

Jak zacząć fotografować planety

Wiele osób zaczyna swoją przygodę z astrofotografią od zdjęć planet i Księżyca. Po pierwszych nieudanych próbach często ulegają zniechęceniu i porzucają fotografię na rzecz obserwacji wizualnych. Moim zdaniem to wielka szkoda bo jedno nie przeszkadza drugiemu, a różne formy uprawiania astronomii tylko wzbogacają nasze hobby

Niniejszy tutorial ma za zadanie ułatwić start w fotografii planetarnej początkującym przez wskazanie najważniejszych czynników i technik wpływających na efekt końcowy. Opowiem o własnych doświadczeniach w tej dziedzinie jednak nie należy tego traktować jako obowiązujący sposób podejścia do tematu, ale jako kierunek, w którym należy podążać. Każdy powinien opracować własne metody najbardziej odpowiednie do stosowanego sprzętu, dostępnych warunków i własnych upodobań.

W kolejnych rozdziałach przedstawię sprzęt i zasady jego doboru, metody zbierania materiału i sposoby jego obróbki, a w tym kilka „sztuczek” pozwalających jak najwięcej wycisnąć z zebranego materiału

Sprzęt

Właściwie każdy teleskop i każdy detektor nadają się do fotografii planetarnej i księżycowej jednak, jeśli chcemy fotografować szczegóły Jowisza lub Saturna będziemy potrzebowali bardzo długiej ogniskowej oraz kamery potrafiącej zebrać wielką ilość klatek w jak najkrótszym czasie, a do tego najlepiej nadają się kamery o rozdzielczości 640x480 pikseli lub nieco większej. Jeśli naszym celem będzie Księżyc, a szczególnie duże jego obszary bardziej odpowiedni będzie detektor o większej rozdzielczości. Coraz bardziej popularne stają się kamery 1280x980 pikseli, które pozwalają zarejestrować wiele kraterów jednocześnie i pozwalają robić znakomite mozaiki całej tarczy naszego satelity. Można też robić zdjęcia Księżyca lustrzanką ale tym się nie zajmowałem więc nie mam wiele na ten temat do powiedzenia i w dalszej części nie będę go omawiał.

W zależności od tego, co chcemy uwiecznić na zdjęciu będziemy potrzebowali odpowiedniej ogniskowej zależnej od rozmiaru piksela detektora oraz wymiarów samej matrycy. Fotografie całej tarczy Księżyca i fotografie Marsa będą wymagały zupełnie innych ogniskowych i innych detektorów. Na jednej fotografii lustrzanką z ogniskową od 500 mm do 1500 mm możemy sfotografować tarczę Księżyca w dowolnej fazie ale już do fotografowania Jowisza lepiej nada się zwykła kamerka internetowa i teleskop o ogniskowej 2500 mm lub większej.

Ogniskową teleskopu i kamerkę musimy dobrać w odpowiedni sposób. Obowiązują tu podstawowe kryteria obowiązujące w każdej innej dziedzinie przy przetwarzaniu sygnału analogowego na cyfrowy. Mówią one, że aby nie utracić nic z sygnału analogowego częstotliwość próbkowania powinna być ponad dwukrotnie większa od najwyższej częstotliwości występującej w oryginalnym sygnale. Pewnie większość z nas zna to z techniki audio gdzie częstotliwość próbkowania dla muzyki na CD wynosi 44,1 kHz przy maksymalnej częstotliwości akustycznej 20 kHz. W przypadku cyfrowego przetwarzania obrazu z teleskopu ta maksymalna granica rozdzielczości obrazu wynika z ograniczenia dyfrakcyjnego i jest w przybliżeniu równa rozdzielczości naszego teleskopu, która wynosi $138/D$ gdzie D to apertura teleskopu wyrażona w mm. Dla teleskopu 138 mm rozdzielczość wyniesie 1" co oznacza, że tak drobne szczegóły jesteśmy w stanie rozróżnić w obrazie. Do tego teleskopu powinniśmy dobrać kamerę, która te drobne szczegóły zarejestruje na co

