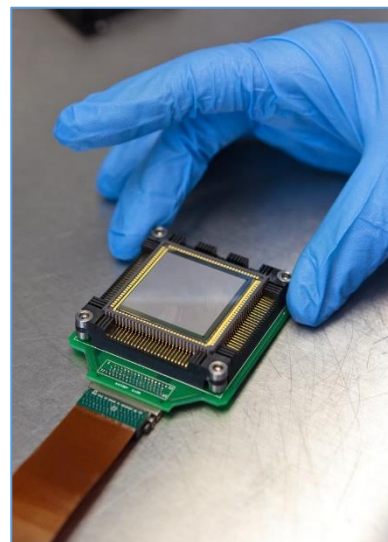


Amatorska astrofotografia

Ważną dziedziną miłośniczej astronomii jest fotografowanie nieba w celu uzyskiwania obrazów Słońca, Księżyca, planet, komet, mgławic i galaktyk. Wdzięcznym tematem astrofotografii są też zorze polarne, zjawiska optyczne w atmosferze ziemskiej, a także różnego rodzaju wieczorne i nocne pejzaże, gdzie element astronomiczny ukazany jest na tle krajobrazu. Astronomia bowiem, poza stricte naukowymi poszukiwaniami, niesie ze sobą niewyczerpane pokłady naturalnej estetyki udowadniając, że przyroda jest sama w sobie wspaniałą artystką.

Dawniej możliwości amatorów w kwestii astrofotografii były mocno ograniczone, gdyż technologia kliszy fotograficznej uzależniała ich od żmudnej pracy w ciemni, przy braku możliwości bieżącego podglądu otrzymanych wyników. Do momentu wywołania kliszy i zrobienia odbitki, fotograf nie był więc pewien, czy sesja fotograficzna się udała. Nowoczesne astronomiczne kamery CCD, choć nie należą do tanich, znajdują rzeszę zadowolonych użytkowników, zasypujących Internet zapierającymi dech w piersiach ujęciami kosmicznych skarbów. W tym przypadku efekty pracy można podglądać na bieżąco na ekranie komputera. Sumaryczne czasy naświetlania dla obiektów tzw. głębokiego nieba (mgławice, galaktyki, gromady gwiazd) idą często w dziesiątki, a nawet setki godzin co sprawia, że konkurować mogą z fotografiami wykonywanymi przez profesjonalistów. Jakby tego było mało, producenci aparatów fotograficznych wychodzą naprzeciw potrzebom rynku w zakresie nieco tańszych rozwiązań niż kamery CCD, oferując specjalne wersje aparatów z matrycami CMOS, dedykowane fotografii ciał niebieskich. Przy tak zaawansowanych współczesnych możliwościach czasy kliszy fotograficznej wydają się wręcz prehistorią.



Fot. 1. Światłoczuły sensor CCD (źródło: ESO)



Fot. 2. Michał Kałużny i jego przenośny zestaw do astrofotografii (źródło: Michał Kałużny, arch. prywatne)

Wśród współczesnych polskich astrofotografów wystarczy wymienić chociażby Michała Kałużnego, Dominika Wosia, Piotra Sadowskiego, Piotra Potęgę, Bogdana Jarzynę, Adama Jesionkiewicza, czy Pawła Łańcuckiego. Ich prace dorównują kunsztem osiągnięciom największych gwiazd światowej astrofotografii, takich jak Robert Gendler, Damian Peach, Gerald Rhemann, Russell Croman i innych. Wykorzystywane są one w periodykach i publikacjach popularnonaukowych, biorą udział w konkursach fotograficznych, prezentują je galerie sztuki, a szerszej publiczności udostępniane są w ramach czasowych instalacji miejskich o tematyce astronomicznej. Udzielają się też oni w mediach społecznościowych, co umożliwia bezpośredni z nimi kontakt.

