysokość radiantu Perseidów w Polsce to około 60°. Dla takiej wysokości może się już zdarzyć, że $D_e = 90^\circ$ więc maksymalna możliwa prędkość Perseid to około 30°/sek. Biorąc jednak pod uwagę, że większość meteorów obserwować będziemy w odległości 20-60° od radiantu ich prędkość będzie wynosić około kilkunastu stopni na sekundę.

Można w tym momencie zapytać, jak używana przez nas skala od 0 do 5 ma się do prędkości kątowych. Otóż skala ta zakłada krok 5° na sekundę, tak więc meteory o prędkości 1 będą miały prędkości kątowe z przedziału 1 – 5°/sek, meteory o prędkości 2 z przedziału 6 – 10°/sek, o prędkości 3 z przedziału 11 – 15°/sek, o prędkości 4 z przedziału 16 – 20°/sek i o prędkości 5

prędkości kątowe $21^\circ/\text{sek}$ lub większe. Jeśli używać będziemy skali od 0 do 6, wtedy meteory o prędkości 5 odpowiadać będą przedziałowi prędkości kątowych $21 - 25^\circ/\text{sek}$, a meteory opisane przez nas liczbą 6 będą poruszały się z prędkością kątową $26^\circ/\text{sek}$ lub większą.

Obserwatorzy mający większe zaufanie do swoich możliwości obserwacyjnych mogą używać półkowej skali prędkości. Wtedy krok wynosi $2.5^\circ/\text{sek}$. Dodatkowo aby skala pokrywała się z skalą całkowitą nie należy używać ocen 0.5 i 5.5. Tak więc meteory o prędkościach kątowych z przedziału $0.5 - 3^\circ/\text{sek}$ oznaczmy 1, meteory o prędkościach $3.5 - 6^\circ/\text{sek}$ oznaczmy 1.5 i tak dalej aż do meteorów o prędkościach większych od $27^\circ/\text{sek}$, które oznaczmy cyfrą 6. Dokładny opis skali półkowej znajduje się w Tabeli 3.

Tablica 3: SKALA POŁÓWKOWA I ODPOWIADAJĄCE JEJ PRZEDZIAŁY PRĘDKOŚCI KĄTOWYCH

Prędkość	Prędk. kątowa	Prędkość	Prędk. kątowa	Prędkość	Prędk. kątowa	Prędkość	Prędk. kątowa
0	$0^\circ/\text{sek}$	2	$6.5 - 9^\circ/\text{sek}$	3.5	$15.5 - 18^\circ/\text{sek}$	5	$24.5 - 27^\circ/\text{sek}$
1	$0.5 - 3^\circ/\text{sek}$	2.5	$9.5 - 12^\circ/\text{sek}$	4	$18.5 - 21^\circ/\text{sek}$	6	$> 27^\circ/\text{sek}$
1.5	$3.5 - 6^\circ/\text{sek}$	3	$12.5 - 15^\circ/\text{sek}$	4.5	$21.5 - 24^\circ/\text{sek}$		

Musimy także pamiętać, że i przy ocenie prędkości obserwator może popełniać błędy. Tak więc meteor, który w rzeczywistości poruszał się z prędkością na przykład $17^\circ/\text{sek}$ i który powinien być oznaczony cyfrą 3 w naszej skali całkowitej, może być przez obserwatora uznany za 2 lub 4. Zakładamy więc możliwość błędu o jeden stopień w naszej pięciu lub sześciostopniowej skali. Możemy to omówić szerzej na przykładzie roju Bootydów Czerwcowych (JBO). Dla meteorów tego roju mamy $V_\infty = 14$ km/s, więc ich prędkość kątowa powinna zwierać się od 0 do $8^\circ/\text{sek}$ (dla uzyskania maksymalnej prędkości kątowej zakładamy $\sin h_b = \sin D_e = 1$), są więc zjawiskami głównie bardzo wolnymi i wolnymi (prędkość 1 lub 2 w skali całkowitej). Biorąc jednak pod uwagę fakt, że oceniając prędkości zjawisk w skali od 0 do 5 też popełniamy błędy, część zjawisk wybiegających z radiantu Bootydów może mieć w naszych raportach prędkość 3 i zgodnie z naszą umową zaliczymy je do tego roju, a nie do zjawisk sporadycznych.

Na tym kończą się kryteria, dzięki którym możemy określić przynależność zaobserwowanych przez nas meteorów. Jestem przekonany, że przy pierwszym czytaniu brzmią one skomplikowanie i wydają się bardzo trudne. Proszę się jednak nie zniechęcać. Naszym następnym krokiem będzie zastosowanie ich do fikcyjnej obserwacji przeprowadzonej w nocy z 9 na 10 grudnia 2001 roku, z której wstępny raport zaprezentowaliśmy na Rys. 1, a zaobserwowane meteory zostały naszkicowane na mapie przedstawionej na Rys. 2. Po dokładnym przeanalizowaniu tych kilkunastu zjawisk będzie nam na pewno dużo łatwiej poradzić sobie z prawdziwą obserwacją. Jeszcze raz jednak zaznaczam, że wszystkie opisane powyżej kryteria po pierwszym czytaniu mogą wydawać się niezmiernie trudne, w rzeczywistości jednak wcale takie nie są. Postarajcie się bardzo uważnie przebrnąć przez opisane w następnym rozdziale przykłady, a potem ponownie przeczytajcie ten poradnik, a wszystko wyda Wam się o wiele łatwiejsze niż na początku.

3 Wypełniamy raport

Oprócz tego poradnika i gnomonicznego *Atlasu Brno*, w tym liście znajduje się również czysty raport do obserwacji meteorów ze szkicowaniem. Raport ten jest powszechnie używany przez obserwatorów *Pracowni Komet i Meteorów*. Jest on w języku angielskim ze względu na to, że współpracujemy z *International Meteor Organization*, która jest organizacją międzynarodową i trudno od niej wymagać znajomości języka polskiego. Anglojęzyczny raport nie powinien jednak stanowić problemu nawet dla osób nie znających tego języka, bowiem każdą z jego rubryk i tabeli wyjaśnimy oraz szczegółowo opiszemy w niniejszym poradniku.

Wiersz 1 – zawiera informację o dacie i godzinie naszej obserwacji (*Date*), którą wpisujemy w kolejności dzień (*day*), miesiąc (*month*) i rok (*year*). Następnie wpisujemy czas rozpoczęcia naszej obserwacji (*Begin*) i czas jej zakończenia (*End*). Ponieważ w naszym przykładzie prowadziliśmy obserwację w nocy z 9 na 10 grudnia 2001 roku w godzinach 21:20 – 00:48 UT, wiersz ten powinien wyglądać następująco:

Date: 9/10 (day), 12 (month), 2001 (year). Begin: 21^h 20^m. End: 00^h 48^m (UT)

Proszę wpisywać do raportu datę łamaną 9/10 niezależnie czy obserwację prowadziliśmy jedynie 9 grudnia wieczorem, tylko 10 grudnia rano czy jak w przypadku tej obserwacji w środku nocy. Zapis taki pozwala jednoznacznie określić jakiej nocy została wykonana obserwacja.

Wiersz 2 – Zawieramy w nim informację o miejscu naszej obserwacji, a więc jego współrzędne geograficzne: długość λ i szerokość ϕ , a także wysokość nad poziomem morza h . Jeśli nasze miejsce obserwacji ma przyznany już kod IMO, nie musimy

podawać powyższych danych, wystarczy aby w rubryce **IMO Code** wpisać wyżej wymieniony kod. Ponieważ nasza fikcyjna obserwacja wykonana była w Ostrowiku, którego kod IMO to 34014, właśnie tą liczbę wpisujemy do raportu. Wiersz 2 powinien więc wyglądać następująco:

Location: $\lambda = 21^{\circ} 24' 00'' \text{ E/W}$, $\phi = 52^{\circ} 06' 00'' \text{ N/S}$, $h = 50 \text{ m}$. **IMO Code:** 34014

Wiersz 3 – Podajemy tu nazwę (*Place*) i kraj (*Country*) miejscowości, w której prowadziliśmy obserwację. Wiersz ten wygląda więc w następujący sposób:

Place: OSTROWIK Country: POLAND

Wiersz 4 – W wierszu tym wpisujemy imię i nazwisko obserwatora (*Observer*), a także jego kod IMO, który tworzymy z pierwszych trzech liter nazwiska i dwóch imienia. Ponieważ naszym obserwatorem był Jan Kowalski, jego kod to *KOWJA*. Wiersz będzie więc wyglądał następująco:

Observer: JAN KOWALSKI **IMO Code:** KOWJA

Tabela 1 – W tabeli tej zamieszczamy informacje o czasie rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych odcinków obserwacji (*Time UT*), ich czas efektywny (T_{eff}), panującą wtedy średnią widoczność graniczną (*LM*), współczynnik korekcji na zachmurzenie (*F*), numery meteorów obserwowane w poszczególnych odcinkach czasowych, a także współrzędne centrum pola obserwacji.