najmniej 2 pikselach. W praktyce stosuje się nieco większe skale odwzorowania na poziomie 3-4 pikseli. Większego przeskalowania nie ma sensu stosować bo nic nowego nie wniesie do wynikowej fotografii, a jedynie zmniejszy jasność obrazu na matrycy podczas fotografowania co będziemy musieli skompensować dłuższym czasem naświetlania lub zwiększeniem wzmocnienia wzmacniacza odczytu matrycy (*gain*), a co z kolei zaowocuje zwiększeniem szumów i pogorszeniem liniowości. Z drugiej strony zmniejszenie ogniskowej spowoduje utratę części szczegółów, które moglibyśmy zarejestrować, co jest równoważne ze zmniejszeniem rozdzielczości naszego teleskopu

Znając rozdzielczość teleskopu i wielkość piksela matrycy możemy obliczyć minimalną ogniskową spełniającą kryterium próbkowania

$$F = 206 \times A \times P/R$$

Gdzie F to ogniskowa teleskopu

P to rozmiar piksela matrycy w mikrometrach

R to rozdzielczość teleskopu w sekundach łuku

A to współczynnik zależny od wielkości przeskalowania, który powinien być większy od 2

dla teleskopu 150 mm i kamerki o pikselu 5,6 mikrometra przy A=2 ogniskowa F=2507 mm. To minimalna ogniskowa pozwalająca zarejestrować wszystkie szczegóły dostępne przez nasz obiektyw. W praktyce najczęściej stosujemy A=3 i wtedy mamy F=3762 mm. To niemal optymalna ogniskowa teleskopu dla kamerki o pikselu 5,6 mikrona. Przy mniejszym pikselu ta ogniskowa będzie mniejsza i dla P=3,3 mikrona wyniesie już tylko 2217 mm. Zauważmy, że fotografując kamerką z pikselem 5,6 mikrona powinniśmy stosować światłosilę F/25 a z pikselem 3,3 mikrona już F/15. To spora zaleta kamerek z małym pikselem bo pozwala zmniejszyć czas naświetlania i tym samym zwiększyć prędkość nagrywania. Nasuwa się pytanie po co zwiększać prędkość nagrywania klatek? Chodzi o to, że będziemy zbierać bardzo dużo klatek, a następnie poskładamy je w jeden obraz, który potem poddamy obróbce komputerowej. Będziemy potrzebowali 1000 klatek lub więcej by zrobić zdjęcie Jowisza, więc przy 5 klatkach na sekundę będziemy musieli nagrywać przez 200 sekund. W tym czasie Jowisz już nieco się obróci, co spowoduje, że poszczególne klatki będą się różnić i nie uda się ich dopasować. Przy 10 fps wystarczy już 100 sekund, a przy 20 fps tylko 50. Jeśli będziemy fotografować kamerką czarno- białą z filtrami RGB będziemy potrzebowali prędkości nagrywania na poziomie 50-100 fps by przesunięcie poszczególnych kanałów było minimalne. Dobra kamera kolorowa powinna zapewnić prędkość około 20 fps. Na szczęście Mars obraca się znacznie wolniej i w jego przypadku możemy sobie pozwolić na mniejsze prędkości nagrywania

Powinniśmy zaopatrzyć się w najlepszą kamerkę na jaką nas stać. Jeśli nie jesteśmy pewni czy to nas wciągnie można śmiało zacząć od kamerki internetowej. Najczęściej są stosowane kamery Philipsa z matrycami ICX098. Są to tanie kolorowe kamery mogące pracować z prędkością 10 fps w rozdzielczości 640x480. Wystarczy wykręcić fabryczny obiektyw, dokupić złączkę 1,25" oraz filtr IR/UV cut i można zacząć fotografować. Na rynku znajdują się też kamery z tą samą matrycą ale wyposażone w lepszą elektronikę i interface USB 2.0 oferujące nieco wyższe prędkości nagrywania. Pojawiły się też kolorowe kamery oparte o nowsze matryce oferujące nawet 30 fps.