Najprostszą fotografię nieba wykonamy leżącym na stoliku nieruchomym aparatem fotograficznym, o ile ma on możliwość ustawienia czasu naświetlania na kilkanaście sekund lub czas nieograniczony (tzw. czas B). Nawet najnowsze smartfony zaczynają być wyposażane w taką opcję. Jeśli więc ktoś chciałby rozpocząć przygodę z astrofotografią od smartfona, warto żeby dokładnie sprawdził specyfikację techniczną danego modelu. Nieruchomy aparat fotograficzny ze standardowym obiektywem, fotografujący przez kilkanaście sekund, uwieczni punktowe obrazy najjaśniejszych gwiazd. Otwarcie migawki na kilkanaście minut ukaże już gęste współśrodkowe świetlne łuki zakreślane przez gwiazdy, co jest bardzo sugestywnym odbiciem ruchu wirowego Ziemi wokół własnej osi. Czasem, przy odrobinie szczęścia, w takim kadrze uwieczni się przelot jasnego meteoru (zwłaszcza w okresach aktywności obfitych ich rojów¹), czasem ślad samolotu, a innym razem jednego lub kilku satelitów. Już taka

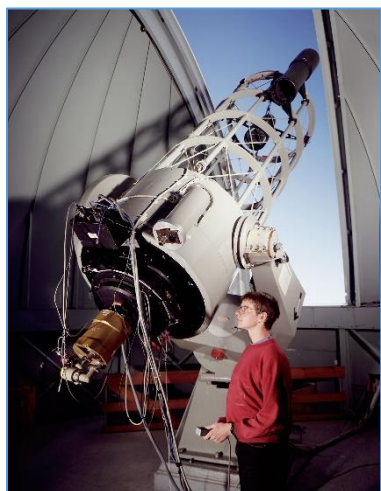
1 Np. Kwadrantydów (styczeń), Lirydów (kwiecień), Perseidów (sierpień), Taurydów (październik), Leonidów (listopad), Geminidów (grudzień) i innych.

fotografia może napawać dumą, a co najważniejsze, stać się impulsem, aby zrobić krok ku bardziej zaawansowanym kosmicznym fotograficznym łowom.

Warto pamiętać, że fotografia nieruchomym aparatem nie ogranicza się tylko do położenia go na stole. Przyda się w dedykowany statyw, który otworzy nowe możliwości, zwiększy naszą mobilność i gotowość szybkiego udania się w plener. Powinien on zapewniać regulowaną wysokość, posiadać stabilny trójnóg i głowicę, która odpowiednio sztywno utrzymuje aparat z obiektywem. W warunkach polowych powiewy wiatru, a nawet chodzenie wokół aparatu będą generowały niepotrzebne wibracje, które mogą negatywnie odbić się na jakości zdjęcia. Wibracje może też powodować sam fakt manualnego wciśnięcia spustu migawki, tutaj w sukurs przychodzą jednak piloty zdalnego sterowania aparatem, będące odpowiednikami dawnego wężyka fotograficznego. Pamiętajmy, że coraz częściej aplikacje w telefonach odgrywają rolę pilota. Posiadając statyw fotograficzny możemy ustawiać aparat na różne fragmenty nieboskłonu, zmieniać obiektywy i czasy naświetlania. W przypadku zjawisk dynamicznych, takich jak zorze polarne, można pokusić się o wykorzystanie techniki poklatkowej (ang. timelapse). Umożliwia ona rejestrację rozwoju zjawiska w czasie i wyświetlania go jako animowanego obrazu. Ćwiczenia tej metody najlepiej wychodzą w ciągu dnia, kiedy możemy fotografować wędrujące chmury, a w porze letniej spektakularny pionowy rozwój komórek burzowych w chmurach cumulonimbus.