Najpierw kilka słów o doborze odcinków czasowych. Ogólna zasada jest taka, że staramy się je dobierać tak, aby były najbliższe jednej godzinie czasu efektywnego. Rzecz jasna zdarzyć się może sytuacja, w której nie obserwowaliśmy równej ilości godzin. Wtedy postępujemy w taki sposób, że jeśli czas który obserwowaliśmy ponad pełną liczbę godzin jest krótszy od 30 minut, to dołączamy go do ostatniej godziny. Jeśli czas ten jest dłuższy, to wydzielamy go jako oddzielny wycinek. Przykładowo, jeśli obserwowaliśmy 4 godziny i 17 minut czasu efektywnego, to naszą obserwację dzielimy na 4 odcinki, trzy jednogodzinne i jeden 77 minutowy. Jeśli obserwowaliśmy 5 godzin i 38 minut, to naszą obserwację dzielimy na 6 odcinków – pięć godzinnych i jeden 38 minutowy.

W naszym przypadku mamy obserwację, która trwała 3 godziny i 15 minut. Podzielimy ją więc na trzy odcinki - dwa godzinne i jeden 75 minutowy. Pierwszy odcinek o $T_{\text{eff}} = 1^h$ trwał od 21:20 do 22:22 UT, drugi odcinek o takim samym T_{eff} trwał od 22:23 do 23:25 UT, a trzeci o $T_{\text{eff}} = 1^h 15^m = 75^m$ trwał od 23:30 do 00:48 UT.

Zajmiemy się teraz pierwszym z tych odcinków. Musimy obliczyć widoczność graniczną w nim panującą. Robimy to w sposób taki jak opisaliśmy przy obliczaniu średniej widoczności granicznej z całej obserwacji, a więc mnożymy widoczności graniczne przez czasy ich trwania i dzielimy przez całkowity czas trwania danego odcinka czasowego. Pierwszy odcinek trwał od 21:20 do 22:22 UT czyli przez 62 minuty. Od 21:20 do 21:35 UT czyli przez 15 minut panowała widoczność 6.1 mag., a od 21:35 do 22:22 UT czyli przez 47 minut panowała widoczność graniczna 6.2 mag. Średnia widoczność dla tego odcinka czasowego wynosi więc:

$$LM = \frac{15^{\text{min}} \cdot 6.1^{\text{mag}} + 47^{\text{min}} \cdot 6.2^{\text{mag}}}{62^{\text{min}}} = \frac{91.5 + 291.4}{62} = 6.18 \text{ mag.}$$

W podobny sposób liczymy współczynnik korekcji na zachmurzenie *F*. Najpierw musimy obliczyć współczynnik *K*, w którym mnożymy zachmurzenie w procentach przez czas trwania tego zachmurzenia, dodajemy do siebie takie iloczyny i dzielimy przez czas trwania obserwacji pomnożony przez 100%. Podczas pierwszego odcinka czasowego od 22:07 do 22:15 UT, a więc przez 8 minut panowało zachmurzenie 10%, a od 22:15 do 22:22 UT, a więc przez 7 minut, zachmurzone było 20% obserwowanego obszaru. Współczynnik *K* wynosi więc:

$$K = \frac{8^{\text{min}} \cdot 10\% + 7^{\text{min}} \cdot 20\%}{62^{\text{min}} \cdot 100\%} = \frac{80 + 140}{6200} = 0.0355$$

Współczynnik *F* jest powiązany z *K* następującym wzorem:

$$F = \frac{1}{1 - K} = \frac{1}{1 - 0.0355} = \frac{1}{0.9645} = 1.04$$

Podsumowując, w pierwszym odcinku czasowym o $T_{\text{eff}} = 1^h$, panowała widoczność graniczna $LM = 6.18 \text{ mag.}$, współczynnik korekcji na zachmurzenie wynosił $F = 1.04$ i w czasie tym zaobserwowaliśmy meteory o numerach od 1 do 5.

Zajmiemy się teraz drugim odcinkiem czasowym trwającym przez 62 minuty (od 22:23 do 23:25 UT), dla którego $T_{\text{eff}} = 1^h$ i w którym zaobserwowaliśmy meteory o numerach od 6 do 11. W jego trakcie, przez 16 minut (od 22:23 do 22:39 UT) panowała widoczność 6.2 mag., a przez następne 46 minut (do 23:25 UT) widoczność 6.3 mag. W związku z tym średnia dla tego odcinka widoczność graniczna wynosi:

$$LM = \frac{16^{\text{min}} \cdot 6.2^{\text{mag}} + 46^{\text{min}} \cdot 6.3^{\text{mag}}}{62^{\text{min}}} = \frac{99.2 + 289.8}{62} = 6.27 \text{ mag.}$$

Jeśli chodzi o chmury to przez 16 minut zakryte było 10% obserwowanego obszaru, przez 15 minut 5%, przez kolejne 16 minut 15% i przez ostatnie 15 minut aż 20%. Współczynnik K w związku z tym wynosi:

$$K = \frac{16^{\text{min}} \cdot 10\% + 15^{\text{min}} \cdot 5\% + 16^{\text{min}} \cdot 15\% + 15^{\text{min}} \cdot 20\%}{62^{\text{min}} \cdot 100\%} = 0.125$$

a więc F to:

$$F = \frac{1}{1-K} = \frac{1}{1-0.125} = \frac{1}{0.875} = 1.14$$

Ostatni odcinek czasowy trwał przez 78 minut (od 23:30 do 00:48 UT). Jego czas efektywny wyniósł $T_{\text{eff}} = 1^{\text{h}}15^{\text{m}}$ i w czasie tym odnotowaliśmy meteory o numerach od 12 do 18. Przez cały czas tego odcinka panowała widoczność graniczna 6.3 mag., tak więc średnia LM wyniesie po prostu 6.30 mag. Zachmurzenie przez pierwsze 15 minut wynosiło 25%, przez następne 16 minut 20%, przez kolejne 15 minut 10%, a potem do końca obserwacji chmury zupełnie ustąpiły. Współczynnik K wyniesie więc:

$$K = \frac{15^{\text{min}} \cdot 25\% + 16^{\text{min}} \cdot 20\% + 15^{\text{min}} \cdot 10\% + 32^{\text{min}} \cdot 0\%}{78^{\text{min}} \cdot 100\%} = 0.108$$

a współczynnik F :

$$F = \frac{1}{1-K} = \frac{1}{1-0.108} = \frac{1}{0.892} = 1.12$$

Podajemy również współrzędne centrum naszego pola obserwacyjnego (α_{FC} i δ_{FC}). W trakcie obserwacji, zgodnie z notatkami z Rys. 1, spoglądaliśmy w kierunku głowy Oriona. Jej przybliżone współrzędne to $\alpha = 6^{\text{h}}00^{\text{m}}$ i $\delta = +20^{\circ}$ i to właśnie wpiszemy do raportu. Jeśli wykonujemy dłuższą obserwację można zmieniać co 2-3 godziny centrum pola widzenia.

Ostatecznie więc Tabela 1 naszego raportu będzie wyglądała następująco:

Time (UT)	T_{eff}	LM	F	Meteors	α_{FC}	δ_{FC}
21:20-22:22	1.000	6.18	1.04	1-5	6 h 00 m	+20° 00'
22:23-23:25	1.000	6.27	1.14	6-11	6 h 00 m	+20° 00'
23:30-00:48	1.250	6.30	1.12	12-18	6 h 00 m	+20° 00'

Proszę zwrócić uwagę na sposób zapisu czasu efektywnego. Podajemy w godzinach traktując minuty jako ułamkowe części godziny. Dlatego zapis 1.250 h oznacza dokładnie to samo co $1^{\text{h}}15^{\text{m}}$ bowiem 15 minut to $15/60$ czyli 0.250 godziny. Jeśli komuś sprawia problem przeliczenie minut do ułamka godziny (czyli praktycznie rzecz biorąc podzielenie liczby minut przez 60), może w tabeli tej pozostać przy zapisie godzinowo-minutowym. W takim wypadku czas efektywny ostatniego odcinka powinien być zapisany jako $1^{\text{h}}15^{\text{m}}$.

