

## Rozdział 1: A więc chcesz zostać fotometrystą?

Jeśli posiadasz teleskop z kamerą CCD, albo masz dostęp do takiego zestawu, możesz go wykorzystać do obserwacji gwiazd zmiennych i uzyskania danych o dużej wartości naukowej. AAVSO wspiera kilka różnych sposobów prowadzenia obserwacji, z których obserwacje CCD oraz wizualne (przy użyciu oka nieuzbrojonego albo z pomocą teleskopu) to dwa najpopularniejsze. Oba sposoby obserwacji mają swoje silne i słabe punkty i każdy z nich ma swoją rację bytu w astronomii gwiazd zmiennych. Niniejszy przewodnik ma na celu pomóc początkującemu obserwatorowi w staniu się lepszym obserwatorem fotometrystą. To najważniejszy cel naszej misji, ponieważ jakość danych, które otrzymujemy od obserwatorów, wpływa bezpośrednio na wyniki prac, które prowadzą naukowcy w oparciu o te dane. Kamera CCD jest w stanie zarejestrować dane fotometryczne o bardzo dobrej jakości, ale podobnie jak w przypadku większości instrumentów naukowych, jesteśmy z jej pomocą uzyskać dane o bardzo **złej** jakości. Naszym celem jest pomóc w uzyskaniu danych **dobrej** jakości.

Nasza społeczność obserwatorów CCD wywodzi się z kilku różnych grup. Niektórzy obserwatorzy wizualni skierowali swoje zainteresowania w stronę obserwacji CCD. Niektórzy amatorzy używający CCD do astrofotografii chcieli zacząć robić coś więcej. Niektórzy używający zdalnych albo współdzielonych instrumentów do obserwacji astronomicznych chcieli zmaksymalizować wartość tych obserwacji. A jeszcze inni może przeczytali jakiś artykuł opisujący obserwacje gwiazd zmiennych i pomyśleli *Chcę tego spróbować!* I może w ten sposób bezpośrednio wskoczyli na głęboką wodę obserwacji CCD.

Żeby niepotrzebnie nie komplikować opisów, w przewodniku zakładamy, że już posiadasz podstawową wiedzę astronomiczną – powinieneś wiedzieć jak gwiazdy poruszają się na niebie w ciągu nocy, jakich współrzędnych używamy w astronomii (takich jak rektascencja czy deklinacja) i co oznacza wielkość gwiazdowa magnitudo. Zakładamy także, że wiesz już jak uruchomić i obsługiwać twój teleskop, jak podłączyć kamerę CCD do komputera i jak używać dołączonego do niej oprogramowania. Na tym etapie powinieneś być w stanie skierować teleskop w określone miejsce na niebie i wykonać zdjęcie. Jeśli udało ci się otrzymać zdjęcie gromady gwiazd, mgławicy, galaktyki, czy po prostu pola gwiazd, z którego jesteś zadowolony, to wiesz już wszystko, co powinieneś wiedzieć. Jeśli jednak dopiero zaczynasz przygodę z nowym instrumentem, najpierw musisz nauczyć się go obsługiwać oraz wykonywać zdjęcia.

Równocześnie powinieneś już swobodnie posługiwać się oprogramowaniem dostarczonym razem z teleskopem lub kamerą, lub przynajmniej posiadać odpowiednie instrukcje obsługi. Większość dostarczanego wraz kamerami CCD oprogramowania posiada wszystko, czego potrzebujesz w celu uzyskania obrazów o naukowej wartości. W dalszej części przewodnika pokazane zostanie jak z otrzymanych obrazów wyłuskać interesujące nas informacje. Zrobić to można przy użyciu większości komercyjnie dostępnych pakietów oprogramowania, a także na przykład z programem *VPhot* dostępnym na witrynie AAVSO. Więcej na ten temat napiszemy nieco później.

Ogólnie rzecz biorąc nie musisz być inżynierem, ani matematykiem, ani astrofizykiem, aby uzyskać dobrej jakości wyniki. Zakładamy, że posiadasz pewną wiedzę w zakresie algebry i trygonometrii – wiele z obliczeń w fotometrii CCD może być zautomatyzowane przy użyciu arkusza kalkulacyjnego, ale znajomość ich podstaw matematycznych jest potrzebna, aby zrozumieć jakie informacje należy do nich wprowadzić i jakie dane w wyniku otrzymamy. Musisz wyrobić sobie nawyk uważnego sprawdzania otrzymanych rezultatów oraz oceniania czy mają one sens, za każdym razem, kiedy wysyłasz wyniki obserwacji.