Fot. 3. Łuki gwiazd wokół południowego bieguna niebieskiego uwiecznione na kilkugodzinnej ekspozycji nieruchomym aparatem fotograficznym (źródło: ESO)

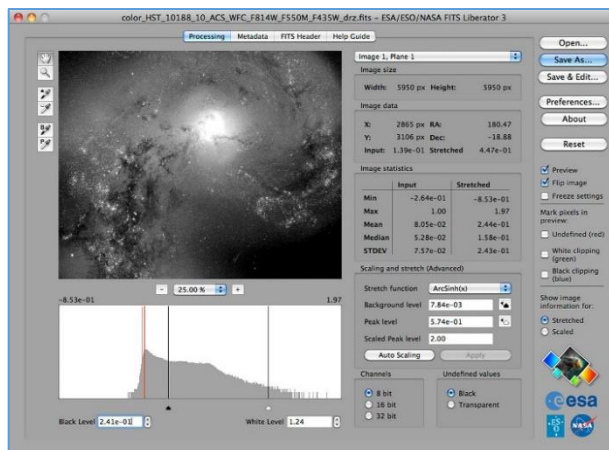


Fot. 4. 0,9-metrowy duński teleskop w San Pedro de Atacama na montażu paralaktycznym widłowym (źródło: ESO)

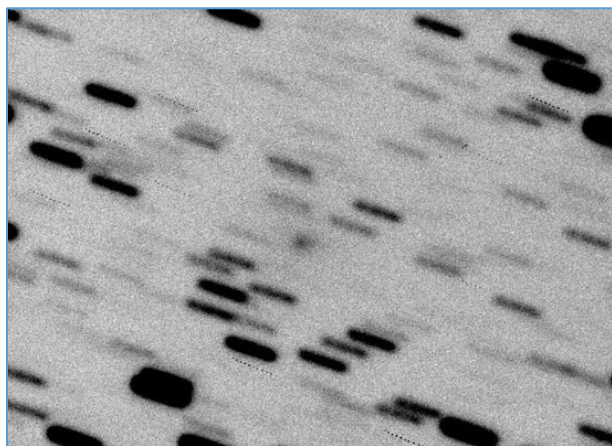
W celu wykonania bardziej ambitnych fotografii potrzebujemy więcej specjalistycznego sprzętu. Absolutną podstawą jest prowadzenie aparatu (samego z obiektywem lub podłączonego do teleskopu) za pozornym ruchem sfery niebieskiej. Zapewni nam to tzw. montaż paralaktyczny, zorientowany uprzednio według stron świata i starannie wypoziomowany. Tworzą go dwie prostopadłe obrotowe osie, z których jedna skierowana jest na biegun niebieski (a więc jej nachylenie równa się szerokości geograficznej miejsca obserwacji), a druga umożliwia ustawienie na żądany obiekt i zablokowanie w tej pozycji. Specjalne silniki krokowe, zainstalowane w montażu, kompensują bardzo powolny ruch wirowy Ziemi, przez co obiekty w kadrze pozostają na swoim miejscu. To umożliwia kumulowanie padających na matrycę fotonów, a co za tym idzie, wzrost liczby rejestrowanych obiektów. Praktyka pokazuje, że wysokiej jakości montaż paralaktyczny to najważniejszy i najdroższy element zestawu do astrofotografii. Zupełnie odrębnym zagadnieniem jest obsługa takiego montażu i sprzężenie go z komputerem. To jednak temat na odrębne opracowanie, na które brak tu miejsca.

Wspomnieliśmy, że fotografie nieba można wykonywać aparatem wyposażonym w obiektyw, ale posiadając teleskop i możliwość zamocowania aparatu w jego ognisku, uzyskujemy zestaw o znacznie powiększonych możliwościach. Wynikają one głównie z faktu, że jego obiektyw (lustro lub soczewka) kumuluje znacznie więcej światła, co zapewnia rejestrowanie znacznie słabiej świecących obiektów. Inna kwestia to zwiększenie zdolności rozdzielczej, a więc możliwości rozdzielenia dwóch blisko siebie położonych obiektów na niebie (gwiazd, kraterów na Księżycu, detali na tarczach planet). Zastosowanie teleskopu generuje jednak dodatkowe problemy związane ze stabilnością montażu i dokładnością jego prowadzenia (drżenie, błędy okresowe przekładni). Problemy narastają wraz ze wzrostem długości ogniskowej teleskopu, stąd też wspomniane wysokie ceny montażu, wykonanych z najlepszych materiałów, z wykorzystaniem najbardziej zaawansowanych technologii i naszpikowanych drogą elektroniką. Tylko one są w stanie zapewnić odpowiednie prowadzenie i udźwig całego zestawu.