Tabela 2 - Observed showers – Do tej tabeli wpisujemy nazwy i współrzędne radiantów obserwowanych przez nas rojów meteorów. Proszę wpisywać jeśli to możliwe kod IMO danego roju. Trzeba przy tym zaznaczyć, że współrzędne te odnoszą się do daty naszej obserwacji. W naszym przypadku zadanie było proste ponieważ data 10 grudnia zawarta jest w tabelach podanych w CYRQLARZ-u i na naszych stronach internetowych. W ogólnym przypadku (na przykład gdybyśmy obserwowali 7 grudnia) należałoby przeliczyć o ile pozycja danego radiantu zmienia się w ciągu dnia i wykonać odpowiednie obliczenia. W naszym raporcie Tabela ta będzie wyglądała następująco:

Observed showers	α_{SH}	δ_{SH}
ANT	90°	+23°
GEM	108°	+33°
MON	100°	+8°
HYD	126°	+2°

Pod Tabelami 1 i 2 znajduje się krótkie podsumowanie naszej obserwacji. Całkowity czas obserwacji wyniósł 3 godziny i 15 minut, a więc 3 całe i $15/60 = 0.250$ części godziny: $Total T_{\text{eff}} = 3.250$ h. Korzystaliśmy przy szkicowaniu z mapy numer 4: *Charts: 4*. W polu *Remarks* możemy wpisać nasze uwagi co do obserwacji:

Total $T_{\text{eff}} =$ 3.250 h *Charts:* 4 *Remarks:* -10°C ZIMNO!

Tabela 3 – Zawiera ona informacje o obserwowanych meteorach takie jak: numer (N), czas wystąpienia zjawiska ($Time$), jasność (Mag), prędkość (V), rój ($Str.$) i uwagi ($Rem.$) typu ślad ($trace$), smuga ($trail$), rozbłysk ($flash$). Jediną rubryką tej tabeli, która może nam sprawić problemy jest przynależność meteorów do któregoś z obserwowanych rojów ($Stream$). Omówimy więc i dokładnie zastosujemy kryteria z rozdziału 2 do każdego z odnotowanych przez nas zjawisk. Aby to zrobić musimy mieć teraz przed oczami Rys. 1 i 2, na których mamy notatki z naszej obserwacji i mapę z naszkicowanymi meteorami. Dodatkowo musimy zerknąć do *Cyrylarz*-a lub tabeli z rojami na stronie internetowej PKiM aby odszukać tam prędkości geocentryczne naszych rojów. I tak dla Geminidów (GEM) $V_{\infty} = 35$ km/s, dla Monocerotydów XII (MON) $V_{\infty} = 43$ km/s, dla Antyheliu (ANT) $V_{\infty} = 30$ km/s i dla σ -Hydrydów (HYD) $V_{\infty} = 58$ km/s. W naszej pracy bardzo przydatne będą rekwiizyty takie jak: ołówek, cyrkiel, obrotowa mapa nieba (oraz program typu planetarium) i linijka, które pozwolą nam na określenie wysokości meteorów nad horyzontem i ich odległości od radiantu. Do obliczeń przyda się także kalkulator (podręczny lub w komputerze – należy pamiętać o przełączeniu w tryb obliczeń w stopniach!) z funkcjami takimi jak sinus.

1. Meteor ten znajduje się w odległości D_e równej około 55° od radiantu Geminidów (GEM). Średnica tego radiantu w takiej sytuacji powinna wynosić, zgodnie z Tabelą 1, aż 20° . Na mapie z Rys. 2 narysowaliśmy dwa okręgi o środku w radiancie Geminidów – mniejszy o promieniu 2° , a większy o promieniu 10° ². Widać więc, że dla meteoru nr 1 radiant Geminidów będzie wyglądał dokładnie tak jak większy okrąg. Wsteczne przedłużenie trasy tego zjawiska będzie teraz pasować do radiantu Geminidów, więc kryterium 1 w przypadku meteoru nr 1 jest spełnione i możemy podejrzewać, że należy on do roju Geminidów. Bardzo łatwo zauważyć, że i kryterium 2 jest spełnione, bowiem odległość radiant-początek zjawiska D_b jest ponad dwa razy większa niż długość trasy meteoru. Czas na sprawdzenie trzeciego kryterium związanego z prędkością. Jak już wspomnieliśmy odległość D_e wynosi 55° , używając obrotowej mapy nieba lub jakiegokolwiek komputerowego programu zawierającego astronomiczne planetarium, możemy łatwo sprawdzić, że wysokość nad horyzontem początku tego zjawiska h_b wynosi tylko 10° . Dzięki temu, korzystając ze wzoru (1) możemy stwierdzić, że Geminid w takiej odległości od radiantu roju i na takiej wysokości nad horyzontem powinien mieć prędkość kątową:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 10^\circ \cdot \sin 55^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.174 \cdot 0.819 = 2.9^\circ / sek$$

Nasza ocena prędkości, którą dokonaliśmy podczas obserwacji jest na granicy klasy prędkości 2 i 3 (albo inaczej mówiąc 2.5) co mówi nam zgodnie z Tabelą 3, że prędkość tego zjawiska wynosiła od 9.5 do $12^\circ / sek$. Minimalna różnica między prędkością obserwowaną a obliczoną na podstawie wzoru (1) wynosi więc $9.5 - 2.9 = 6.6^\circ / sek$. Przypominam jednak, że dopuszczamy błąd o 1 stopień w skali pięciostopniowej czyli odchyłkę wynoszącą $5^\circ / sek$. Nasza różnica jest wyraźnie wyższa niż dopuszczalny błąd, możemy więc stwierdzić, że meteor ten nie spełnia kryterium prędkości i nie możemy zaliczyć go do roju Geminidów.

Przyglądając się uważnie trasie zjawiska nr 1 zauważymy, że ociera się ona także o radiant Monocerotydów XII (MON). Odległość końca meteoru od tego radiantu wynosi $D_e = 25^\circ$. Zgodnie z Tabelą 1, średnica radiantu powinna wynosić 16° , czyli promień 8° . Z Rys. 2 widać, że meteor nr 1 ledwo ociera się o okrąg o promieniu 10° z centrum w radiancie Monocerotydów XII. Jeśli zmniejszymy promień tego okręgu o 2° (tak aby uzyskać wymagane 8°), przedłużenie trasy tego zjawiska nie będzie się już przecinać się z radiantem Monocerotydów XII. W tym przypadku nie jest spełnione więc kryterium pierwsze i meteor nr 1 na pewno nie należy do roju Monocerotydów XII. Zjawisko ociera się o radiant Antyheliu, czytelnik może łatwo sprawdzić (polecam jako ćwiczenie!) iż spodziewana $\omega \approx 2.3^\circ / sek$, więc nie należy do tego roju. Ponieważ jego trasa nie pokrywa się już z żadnym innym aktywnym tej nocy radiantem będzie on wobec tego zjawiskiem sporadycznym i wpisujemy do raportu SPO.

2. Meteor nr 2 wybiega prawie z centrum radiantu Geminidów, a więc kryterium 1 jest na pewno spełnione, tym bardziej, że odległość D_e wynosi w tym przypadku aż 50° i ponownie średnica radiantu Geminidów powinna wynosić aż 20° . Kryterium długości jest także spełnione, więc do sprawdzenia pozostaje nam tylko kryterium prędkości. Wysokość początku zjawiska nad horyzontem h_b wynosi aż 75° , a więc korzystając ze wzoru (1) mamy:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 75^\circ \cdot \sin 50^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.966 \cdot 0.766 = 14.8^\circ / sek$$

Nasza ocena prędkości tego meteoru wykonana podczas obserwacji to 3.5 , czyli $15.5 - 18^\circ / sek$. Minimalna różnica między obserwacjami a obliczeniami wynosi tylko $15.5 - 14.8 = 0.7^\circ / sek$, czyli jest wyraźnie mniejsza od $5^\circ / sek$, co powoduje, że i trzecie kryterium jest spełnione, a więc meteor nr 2 możemy zaliczyć do roju Geminidów (GEM).