Filtr IR/UV cut jest bardzo ważny przy fotografowaniu kamerką kolorową. Umożliwia uzyskanie lepszego balansu kolorów oraz odcina promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fali mniejszej i większej od światła widzialnego. Te niechciane długości fali są rejestrowane przez matryce ale już nie zawsze poprawnie ogniskowane przez optykę teleskopu. W dodatku im większa długość fali tym mniejsza rozdzielczość więc dla małych teleskopów rejestracja podczerwieni spowoduje spadek i tak już małej rozdzielczości teleskopu.

Obliczone wcześniej ogniskowe teleskopów należy traktować orientacyjnie. Każdy powinien sam eksperymentalnie dobrać optymalną dla siebie ogniskową. Jeszcze trzeba wspomnieć jak zmienić ogniskową naszego teleskopu. Do tego służą nam soczewki Barlowa w tradycyjnej fotografii nazywane telekonwerterami. Barlow 2x wydłuża ogniskową teleskopu dwukrotnie, 3x trzykrotnie itd. Tylko co zrobić jeśli potrzebujemy innej krotności np. 2,3x lub 1,8x ? Możemy skorzystać z faktu, że fabryczną krotność Barlowa uzyskujemy umieszczając matrycę w płaszczyźnie osadczą okularu. Jeśli oddalimy matrycę od soczewki (np. za pomocą przedłużki) to zwiększymy krotność Barlowa, a jeśli zbliżymy (np. wkręcając samą soczewkę w nosek kamery) zmniejszymy jego krotność. Żeby wiedzieć dokładnie jak należy matrycę zbliżyć lub oddalić trzeba znać ogniskową naszego Barlowa ale możemy też dobrać tę odległość eksperymentalnie. Możemy też zamiast Barlowa wykorzystać okular czyli fotografować w projekcji okularowej. Obraz jest wtedy rzutowany na matrycę przez okular, a wypadkową ogniskową regulujemy dobierając ogniskową okularu oraz odległość okular-matryca. Do projekcji okularowej będzie potrzebna specjalna złączka. Nie wszystkie okulary nadają się do tej metody. Sam kiedyś stosowałem Plossle ale podobno ortoskopy też się dobrze spisują. Do obliczenia wypadkowej ogniskowej stosujemy te same wzory co przy układach soczewek. Znajdziemy je w literaturze

Na zakończenie tej części powinniśmy odpowiedzieć sobie na pytanie jaki teleskop wybrać. Odpowiedź jest prosta: dowolny, pod warunkiem, że będzie miał dobrą optykę. Właściwe każdym teleskopem da się fotografować ale jeśli będzie miał średnicę mniejszą niż 100 mm trudno będzie sfotografować jakieś szczegóły na tarczach planet. Taki teleskop za to może się nadawać do fotografowania dużych obszarów Księżyca lub całej jego tarczy. Na ogół do fotografii planet zaleca się znacznie większe teleskopy o średnicy przynajmniej 200 mm ale przy obecnych kamerkach i najnowszym oprogramowaniu sporo można osiągnąć nawet mniejszym sprzętem

Wiele osób fotografuje katadioptrykami ze względu na ich kompaktowe wymiary oraz małą masę co pozwala powiesić je na lekkim montażu paralaktycznym. Jest też spora grupa fotografujących Newtonami ale są one bardziej wymagające ze względu na duże rozmiary i utrudnione prowadzenie za obiektem. Dodatkową ich wadą jest pajak lusterka wtórnego, który pogarsza kontrast obrazu ale można to skompensować większą średnicą lustra głównego. Próbowaliśmy kiedyś fotografowania Newtonem na montażu Dobsona ale to bardzo niewdzięczne zajęcie więc zrezygnowaliśmy ... co nie zmienia faktu, że się da. Można też fotografować refraktorem ale musi posiadać odpowiednio dobrą korekcję aberracji chromatycznej, a tę zapewniają apochromaty i achromaty o długiej ogniskowej. Niestety takie teleskopy mają na ogół małą aperturę, a te większe są koszmarnie drogie. Dłuższe tubusy wymagają też odpowiednio mocniejszych montażów.