Wykonanie fotografii w terenie to dopiero początek całej zabawy, gdyż po zebraniu wystarczającej ilości materiału następuje jego redukcja i processing. To wszystko odbywa się już w domowym zaciszu, gdzie każda fotografia poddawana jest obróbce komputerowej, w tym usuwaniu szumu, wyrównywaniu poziomów, korekcji barwnej. Jedną z najbardziej znanych i najczęściej stosowanych technik jest tzw. stackowanie, czyli składanie wielu krótszych ekspozycji jednego obiektu tak, aby sumarycznie otrzymać finalne zdjęcie o wielominutowym, a często wielogodzinnym czasie naświetlania. Służy do tego odpowiednie oprogramowanie². Niektórzy o fotografują jeden obiekt nawet przez cały rok, aby w efekcie otrzymać fotografie o sumarycznym czasie naświetlania przekraczającym w niektórych przypadkach... sto godzin! Podobnie rzecz ma się z rozdzielczością astrofotografii. Najczęściej jest ona ograniczona rozdzielczością kamery, ale czasem jeden obiekt fotografuje się dłuższymi ogniskowymi i, aby uwiecznić go w całości, trzeba złożyć mozaikę wielu częściowych fotografii. Pasja i determinacja doprawdy niezrównana.³



Fot. 5. Profesjonalne oprogramowanie do obróbki astrofotografii (źródło: ESO)



Fot. 6. Kometa C/2015 F2 Polonia (plamka w centrum kadru), odkryta na drodze fotograficznej przez Michała Żołądowskiego, Marcina Gędkę, Rafała Reszelewskiego i Michała Kusiaka (źródło: Cristovao Jacques)

Trzeba także wspomnieć o miłośniczej astrofotografii, która wiąże się z obserwacjami o wartości naukowej. W tym przypadku największe sukcesy odnoszone są chociażby na polu poszukiwania planetoid, komet, czy gwiazd supernowych. Takie fotografie ukierunkowane są nie na ich stronę estetyczną, ale na zarejestrowanie rzadkich zjawisk astronomicznych. Samodzielne odkrycie planetoidy, komety czy supernowej, która rozbłysła w odległej galaktyce, umożliwiła profesjonalistom badania nowoodkrytych obiektów, a dla odkrywcy możliwość nadania im nazwy. Siłą amatorskiej aktywności jest duża liczba obserwatorów rozsiansych po całym świecie, a co za tym idzie przegląd dużej powierzchni nieboskłonu. Profesjonaliści, którzy pracują na największych teleskopach

świata, nie mają czasu na tego typu poszukiwania. Astronomia to jedna z niewielu nauk, w której amatorzy mogą działać ręką w rękę z zawodowcami.

Gdy już będziemy dumni ze swoich kosmicznych fotografii, pojawia się szansa, aby pokazać je światu i dodatkowo jeszcze... zarobić. Gdańskie Centrum Hevelianum od kilku lat organizuje międzynarodowy konkurs AstroCamera. Objęty jest on honorowym patronatem Polskiej Agencji Kosmicznej i zachęca do dzielenia się swoimi pracami z zakresu fotografii głębokiego nieba, obiektów Układu Słonecznego i astronomicznych krajobrazów. Najlepsze prace otrzymują nagrody pieniężne i są drukowane w oficjalnych wydawnictwach tej placówki. Konkurs ogłaszany jest z początkiem każdego roku, a jego laureaci wybierani najczęściej do końca maja. Jest jeszcze inne znane i cenione miejsce, gdzie ukazują się najlepsze światowe astrofotografie. To międzynarodowy serwis Astronomy Picture of the Day (APOD), na którym miliony internautów podziwiają kosmiczne fotografie z najwyższej półki. Co ciekawe, nie są to często fotografie o wybitnej wartości estetycznej, ale ich siłą jest dokumentacja na przykład