Uważny czytelnik zorientuje się iż to zjawisko ociera się również minimalnie o zewnętrzną elipsę radiantu Antyheliu. I tym razem spodziewana prędkość zjawiska znacznie odbiega od obserwowanej i wynosi $\omega \approx 10.7^\circ / sek$.

3. Meteor ten znajduje się w odległości 20° od radiantu σ -Hydrydów. Średnica tego radiantu dla takiej odległości wynosi około 15° , co powoduje, że meteor nr 3 jest bardzo bliski spełnienia kryterium pierwszego. Jak widać, nie spełnia on jednak kryterium długości, bowiem jego trasa jest nieznacznie dłuższa od odległości radiant-początek meteoru. Problem

²Proszę pamiętać, że promień okręgu to połowa jego średnicy.

jednak w tym, że radiant σ -Hydrydów znajduje się tylko 20° nad horyzontem, a więc kryterium długości w jego przypadku nie obowiązuje. Do sprawdzenia pozostaje już tylko prędkość meteoru. Jego początek ma wysokość $h_b = 30^\circ$, D_e wynosi 20° , a $V_\infty = 58$ km/s, a więc prędkość kątową otrzymamy ze wzoru (1):

$$\omega = 0.573 \cdot 58 \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin 20^\circ = 0.573 \cdot 58 \cdot 0.5 \cdot 0.342 = 5.7^\circ/\text{sek}$$

Ponieważ podczas obserwacji prędkość zjawiska oceniliśmy na 4.5 co odpowiada przedziałowi $21.5 - 24^\circ/\text{sek}$, zjawisko to na pewno nie pasuje do roju σ -Hydrydów i jest meteorem sporadycznym (wpisujemy do raportu SPO).

4. Na pierwszy rzut oka meteor ten pasuje i do roju Antyheliuonu i Geminidów. Odległość końca zjawiska od radiantu Antyheliuonu wynosi $D_e = 30^\circ$, a więc radiant roju powinien mieć średnicę $24^\circ \times 18^\circ$. Widać więc, że meteor ten pasuje do radiantu tego roju. Podobnie jest z Geminidami. W ich przypadku $D_e = 45^\circ$, co daje średnicę radiantu wynoszącą 20° i powoduje, że meteor ten może również należeć do roju Geminidów. Sprawy nie rozwiązuje kryterium długości, bowiem jest ono spełnione dla jednego i drugiego radiantu. Problem jednak rozwiąże kryterium prędkości. Początek naszego zjawiska znajduje się na wysokości $h_b = 50^\circ$. Sprawdźmy więc czy może ono należeć do roju Antyheliuonu, dla którego $V_\infty = 30$ km/s i $D_e = 30^\circ$. Wzór (1) daje nam oczekiwaną prędkość kątową:

$$\omega = 0.573 \cdot 30 \cdot \sin 50^\circ \cdot \sin 30^\circ = 0.573 \cdot 30 \cdot 0.766 \cdot 0.5 = 6.6^\circ/\text{sek}$$

W przypadku roju Geminidów mamy $V_\infty = 35$ km/s i $D_e = 45^\circ$ (wysokość h_b rzecz jasna nie zmienia się), a więc:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 50^\circ \cdot \sin 45^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.766 \cdot 0.707 = 10.9^\circ/\text{sek}$$

Podczas obserwacji oszacowana przez nas prędkość wyniosła 3.5, co odpowiada przedziałowi $15.5 - 18^\circ/\text{sek}$. Widać więc, że różnica pomiędzy prędkościami obserwowaną i wyliczoną dla Antyheliuonu wynosi aż $8.9^\circ/\text{sek}$, natomiast w przypadku Geminidów $4.6^\circ/\text{sek}$. Tylko ta druga wartość jest mniejsza od $5^\circ/\text{sek}$, co pozwala nam meteor nr 4 zaliczyć do roju Geminidów (GEM).

5. Zjawisko to na pierwszy rzut oka pasuje do radiantów Monocerotydów XII, Geminidów oraz przecina zewnętrzną część radiantu Antyheliuonu. Kryterium pierwsze nie da nam więc jednoznacznej odpowiedzi. Podobnie jest z kryterium długości. Pozostaje nam więc trzecia możliwość – kryterium prędkości. Zaczniemy od Monocerotydów XII, dla których $V_\infty = 43$ km/s, odległość radiant-koniec zjawiska $D_e = 35^\circ$, a początek meteoru obserwowaliśmy na wysokości $h_b = 25^\circ$. Prędkość kątową tego zjawiska, gdyby należało ono do roju Monocerotydów XII powinna wynosić:

$$\omega = 0.573 \cdot 43 \cdot \sin 25^\circ \cdot \sin 35^\circ = 0.573 \cdot 43 \cdot 0.423 \cdot 0.574 = 6.0^\circ/\text{sek}$$

Dla Geminidów zmienia nam się prędkość geocentryczna, która wynosi $V_\infty = 35$ km/s i odległość radiant-koniec meteoru $D_e = 55^\circ$. Prędkość meteoru nr 5, gdyby należał on do Geminidów, powinna wynosić:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 25^\circ \cdot \sin 55^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.423 \cdot 0.819 = 6.9^\circ/\text{sek}$$

Ponieważ podczas obserwacji prędkość meteoru oceniliśmy na 2, czyli zawierała się ona w przedziale $6.5 - 9^\circ/\text{sek}$ widać, że oba meteory spełniają także kryterium prędkości. Kryterium to jednak bardzo nieznacznie preferuje rój Geminidów, bowiem wartość 6.9 leży dokładnie w oczekiwanym przedziale $6.5 - 9^\circ/\text{sek}$, natomiast wartość 6.0 jest nieznacznie poza tym przedziałem. Z drugiej jednak strony meteor nr 5 wylatuje prawie idealnie z centrum radiantu Monocerotydów XII, a tylko ze skrajnych rejonów radiantu Geminidów. Jeśli więc prędkości otrzymane ze wzoru (1) są tak bliskie sobie jak w powyższym przypadku, lepiej kierować się trasą meteoru, a ta w naszym przypadku preferuje rój Monocerotydów XII. W przypadku Antyheliuonu zjawisko to marginalnie spełnia kryterium długości. Niestety jego spodziewana prędkość jest zbyt mała i wynosi $\omega \approx 4.2^\circ/\text{sek}$. Ostatecznie wpisujemy w rubryce *Str.* MON.

6. Meteor ten pojawił się na wysokości $h_b = 35^\circ$. Jego trasa dość dobrze pasuje do radiantu σ -Hydrydów. Granicznie ociera się także o radiant Monocerotydów XII, bowiem odległość końca zjawiska od tego radiantu wynosi 40° co daje średnicę radiantu równą 19° . Także i w tym przypadku kryterium długości nie daje nam rozstrzygnięcia, bowiem odległość meteoru od obu radiantów jest bardzo duża. Koniec meteoru znajduje się w odległości $D_e = 80^\circ$ od radiantu σ -Hydrydów i $D_e = 40^\circ$ od radiantu Monocerotydów XII. Dla σ -Hydrydów oczekiwana prędkość kątową wynosi:

$$\omega = 0.573 \cdot 58 \cdot \sin 35^\circ \cdot \sin 80^\circ = 0.573 \cdot 58 \cdot 0.574 \cdot 0.985 = 18.8^\circ/\text{sek}$$

Natomiast dla Monocerotydów XII:

$$\omega = 0.573 \cdot 43 \cdot \sin 35^\circ \cdot \sin 40^\circ = 0.573 \cdot 43 \cdot 0.574 \cdot 0.643 = 9.1^\circ/\text{sek}$$

Ocena dokonana podczas obserwacji to 2.5 czyli przedział $9.5 - 12^\circ/\text{sek}$. W tym przypadku kryterium prędkości zdecydowanie przemawia za rojem Monocerotydów XII (MON) i do tego właśnie roju zaliczymy meteor nr 6.