Wspomnieliśmy o montażu, więc w tym momencie trzeba podkreślić, że jest to bardzo ważny element zestawu, choć często niedoceniany. Panuje dość powszechna opinia, że planety można z powodzeniem fotografować teleskopem na montażu azymutalnym lub bez

przewodzenia za pomocą napędu elektrycznego. Nie jest to do końca prawdą, gdyż brak śledzenia obiektu znacznie utrudnia fotografowanie planet, a montaż azymutalny wręcz uniemożliwia zrobienie mozaiki Księżyca z dużych ogniskowych. Powodem jest rotacja pola, która ujawni się nawet na montażu paralaktycznym, jeśli niedokładnie ustawimy oś polarną na biegun. Na montażu azymutalnym może się ona ujawnić nawet podczas fotografowania Jowisza kamerką z prędkością 5 fps gdy będziemy potrzebowali nagrywać film przez kilka minut. Zrobienie animacji ruchu planety też będzie bardzo trudne

Montaż powinien też być odpowiednio stabilny. Kiedyś miałem statyw aluminiowy, który powodował drgania przy ustawianiu ostrości. Prawidłowe ostrzenie było karkołomnym zadaniem, a nawet najłżejszy wietrzyk powodował drganie obrazu. Po zmianie statywu na stalowy udaje mi się znacznie precyzyjniej ustawić ostrość, a żaden wiatr nie jest mi straszny.

Przygotowujemy się do fotografowania

Zanim przejdziemy do samego fotografowania zwrócę uwagę na kilka ważnych czynników, od których będzie zależał wynik naszych starań. Wszystko co napiszę o przygotowaniu do fotografowania i samym procesie nagrywania materiału jest bardzo ważne i powinniśmy zwrócić uwagę na każdy szczegół. Będziemy próbowali wycisnąć wszystko co się da z naszego sprzętu więc zaniedbanie jakiegoś drobnego elementu może zniweczyć nasze wysiłki. Błędy w obróbce można zawsze naprawić, ale błędów popełnionych przed i podczas nagrywania już nie.

Teleskop wystawiamy na zewnątrz przynajmniej godzinę przed rozpoczęciem fotografowania. Chodzi o jego należyte wychłodzenie. Jeśli temperatura teleskopu nie zrówna się z temperaturą otoczenia to obraz będzie nieostry lub będzie falował. Czas chłodzenia zależy od różnicy temperatur w pomieszczeniu gdzie przechowywany jest teleskop i na zewnątrz oraz od wielkości i konstrukcji teleskopu. Większe konstrukcje zwłaszcza zamknięte chłodzą się wolniej i przy dużej różnicy temperatur mogą się chłodzić nawet kilka godzin. Nawet refraktory wymagają chłodzenia choć zdecydowanie krótszego niż katadioptryki. Mój MAK127 na ogół chłodzi się krócej niż 1 godzinę ale zdarzało się, że potrzebował znacznie więcej czasu. Po wychłodzeniu a jeszcze lepiej przed wystawieniem teleskopu na zewnątrz trzeba sprawdzić kolimację. Nie jest to konieczne za każdym razem ale co jakiś czas trzeba taką kontrolę przeprowadzić, zwłaszcza gdy fotografujemy Newtonem. Zła kolimacja wyraźnie psuje obrazy więc jest jednym z ważniejszych czynników.