I w końcu zakładamy również, że interesujesz się zarówno gwiazdami zmiennymi jak i otrzymywaniem dotyczących ich wartościowych danych naukowych. Wiedza na temat gwiazd zmiennych przynajmniej na poziomie ich rozróżnienia od gwiazd nie będących zmiennymi będzie na pewno sporym plusem, jeśli chcesz zająć się obserwacjami przy użyciu kamery CCD. Ale możesz też uczyć się w trakcie obserwacji, a podstawy tej wiedzy znajdziesz w następnym rozdziale „fotometria gwiazd zmiennych”. Wielu z naszych najlepszych obserwatorów CCD rozpoczynało swoją przygodę jako obserwatorzy wizualni i stąd wszystkich zachęcamy do przeczytania bliźniaczego przewodnika *AAVSO Manual for Visual Observing of Variable Stars*.

Warto zauważyć, że uzyskanie „dobrych danych” może być związane z popełnianiem różnych błędów i (co bardzo ważne) uczeniem się na nich. Otrzymywanie **bardzo dobrych** danych jest skomplikowane i wymaga sporo wysiłku. Łatwo jest uzyskać złej jakości dane z obserwacji CCD, ale też stosunkowo łatwo jest uzyskać dane dobrej jakości. Trudniej jest natomiast uzyskać **bardzo dobrej** jakości dane, niezależnie

od tego czy jesteś amatorem, czy profesjonalistą, ale jesteśmy przekonani, że **możesz** to zrobić jeśli okoliczności na to pozwolą. W innym przypadku nie pisalibyśmy tego. Popełnianie błędów jest dopuszczalne pod warunkiem, że uczymy się z nich czegoś nowego. Wtedy jesteśmy na dobrej drodze do uzyskania danych o dobrej jakości.

## Fotometria

Kiedy „obserwujemy” gwiazdę zmienną, mamy na myśli mierzenie ilości światła, jaką gwiazda wypromieniowuje w danym momencie. Powtarzamy ten pomiar raz za razem tak często, jak jest to potrzebne do rejestracji zmienności gwiazdy. Jeśli nasze pomiary są spójne i dokładne, możemy stworzyć fizyczny model, który będzie próbował wyjaśnić sposób, w jaki gwiazda zmienia swoją jasność. Im lepsze są pomiary, tym dokładniejszy będzie model. Proces pomiaru ilości światła docierającego z gwiazdy nazywamy **fotometrią**, a osoba która ten proces prowadzi to *fotometrysta*. Mamy nadzieję, że po przeczytaniu tego przewodnika staniesz się jednym z nich.

Choć istnieje wiele czynników wpływających na pomiar w sposób mogący ułatwić badaczom stworzenie realistycznego modelu gwiazdy zmiennej, to nie wszystkie z nich będą dla Ciebie istotne. W przypadku niektórych gwiazd wystarczy jedynie skierować na nie teleskop, zrobić kilka zdjęć i dokonać prostej obróbki. Choć sposób ten czasami jest wystarczający, jednak w większości przypadków nie sprawdza się. Zazwyczaj będziesz wykonywał kamerą jedno lub więcej zdjęć obiektu podczas jednej nocy, a następnie odwiedzał ten sam kadr ponownie wiele razy podczas kolejnych nocy. A czasami możesz spędzić wiele godzin podczas tej samej nocy tylko przy jednym wybranym obiekcie, rejestrując jego obrazy tak często, jak to możliwe. Będziesz mógł używać jednego lub większej ilości *filtrów*, aby mierzyć światło w ściśle określonym zakresie długości fal. A nawet będziesz spędzał pewną ilość czasu na mierzeniu jasności gwiazd, które nie są gwiazdami zmiennymi, żeby lepiej *skalibrować* swoje obserwacje. Wszystkie te czynności i wiele innych będą potrzebne do przekonwertowania twoich obserwacji w użyteczne dane.

Fotometria to pomiar jasności obiektu dowolnym sposobem. W tym przewodniku opiszemy sposoby wykonywania fotometrii przy użyciu kamer CCD, ale takie kamery to nie jedyny instrument, którym możemy takie pomiary robić, a twoim głównym celem nie jest zostać „dobrym obserwatorem CCD”, ale dobrym *fotometrystą używającym kamery CCD*. To spora różnica. Prawie każdy potrafi przeciąć piłą kawałek drewna na pół, ale to nie czyni z niego stolarza. Kamera CCD dostarczy nam danych liczbowych, które w komputerze zostaną zmienione w kolejne liczby i być może w jeszcze inne liczby w programie do analizy, w arkuszu kalkulacyjnym i tak dalej. Jeśli zastosowany proces nie będzie prawidłowy, to takie liczby nie będą miały nic wspólnego z fotometrią. Nie skupiaj się na technologii, skup się na celu. Celem nie jest otrzymanie *liczb*; celem jest uzyskanie *wiedzy*, która może prowadzić do *rozumienia*. Pokażemy ci jak i dlaczego to zrobić.