7. Meteor ten wyraźnie wybiega zarówno z radiantu Monocerotydów XII jak i Geminidów a także ociera się znacznie o radiant Anthelionu. Od razu jednak widać, że jest on zbyt długi aby należeć do tego pierwszego roju. Tak więc po zastosowaniu kryterium drugiego, na placu boju pozostaje rój Geminidów i Antyhelion. Meteor ten rozpoczął się na wysokości $h_b = 35^\circ$, odległość jego końca od radiantu roju $D_e = 50^\circ$, a więc jego prędkość kątowna:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 35^\circ \cdot \sin 50^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.574 \cdot 0.766 = 8.8^\circ/\text{sek}$$

Ponieważ podczas obserwacji oceniliśmy prędkość na 2, co odpowiada przedziałowi $6.5 - 9^\circ/\text{sek}$, obliczona prędkość dokładnie pasuje do tego co odnotowaliśmy w trakcie obserwacji i w związku z tym meteor ten ma szansę należeć do roju Geminidów (GEM). Sprawdź sam że teoretyczna prędkość dla tego meteoru w wypadku roju Antyhelionu wynosi $\omega \approx 5.5^\circ/\text{sek}$. Zatem meteor ten istotnie jest Geminidem.

8. Wsteczne przedłużenie trasy meteoru przecina się z radiantem Monocerotydów XII i σ -Hydrydów. Meteor ten pojawił się na wysokości $h_b = 45^\circ$, a jego koniec znajduje się w odległości $D_e = 60^\circ$ od radiantu σ -Hydrydów i $D_e = 40^\circ$ od radiantu Monocerotydów XII. Drugie kryterium nie pozwoli nam więc rozstrzygnąć, do którego z radiantów należy ten meteor. Ponownie musimy zdecydować się na użycie kryterium prędkości. Dla Monocerotydów XII otrzymujemy więc:

$$\omega = 0.573 \cdot 43 \cdot \sin 45^\circ \cdot \sin 40^\circ = 0.573 \cdot 43 \cdot 0.707 \cdot 0.643 = 11.2^\circ/\text{sek}$$

natomiast dla σ -Hydrydów:

$$\omega = 0.573 \cdot 58 \cdot \sin 45^\circ \cdot \sin 60^\circ = 0.573 \cdot 58 \cdot 0.707 \cdot 0.866 = 20.3^\circ/\text{sek}$$

Ponieważ meteor ten w naszym raporcie ma prędkość 4.5 co odpowiada przedziałowi $21.5 - 24^\circ/\text{sek}$, widać, że tylko teoretyczna prędkość σ -Hydrydów jest na tyle bliska wyżej wymienionemu przedziałowi, żeby meteor ten zaklasyfikować do właśnie tego roju i wpisać w raporcie skrót HYD.

9. Meteor ten pasuje aż do 3 radiantów. Pierwszym z nich i najbliższym jest Antyhelion. W jego przypadku jednak działa kryterium długości, bowiem meteor nr 9 jest za długi by należeć do tego roju. Pozostają jeszcze Monocerotydy XII i σ -Hydrydy, dla których kryterium drugie nie daje rozstrzygnięcia. Ponownie musimy uciec się do pomocy kryterium trzeciego. Początek trasy meteoru nr 9 znajduje się na wysokości $h_b = 60^\circ$, a odległość jego końca odpowiednio od radiantów Monocerotydów XII i σ -Hydrydów wynosi 35 i 55 stopni. Teoretyczna prędkość jaką powinien mieć meteor należący do pierwszego z tych rojów w zadanym wyżej miejscu na niebie wynosi:

$$\omega = 0.573 \cdot 43 \cdot \sin 60^\circ \cdot \sin 35^\circ = 0.573 \cdot 43 \cdot 0.866 \cdot 0.573 = 12.2^\circ/\text{sek}$$

Natomiast dla σ -Hydrydów otrzymujemy:

$$\omega = 0.573 \cdot 58 \cdot \sin 60^\circ \cdot \sin 55^\circ = 0.573 \cdot 58 \cdot 0.866 \cdot 0.819 = 23.6^\circ/\text{sek}$$

Według stosowanej przez nas skali połówkowej ocena 6 przyznana meteorowi nr 9 odpowiada prędkości większej niż $27^\circ/\text{sek}$. Różnica między prędkością obserwowaną a teoretyczną w przypadku σ -Hydrydów jest mniejsza od $5^\circ/\text{sek}$, co pozwala nam zaliczyć to zjawisko właśnie do tego roju oraz zapisać w rubryce *Str.* HYD.

10. Meteor ten wybiega prawie dokładnie ze środka zarówno radiantu Geminidów i Monocerotydów XII oraz jedynie ociera się o radiant Antyhelionu. Kryterium długości nie pozwala na wybranie któregoś z tych trzech rojów bowiem meteor jest bardzo krótki. Musimy więc ponownie zastosować wzór (1). Meteor pojawił się na wysokości $h_b = 30^\circ$, a odległość jego końca od radiantów Monocerotydów XII, Geminidów i Antyhelionu wynosi odpowiednio 20, 45 i 35 stopni. Znając prędkości geocentryczne rojów możemy teraz obliczyć teoretyczne prędkości kątowe. Wynoszą one dla Monocerotydów:

$$\omega = 0.573 \cdot 43 \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin 20^\circ = 0.573 \cdot 43 \cdot 0.5 \cdot 0.342 = 4.2^\circ/\text{sek}$$

dla Geminidów:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin 45^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.5 \cdot 0.707 = 7.1^\circ/\text{sek}$$

i dla Antyhelienu

$$\omega = 0.573 \cdot 30 \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin 35^\circ = 0.573 \cdot 30 \cdot 0.5 \cdot 0.574 = 4.9^\circ/\text{sek}$$

Oceniona w trakcie obserwacji prędkość w skali połówkowej wynosi 2, co odpowiada przedziałowi $6.5 - 9^\circ/\text{sek}$. Widać więc, że wszystkie radianty w granicach błędów spełniają też kryterium trzecie, z tym, że dużo dokładniej kryterium to pasuje do roju Geminidów.

Z drugiej jednak strony meteor nr 10, pomimo swojej dużej jasności (oceniliśmy ją na 0.0 mag.), był dość krótki. Świadczyłoby to o tym, że jego radiant powinien znajdować się blisko jego początku. Tutaj więc zdecydowanie bardziej pasują meteory z Monocerotydy XII ponieważ meteor jedynie przechodzi przez zewnętrzne części elipsy radiantu Antyhelienu. Nie będzie więc błędem zaliczenie tego zjawiska właśnie do Monocerotydy. Przykład ten dość jasno pokazuje, że od czasu do czasu zdarzać się będą sytuacje, w których nawet zastosowanie wszystkich kryteriów, nie pozwoli nam na jednoznaczne zaklasyfikowanie danego zjawiska do któregoś z rojów.

My zdecydujemy się zaliczyć meteor nr 10 do roju Geminidów. Co prawda naszą obserwację prowadzimy w dokładnie w nocy maksimum aktywności Monocerotydy XII i aż 4 noce przed maksimum Geminidów. Z drugiej jednak strony pierwszy z tych rojów w maksimum ledwo osiąga poziom $ZHR = 2$, natomiast Geminidy, kilka nocy przed swoim maksimum, przejawiają aktywność na poziomie $ZHR \approx 5$. Biorąc jeszcze pod uwagę fakt, że w naszych szerokościach geograficznych radiant Geminidów jest dużo wyżej nad horyzontem niż radiant Monocerotydy, liczby godzinne Geminidów powinny być około 3 razy wyższe niż liczby godzinne Monocerotydy. Z tego wniosek, że większe jest prawdopodobieństwo, iż zjawisko nr 10 należy do roju Geminidów (GEM).