Koleją czynnością jest ustawienie montażu na biegun. Najczęściej wystarczy ustawienie za pomocą lunetki biegunowej. Im lepiej ustawimy montaż tym rzadziej będziemy musieli korygować położenie planety na matrycy. Jest to szczególnie ważne przy dłuższym nagrywaniu np. gdy będziemy robili animację lub mozaikę oraz gdy dysponujemy wolniejszą kamerką.

Musimy pamiętać o zabezpieczeniu sobie zasilania komputera i montażu. Rozładowane baterie potrafią zepsuć najlepszą sesję. Warto też sprawdzić czy mamy wszystko pod ręką. Przyda nam się latarka, odrośnik lub grzałki do teleskopu, zapasowe akumulatory, soczewki Barlowa itd. Przed wyjściem na obserwację warto też sprawdzić czystość optyki i matrycy kamery. Czyszczenie po ciemku w trakcie sesji nie jest prostym zadaniem i łatwo coś zgubić lub uszkodzić, a w dodatku możemy przegapić niecodzienne zjawisko

Warto też wcześniej zorientować się, co aktualnie dzieje się z naszym obiektem. Zawsze sprawdzam konfigurację księżyców Jowisza i tranzyty Wielkiej Czerwonej Plamy oraz położenie terminatora na Księżycu. Czasem zmieniam czas rozpoczęcia sesji by coś ciekawego zarejestrować

Nasze starania na nic się nam nie zdadzą gdy warunki atmosferyczne nie będą odpowiednie. Przy długich ogniskowych najistotniejszym czynnikiem jest stabilność atmosfery czyli seeing. Jeśli obraz jest rozmazany czy faluje to nie uda nam się zrobić dobrej fotki. Niestety nie mamy na to wpływu choć możemy do pewnego stopnia niekorzystne warunki ograniczyć. Po pewnym czasie poznamy naszą miejscówkę tak dobrze, że będziemy wiedzieli kiedy i gdzie warto fotografować. U siebie wiem już w jakich rejonach nieba mam szanse na stabilną atmosferę, a w jakich nie. W jakich godzinach warto rozpoczynać obserwacje, a kiedy lepiej sobie odpuścić. Warto też obserwować temperaturę na zewnątrz. Jeśli po zachodzie Słońca szybko spada to są szanse na czyste niebo, jednak dobrze jest gdy podczas obserwacji temperatura jest stabilna lub spada bardzo wolno. Takie warunki są podczas lekkiej mgiełki lub gdy przechodzą delikatne cirrusy i wtedy na ogół seeing jest bardzo dobry. Dzięki stabilnej temperaturze nie trzeba też co kilka minut ustawiać ostrości, co nie jest wcale banalnym zadaniem.

Kiedyś nie zwracałem na to uwagi i dobry seeing przytrafiał mi się bardzo rzadko. Teraz już wiem kiedy warto fotografować, a kiedy muszę poczekać. Dzięki temu częściej trafiam na dobre warunki. Kilka lat temu dobry seeing miałem raz lub dwa razy do roku, a obecnie około 10 razy do roku udaje się „złapać” seeing w granicach 1” na mojej miejscówce w dużym mieście. Czasem trwa to tylko kilka minut, a czasem kilka godzin. Trudno o stabilną atmosferę tuż po zachodzie Słońca gdy temperatura gwałtownie spada. Najlepsze warunki panują między 23:00 a 3:00 i czasem trwają aż do świtu. Łatwiej o nie od końca stycznia do początku maja oraz od połowy sierpnia do listopada. W innych terminach dobre warunki też czasem się zdarzają ale należą do rzadkości. Trudno też spodziewać się stabilnego obrazu gdy obiekt znajduje się 20 stopni nad horyzontem. Zazwyczaj powinien wznosić się przynajmniej na wysokość 30-35 stopni

Często wyjeżdżam z kolegami na obserwacje na przełęcz leżącą na wysokości około 500 m wyżej niż moje stanowisko pod domem ale tam dobry seeing niemal nigdy się nie trafia. Taka specyfika tego miejsca ...Za to jest tam dość ciemno i możemy obserwować słabe, odległe obiekty głębokiego nieba.