2 Np. AstroArt, ImagesPlus, Iris, MaximDL, Photoshop CS2, PixInsight, Registax i inne.

3 Klasycznym przykładem może być tu słynna fotografia galaktyki M31 w konstelacji Andromedy, którą w 2008 roku wykonał Robert Gendler. Jej sumaryczny czas naświetlania to ponad 90 godzin. Zdjęcie znalazło się w Księdze Rekordów Guinnessa, jako największe kiedykolwiek zrobione, jeśli chodzi o rozdzielczość, zdjęcie galaktyki spiralnej. Można je obejrzeć pod adresem: <http://www.robgendlerastropics.com/M31NMmosaic.html>

jakiegoś wybitnie rzadkiego zjawiska lub koincydencji wydarzeń na nieboskłonie. Warto również i tam regularnie zaglądać.

Wykłady na temat astrofotografii są żelaznym punktem każdego zlotu astronomicznego, gdzie od lat cieszą się niesłabnącym zainteresowaniem. Na fali popularności i coraz większej dostępności sprzętu do kosmicznej fotografii, w ramach oddolnych inicjatyw, pojawiły się też zloty dedykowane doskonaleniu warsztatu i umiejętności technicznych w tej dziedzinie. Jest to swego rodzaju astroturystyka, czyli poszukiwanie miejsc



Fot. 7. Droga Mleczna nad Bieszczadami (źródło: Piotr Potępa, arch. prywatne)

najlepszych do robienia zdjęć, zwłaszcza w dobie postępującego zanieczyszczenia światłem. W naszym kraju odbywają się one z reguły w Bieszczadach, gdzie niebo jest stosunkowo najmniej zanieczyszczone światłem. Co prawda, mają one charakter komercyjny, ale w zamian organizatorzy zapewniają doskonale warunki zakwaterowania, materiały szkoleniowe oraz długie godziny wykładów teoretycznych i ćwiczeń praktycznych. W uzupełnieniu warto jeszcze wspomnieć, że dwumiesięcznik Urania-Postępy astronomii oraz miesięcznik Astronomia od kilku lat publikują artykuły przybliżające techniki amatorskiej astrofotografii. To samo pismo chętnie też drukuje nadesłane astrofotografie. Warto sięgnąć do jego archiwalnych numerów, aby dowiedzieć się więcej szczegółów w tym pasjonującym temacie.



Fot. 8. Ciemna mgławica Kościuski Łeb w konstelacji Oriona (źródło: Michał Kałużny, arch. prywatne)

Celem tego artykułu było tylko nakreślenie tematu i zwrócenie uwagi na najważniejsze kwestie, z którymi przyjdzie się zmierzyć zainteresowanym astrofotografią. Dziedzina ta jest bardzo szeroka, a żeby objąć ją całościowo, potrzebna byłaby obszerna monografia. Wszyscy wymienieni wcześniej mistrzowie kosmicznej fotografii w kraju i na świecie zaczęli z podobnego pułapu. W osiągnięciu perfekcji pomogła im pasja, wytrwałość, chęć samokształcenia i doskonalenia umiejętności. Sama technologia, choćby nie wiadomo jak zaawansowana, nie zastąpi człowieka, który zapanuje nad nią i będzie potrafił wykorzystać drzemiący w niej potencjał.

Przemysław Rudź
Polska Agencja Kosmiczna

PS. Zainteresowanych astrofotografią odsyłamy do szerszego omówienia tematu:

1. [ASTRONARIUM odc. 69 „Astrofotografia”](#) – jeden z odcinków doskonałej polskiej serii popularnonaukowej poświęconej najnowszym odkryciom z dziedziny astronomii i astronautyki
2. [Astrofotografia smartfonem](#) – jeden z odcinków popularnego wideobloga AstroFaza

3. [Zdjęcia polskiego astrofotografa to... prawdziwy kosmos!](#) – wywiad z jednym z najbardziej znanych polskich astrofotografów Adamem Jesionkiewiczem
4. [ASTROFOTOGRAFIA.PL](#) – strona domowa Michała Kałużnego, prezentująca efekty jego prac, poradnik dla początkujących, a także dobór sprzętu i obsługa oprogramowania