11. Meteor ten znajduje się w odległości około 15 stopni od radiantu Antyhelienu, więc dla tej wartości średnica tego radiantu powinna wynosić $20^\circ \times 13^\circ$. Przy takich warunkach meteor nr 11 przecina się już z radiantem Antyhelienu. Prosty obliczenia (do których wykonania zachęcam!) prowadzą nas do spodziewanej prędkości $\omega \approx 4.5^\circ/\text{sek}$. Podczas obserwacji prędkość meteory wyznaczaliśmy na 2 (czyli przedział $6.5 - 9^\circ/\text{sek}$). Nasza niepewność (błąd) wynosi $5^\circ/\text{sek}$ zatem meteor ten należy do roju Antyhelienu i wpisujemy ANT.
12. Zjawisko to wybiega zarówno z radiantu Antyhelienu i Geminidów. Znajduje się ono na tyle daleko od obu radiantów, że kryterium długości nie da nam rozwiązania problemu przynależności. Znow więc uciekamy się do kryterium prędkości. Początek trasy meteoru znajduje się na wysokości $h_b = 45^\circ$ nad horyzontem, a jej koniec możemy obserwować w odległości $D_e = 55^\circ$ od radiantu Geminidów i w odległości $D_e = 35^\circ$ od radiantu Antyhelienu. Stosując więc wzór (1) otrzymujemy dla Geminidów:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 45^\circ \cdot \sin 55^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.707 \cdot 0.819 = 11.6^\circ/\text{sek}$$

i dla Antyhelienu:

$$\omega = 0.573 \cdot 30 \cdot \sin 45^\circ \cdot \sin 35^\circ = 0.573 \cdot 30 \cdot 0.707 \cdot 0.574 = 7.0^\circ/\text{sek}$$

Nasza ocena prędkości tego zjawiska to 2.5 czyli przedział $9.5 - 12^\circ/\text{sek}$. Widać więc, że w granicach błędów meteor nr 12 należeć może do obu rojów. Najsensowniej zaliczyć zjawisko to do roju Geminidów (GEM), ponieważ teoretyczna prędkość dla tego roju wynosząca $11.6^\circ/\text{sek}$ mieści się dokładnie w przedziale prędkości jaki określiliśmy podczas obserwacji.

13. Ten meteor pasuje do trzech radiantów – Geminidów, Monocerotydy XII i Antyhelienu. Kryterium długości wyraźnie pokazuje nam jednak, że zjawisko to jest za długie, aby zaliczyć je do roju Monocerotydy XII. Jedyne co pozostaje nam do zrobienia to sprawdzenie, czy meteor ten należy do roju Geminidów lub Antyhelienu, czy też może być meteoroidem sporadycznym. Początek trasy zjawiska leży na wysokości $h_b = 30^\circ$, a jego koniec znajduje się w odległości $D_e = 55^\circ$ od radiantu Geminidów. Ze wzoru (1) otrzymujemy więc:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 30^\circ \cdot \sin 55^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.5 \cdot 0.819 = 8.2^\circ/\text{sek}$$

Podobnie (podstawiając odpowiednie wielkości) wyliczamy dla roju Antyhelienu $\omega \approx 5.5^\circ/\text{sek}$

Porównując to z oceną dokonaną podczas obserwacji (klasa prędkości 2 czyli przedział $6.5 - 9^\circ/\text{sek}$) widzimy, że meteor ten może pochodzić z roju Antyhelienu jednak bez obaw możemy go zaliczyć jedynie do roju Geminidów.

14. Meteor nr 14 ociera się o radiant Monocerotydów XII oraz Antyhelion i wybiega prawie z centrum radiantu Geminidów. Jest na tyle daleko od obu radiantów, że kryterium długości nie da nam jednoznacznego rozwiązania problemu przynależności. Ponownie więc musimy skorzystać ze wzoru (1). Wysokość początku zjawiska nad horyzontem wynosi $h_b = 25^\circ$, odległości jego końca od radiantu Geminidów to $D_e = 60^\circ$, od radiantu Monocerotydów XII $D_e = 30^\circ$ i od radiantu Antyhelionu $D_e = 50^\circ$. Dla Geminidów otrzymujemy więc:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 25^\circ \cdot \sin 60^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.423 \cdot 0.866 = 7.3^\circ/\text{sek}$$

dla Monocerotydów:

$$\omega = 0.573 \cdot 43 \cdot \sin 25^\circ \cdot \sin 30^\circ = 0.573 \cdot 43 \cdot 0.423 \cdot 0.5 = 5.2^\circ/\text{sek}$$

a podobne ćwiczenie dla Antyhelionu daje $\omega \approx 4.5^\circ/\text{sek}$.

Nasza ocena dokonana podczas obserwacji to $V = 3$ czyli przedział $12.5 - 15^\circ/\text{sek}$. Widać więc, że różnica pomiędzy prędkością teoretyczną a dolną granicą oceny dokonanej podczas obserwacji wynosi 5.2 dla Geminidów, 7.3 dla Monocerotydów XII i 8.0 dla Antyhelionu. Wszystkie wielkości są większe niż dopuszczalny błąd $5^\circ/\text{sek}$, a więc meteor nr 14 nie należy do żadnego z aktywnych tej nocy rojów i jest zjawiskiem sporadycznym (SPO).

15. Meteor ten wybiega wyraźnie z radiantu Geminidów. Jego trasa jest jednak za długa by pasował on do tego roju. Musimy jednak pamiętać, że kryterium długości nie obowiązuje dla bolidów, bowiem one docierają do niższych warstw atmosfery i ich trasy na niebie są przeważnie dużo dłuższe niż trasy zwykłych zjawisk. Meteor nr 15, według naszego raportu, ma jasność -5 mag. i właśnie z powodu tak dużej jasności, nie możemy wobec niego stosować kryterium drugiego.

Początek zjawiska był obserwowany na wysokości $h_b = 70^\circ$, a jego koniec w odległości $D_e = 55^\circ$ od radiantu Geminidów. Wzór (1) daje nam następującą wartość prędkości kątowej:

$$\omega = 0.573 \cdot 35 \cdot \sin 70^\circ \cdot \sin 55^\circ = 0.573 \cdot 35 \cdot 0.940 \cdot 0.819 = 15.4^\circ/\text{sek}$$

Podczas obserwacji meteor ten oceniliśmy na 2.5 w połówkowej skali prędkości, co odpowiada przedziałowi $9.5 - 12^\circ/\text{sek}$. Różnica pomiędzy prędkością teoretyczną, a górną granicą tego przedziału wynosi $3.4^\circ/\text{sek}$, a więc jest mniejsza od 5 i meteor nr 15 możemy zaliczyć do roju Geminidów (GEM).

Uważny czytelnik zwróci również uwagę niż te zjawisko ociera się o radiant Antyhelionu. Dla bolidów kryterium długości nie jest słuszne zatem je pomijamy. Zjawisko to mogłoby być zaliczone do tego roju na podstawie kryterium prędkości ($\omega \approx 7.0^\circ/\text{sek}$). Dowody przemawiające za przynależnością meteoru do roju Geminidów (zjawisko idealnie wybiegają z tego roju gdy przedłużymy je wstecz) są jednak bardziej przekonujące.

16. Meteor ten nie wybiega z żadnego z aktywnych tej nocy radiantów, jest więc z pewnością zjawiskiem sporadycznym (SPO).
17. Meteor ten nie został przez nasz naszkicowany na żadnej mapie. Ponieważ w naszym wstępnym raporcie z obserwacji nie nanieśliśmy żadnej uwagi co do jego potencjalnej przynależności musimy zaliczyć go do zjawisk sporadycznych (SPO).
18. Podobnie jak meteor nr 16, zjawisko to nie wybiega z żadnego radiantu, jest więc meteorom sporadycznym (SPO).

Znając już przynależności wszystkich obserwowanych danej nocy zjawisk, możemy przystąpić do wypełnienia tabeli nr 3 z naszego raportu. Wypełniona tabela 3 przypadku obserwacji z 9 na 10 grudnia 2001 roku przedstawiona jest na stronie 15. Przy czym liniami poziomymi określiliśmy pełne godziny efektywnego czasu obserwacji. Zauważ że w wypełnionej tabeli jest również rubryka *Time*, o której wcześniej nic nie wspominaliśmy. Można w niej wpisać godzinę każdego zjawiska lub wybranych zjawisk (na przykład bardzo jasnych). Jeśli nie notowaliśmy czasów pojawienia się poszczególnych zjawisk w wolne miejsce w rubryce *Time* wpisujemy godzinę środka przedziału obserwacji.

Proszę wziąć pod uwagę fakt, że przykład powyższy nie jest prawdziwą obserwacją. Większość meteorów została dobrana tak, aby pasować do kilku radiantów i aby ćwiczenie nasze było jak najbardziej pouczające. Podczas prawdziwej obserwacji niezbyt często zdarza się tak duże nagromadzenie radiantów na małej powierzchni, a także liczba meteorów, które na pierwszy rzut oka możemy zaklasyfikować jako zjawiska sporadyczne jest wyraźnie większa.