Jeśli już wszystko mamy przygotowane i sprawdzone powinniśmy zadbać by nic nam nie przeszkodziło. Jeśli nasze stanowisko znajduje się na balkonie lub tuż przy budynku powinniśmy pozamykać okna i drzwi, bo ciepłe powietrze wydobywające się z pomieszczeń mieszkalnych spowoduje turbulencje zakłócające obraz w teleskopie. Nawet przejeżdżający kilkadziesiąt metrów dalej samochód potrafi wywołać falowanie obrazu

Nie zapominamy też o odpowiednim ubiorze byśmy niepotrzebnie nie musieli przerywać sesji.

Kiedy już to wszystko mamy za sobą montujemy kamerkę, włączamy napęd montażu pamiętając o solidnym zamocowaniu przewodów by czegoś nie urwać oraz by kable nie ciągnęły kamery. Zdejmujemy dekielek z teleskopu i zakładamy odrośnik lub włączamy grzałki oraz komputer i wreszcie jesteśmy gotowi do rozpoczęcia fotografowania. Proponuję

uniknąć grzałek jeśli nie jest to absolutnie konieczne. Zazwyczaj odrośnik bardzo dobrze spełnia swoje zadanie o ile ma odpowiednią długość i średnicę i jest dobrze wyczerniony.

Nagrywanie materiału

Na początku sporo problemów sprawia wycelowanie teleskopu w wybrany obiekt. Pół biedy, jeśli jest nim Księżyc, ale jeśli to planeta to nie jest to wcale takie łatwe. Pole widzenia naszej kamerki jest na poziomie 2-3 minut łuku. Najlepiej więc zacząć od krótszej ogniskowej. Jeśli nasz szukacz jest dobrze zgrany z teleskopem to przy ogniskowej 1500-2000 powinno się udać. Po odnalezieniu planety szukaczem i umieszczeniu jej w centrum pola widzenia kamerki wyjmujemy ją i zakładamy soczewkę Barlowa. Połączenie kamerki z teleskopem i Barlowem powinno zachowywać osiowość. Jeśli tak rzeczywiście jest to planeta powinna nadal znajdować się w kadrze.

Teraz ustawiamy z grubsza ostrość i przechodzimy do ustawienia parametrów nagrywania

Możemy nagrywać za pomocą dowolnego programu. Większość dedykowanych kamerek posiada własne oprogramowanie ale możemy wybrać jakieś inne, które bardziej nam odpowiada. Przetestowałem kilkanaście programów i najbardziej przypadł mi do gustu *SharpCap*. Bardzo przyjazny jest też *FireCapture* i ma też nieco lepiej rozwiązany histogram. Dawniej stosowałem *IRIS*-a oraz *k3ccd* i każdy z nich dobrze się spisywał

Bardzo ważne jest odpowiednie dobranie parametrów nagrywania. Od tego w dużym stopniu będzie zależał wynik końcowy.

Ustawiamy prędkość nagrywania filmu na maksymalną dostępną. Trzeba pamiętać, że w przypadku wielu kamerek internetowych nie powinniśmy stosować prędkości większych niż 10 fps gdyż te kamery kompresują klatki algorytmem stratnym. Przy prędkościach 5 fps i 10 fps utrata jakości jest bardzo mała ale przy większych jest już odczuwalna.