Ostatecznie nasz raport powinien wyglądać tak, jak zaprezentowaliśmy to na Rys. 4.

Na zakończenie tego rozdziału poświęcimy kilka słów sposobowi wypełniania raportu. Bardzo prosimy o to by wypełniać go starannie i czytelnie. Najlepiej używać czarnego cienkopisu i pisać drukowanymi literami. Proszę wziąć pod uwagę fakt, że raporty te są potem wprowadzane do komputera za pomocą specjalnego programu a następnie wysyłane do *International Meteor Organization* (IMO). Jeśli więc wypełnicie je jasnoniebieskim (lub jasnoczerwonym) długopisem i mało wyraźnie, po skserowaniu lub skanowaniu będą zupełnie nieczytelne i wyrzucimy je do kosza, a Wasza praca pójdzie na marne.

N	Time	Mag.	V	Stream	Rem
1	21 : 51	3.0	2.5	SPO	—
2		4.0	3.5	GEM	—
3		1.5	4.5	SPO	TRAIL
4		3.0	3.5	GEM	—
5		2.0	2	MON	—
6	22 : 54	-0.5	2.5	MON	FL, TR
7		5.5	2	GEM	—
8		5.0	4.5	HYD	—
9		4.0	6	HYD	—
10		0.0	2	GEM	—
11		5.5	2	ANT	—
12	00 : 09	1.5	2.5	GEM	—
13		4.5	2	GEM	—
14		1.0	3	SPO	—
15		-5.0	2.5	GEM	TRAIL
16		2.0	4	SPO	—
17		3.0	5	SPO	NP.
18		4.0	4	SPO	—

Raport jest tak skonstruowany, że pozwala na czytelne zapisanie około 100 zjawisk. Tak więc prawie zawsze jeden raport starczy na całą noc obserwacyjną. Proszę nie dzielić jednej nocy na kilka raportów. Chyba, że jest to absolutnie konieczne tzn. tylko i wyłącznie wtedy, gdy meteory z jednej nocy nie mieszczą się w jednym raporcie, wtedy jednak proszę o korzystanie z dwóch raportów. Ze względu na to, że obserwacje są skanowane prosimy aby wszystkie uwagi znalazły się na jednej stronie kartki lub dołączonej kartce. Nawet jeśli w trakcie Waszej obserwacji nastąpiła długa, nawet kilkugodzinna, przerwa, obserwację taką wpisujemy do jednego raportu. W Tabeli 1 bardzo wyraźnie zaznaczamy jednak w jakich godzinach nie prowadziliśmy obserwacji.

A teraz chwila ulgi. Niezbyt skomplikowana procedura wyznaczania przynależności meteorów jest dość mechaniczna ale i pracochłonna. Z pewnością niektórzy z Was woleliby swoje wprowadzone do komputera obserwacje wpisać, potem nacisnąć odpowiedni przycisk i odpowiedni program odpowiedziałby nam na pytanie o przynależność danego meteoru do roju. Tak też jest i w PKiM, przynależność meteorów wykonywana jest w sposób obiektywny (a także powtarzalny) przez specjalny program. Po co zatem uczyć się wykonywania przynależności meteorów? Otóż wiedza i doświadczenie po wykonaniu samodzielnie przynależności kilku meteorów z raportu ze szkicowaniem pomaga w obserwacjach meteorów bez szkicowania. Obserwacje takie prowadzi się, gdy aktywność danego roju jest wysoka (liczby godzinne powyżej 30-40 zjawisk) i szkoda byłoby czasu na rysowanie na mapach każdego meteoru, gdy ważniejsza jest dla nas wtedy ocena aktywności oraz jasności zjawisk. W przypadku maksimum takich rojów jak Kwadrantydy, Lirydy, η -Aquarydy, Perseidy, Orionidy, Leonidy, Geminidy i Ursydy zalicza się meteory do rojów jeszcze w trakcie obserwacji i wtedy jest nam potrzebna wiedza, którą można uzyskać z pomocą tego poradnika.

Ostatecznie proszę aby w każdym raporcie wykonać przynależności dla **minimum pięciu** wybranych zjawisk. Osoby, którym wykonanie przynależności sprawia trudności proszę o podesłanie kopii kartek z obliczeniami – wspólnymi siłami dojdziemy w czym tkwi problem.

4 Mapy

4.1 Rozmiary radiantów na mapach Atlasu Brno

Ze względu na zastosowanie odwzorowania gnomonicznego, radianty na mapach *Atlasu Brno* są większe na brzegach niż w środku mapy. Tabela ze skalą s w zależności od odległości od centrum mapy d , dla formatu A4, wygląda następująco:

radiant na Rys 5.	1	2	3	4	5	6	7	—
d [mm]	0	35	70	84	105	119	140	154
s [mm/°]	2.0	2.2	2.7	3.1	3.6	4.1	5.0	5.7

Oznacza to po prostu tyle, że jeśli nasz radiant ma średnicę 14° i znajduje się w samym centrum mapy, to jego średnica na mapie wynosić będzie $14^\circ \cdot 2.0[\text{mm}/^\circ] = 28 \text{ mm}$. Jeśli jednak znajduje się on w odległości 10 cm od centrum mapy, to naszkicujemy go jako okrąg o średnicy $14^\circ \cdot 3.5[\text{mm}/^\circ] = 49 \text{ mm}$.

Dla wszystkich tych, którzy mają problemy z odpowiednim przeliczeniem skali, na Rys 5. mamy małą ściągawkę. Jest to mapa nr 6, na której narysowaliśmy kilka radiantów. Każdy z nich ma średnicę 20 stopni (czyli promień 10 stopni). Rozmiary radiantów będą takie same na każdej z map *Atlasu Brno* jeśli nie zmieni się ich odległość od centrum mapy.

4.2 Opracowanie map

Kilka słów poświęćmy jeszcze opracowaniu map z obserwacji. Nie liczymy na to, że tak jak w przypadku naszej fikcyjnej obserwacji, prawie wszystkie meteory pojawiają się w obrębie jednej mapy. Gdy obserwacja będzie trwała dostatecznie długo, do jednego raportu będziemy zmuszeni dostarczyć co najmniej dwie, trzy lub nawet cztery mapy. Zasada jest przy tym taka, że opłaca się wysłać tylko te mapy, na których naszkicowaliśmy co najmniej 3 zjawiska. Gdy mamy mapę z jednym lub z dwoma meteorami, to rezygnujemy z jej przesyłania i zanim je wymażemy z mapy notujemy w raporcie w stopniach współrzędne początku ($\alpha_{beg}, \delta_{beg}$) i końca zjawiska ($\alpha_{end}, \delta_{end}$). Proszę się jednak zawsze uważnie przyjrzeć tym zjawiskom, zanim zdecydujemy się zapisać ich współrzędne. Być może, któreś z nich da się naszkicować na innej mapie, w szczególności na takiej, na której mamy już naszkicowane ładnych kilka zjawisk. Ponieważ większość map zachodzi na siebie, czasami w znacznym nawet stopniu, sytuacja taka może zdarzyć się dość często.

Można sobie wyobrazić i sytuację odwrotną. Mamy mapę, na której naszkicowaliśmy na przykład 3 meteory. Zgodnie z zasadami podanymi powyżej powinniśmy ją dostarczyć do raportu. Przyjrzyjmy się jednak uważnie tym zjawiskom. Być może jedno lub dwa z nich da się przenieść na inną mapę, na której mamy naszkicowane więcej zjawisk.

Każda mapa dołączona do raportu powinna być podpisana imieniem i nazwiskiem obserwatora, a także datą obserwacji. Dobrze jest także napisać ile meteorów zostało na niej naszkicowanych.

Meteory na mapie rysujemy najlepiej niebieskim cienkopisem, jako strzałki podpisane numerem, takim samym jak w raporcie. Niewskazane jest w tym wypadku używanie koloru czarnego. Zlewa się on bowiem z konturami gwiazdozbiorów, co utrudnia późniejszą analizę Waszych obserwacji.

Proszę pamiętać o tym, że wszystkie meteory z jednej nocy powinny znaleźć się na jednym zestawie map. Nie można na jednej i tej samej mapie naszkicować meteorów z kilku nocy.

5 Niezbędnik obserwatora

Aby rzetelnie wypełnić raport z obserwacji ze szkicowaniem wraz z wyznaczeniem przynależności niezbędny będzie:

- zaostrzony ołówek, gumkę, linijkę i cyrkiel
- obrotowa mapa nieba (lub program planetarium w którym można mierzyć odległości w stopniach)
- kalkulator z funkcją sinus (choćby w komputerze) lub tablice matematyczne
- zestaw map i raport z obserwacji wizualnej ze szkicowaniem
- tabela z danymi i pozycjami rojów na dany rok
- mapy i tabele do wyznaczania widoczności granicznej

Materiały wymienione w 3 ostatnich punktach otrzymałeś wraz z tym poradnikiem. Jeśli nie to koniecznie pobierz i wydrukuj je ze strony internetowej PKiM <http://www.pkim.org>. Znajdują się one w dziale zatytułowanym *Obserwacje wizualne*.

6 Przesyłanie obserwacji

Raporty wraz z mapami przesyłamy na adres: **Kamil Zińczewski, ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa**. Na ten adres oraz e-mail kzlocz-pkim@camp.e-ku.pl można kierować wszelkiego rodzaju pytania i uwagi jakie nasunęły się Wam po przeczytaniu niniejszego poradnika. Bardzo ułatwiłaby nam pracę terminowość przesyłania raportów – aktualne terminy podawane są na stronach internetowych PKiM w dziale *Obserwacje wizualne*. Byłoby idealnie aby każdy raport dotarł do nas nie później niż dwa miesiące po wykonaniu obserwacji a w wypadku raportów bez szkicowania (z okolic maksimów dużych rojów) jak najszybciej.

Kroki w obserwacjach wizualnych meteorów:

1. prosta obserwacja meteorów
2. obserwacja meteorów ze szkicowaniem
3. obserwacja meteorów bez szkicowania – maksima dużych rojów
4. analiza obserwacji wizualnych

Kolejnym krokiem w obserwacjach wizualnych meteorów są obserwacje bez szkicowania.

Pracownia Komet i Meteorów

VISUAL OBSERVING FORM — Summary Report

Date: 9/10 (day), 12 (month), 2001 (year) Begin: 21 h 20 m End: 00 h 48 m (UT)
 Location: $\lambda = \underline{21^{\circ}24'00''}$ E/W, $\phi = \underline{52^{\circ}06'00''}$ N/S, h = 50 m IMO Code: 34014
 Place: OSTROWIK Country: POLAND
 Observer: JAN KOWALSKI IMO Code: KOW3A

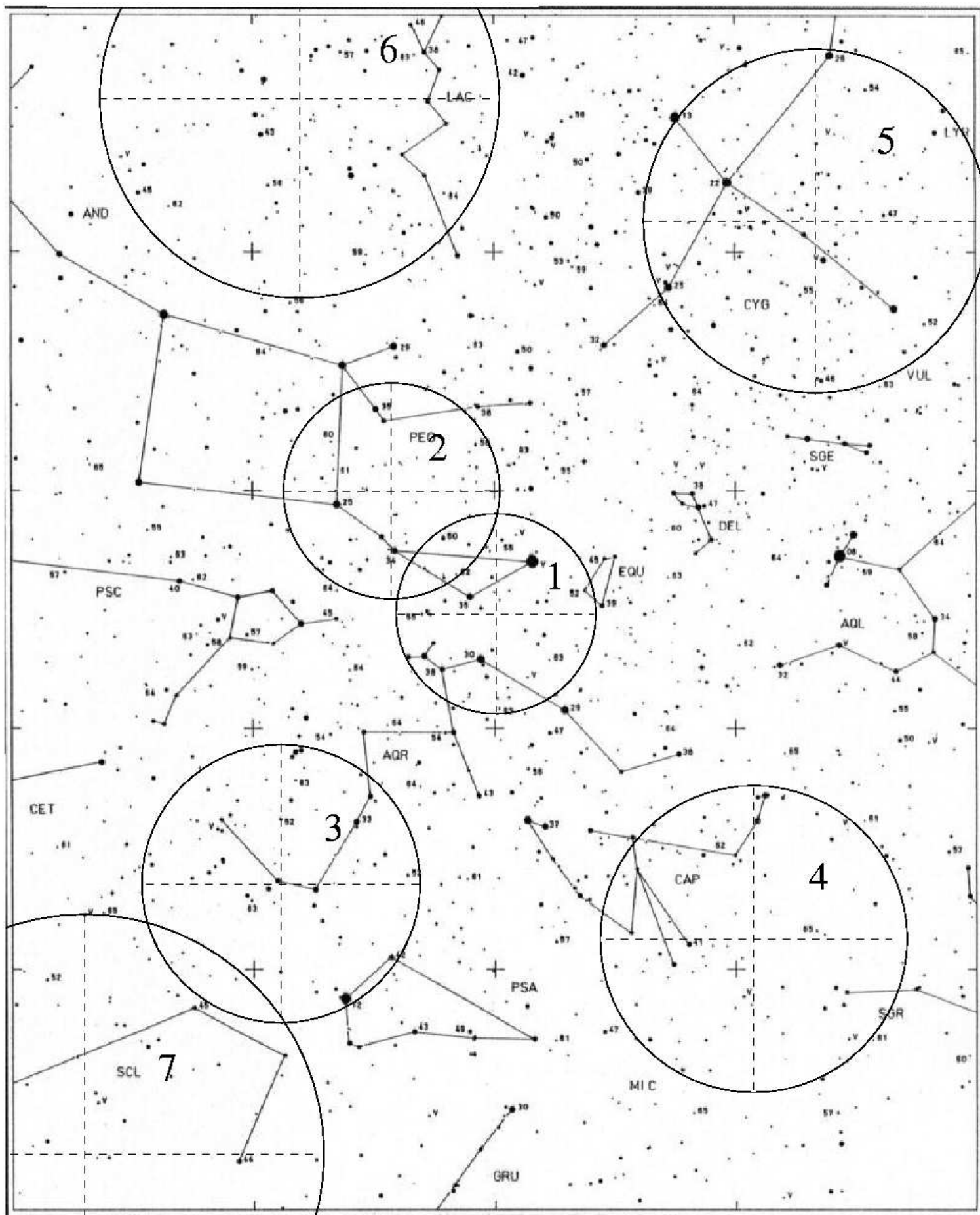
Time (UT)	T_{eff}	LM	F	Meteors	α_{FC}	δ_{FC}
21:20-22:22	1.000	6.48	1.04	1-5	6 h 00 m	+20° 00'
22:23-23:25	1.000	6.27	1.34	6-11	6 h 00 m	+20° 00'
23:30-00:48	1.250	6.30	1.12	12-18	6 h 00 m	+20° 00'
					h m	° '
					h m	° '
					h m	° '
					h m	° '
					h m	° '

Observed showers	α_{SH}	δ_{SH}
ANT	90°	+23°
MON	100°	+8°
HYD	126°	+2°
GEM	108°	+33°

Total $T_{eff} = \underline{3.250}$ h Charts: 4 Remarks: -10°C ZIMNO

N	Time	Mag.	V	Str.	Rem.	N	Time	Mag.	V	Str.	Rem.	N	Time	Mag.	V	Str.	Rem.	
1.	21:51	3.0	2.5	SPO	—													
2.		4.0	3.5	GEM	—													
3.		1.5	4.5	SPO	TRAIL													
4.		3.0	3.5	GEM	—													
5.		2.0	2	MON	—													
6.	22:54	-0.5	2.5	MON	FL, TR													
7.		5.5	2	GEM	—													
8.		5.0	4.5	HYD	—													
9.		4.0	6	HYD	—													
10.		0.0	2	GEM	—													
11.		5.5	2		—													
12.	00:09	1.5	2.5	GEM	—													
13.		4.5	2	GEM	—													
14.		1.0	3	SPO	—													
15.		-5.0	2.5	GEM	TRAIL													
16.		2.0	4	SPO	—													
17.		3.0	5	SPO	NP.													
18.		4.0	4	SPO	—													

Rysunek 4: Prawidłowo wypełniony raport z obserwacji wykonanej w nocy z 9 na 10 grudnia 2001 roku.



Rysunek 5: Mapa numer 6 z Atlasu Brno z radiantami o promieniach 10° . Tej mapy można używać jako wzorzec do wyznaczania rozmiarów radiantów na wszystkich mapach Atlasu Brno.