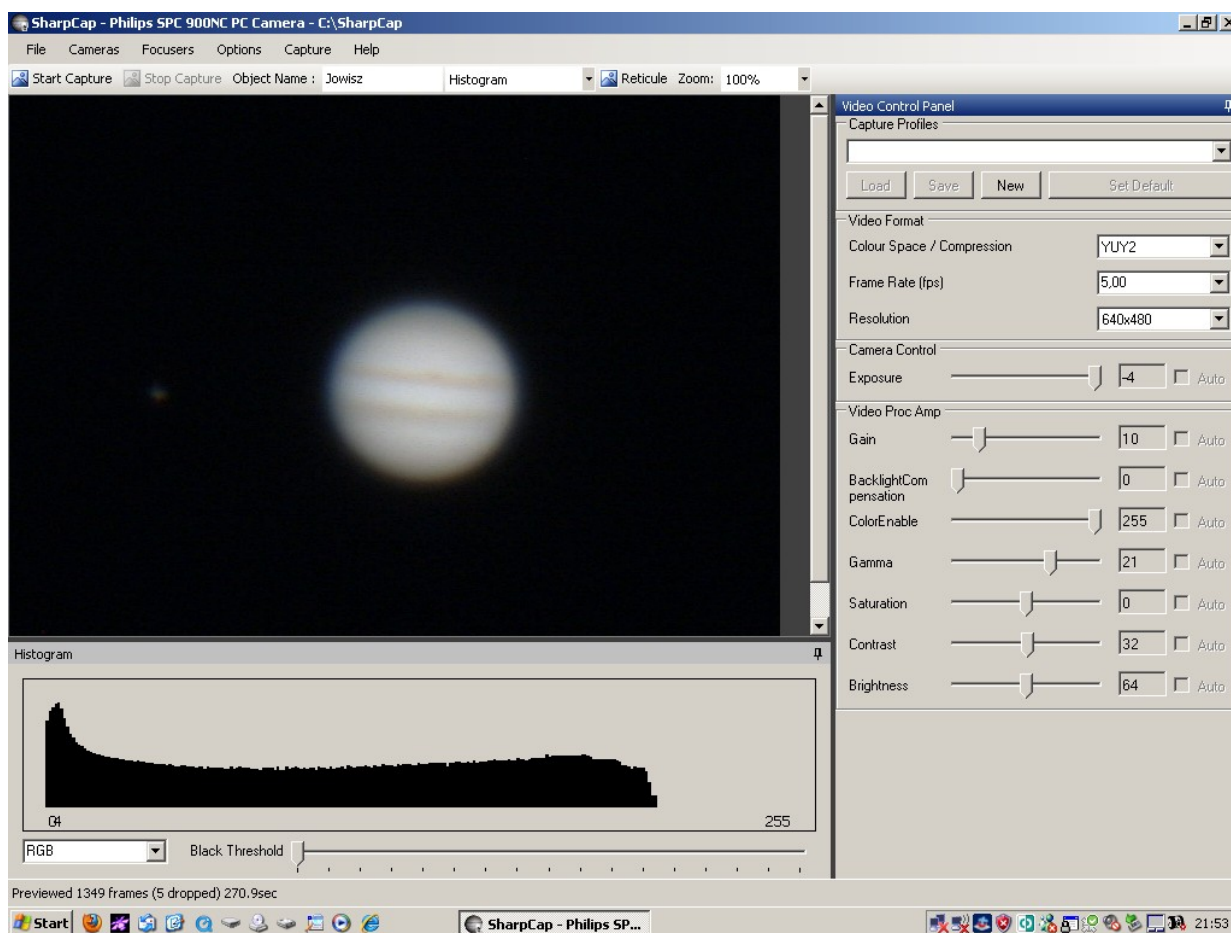
Migawkę ustawiamy na maksymalną wartość dostępną przy danej prędkości nagrywania, a *gain* na taką, by na histogramie uzyskać wartości na poziomie 70-90% maksymalnego wypełnienia. Dla kamerek 8-bitowych mamy maksymalnie 255 więc powinniśmy starać się utrzymać histogram na poziomie 180-230. Lepiej wcześniej sprawdzić czy 230 nie spowoduje prześwietlenia zdjęć. Nie powinniśmy też przesadzać z *gainem* bo może to powodować powstawanie trudnych do usunięcia zakłóceń. Lepiej wtedy zmniejszyć prędkość nagrywania i zwiększyć czas naświetlania. Pamiętajmy, że nie wydobędziemy z naszej fotki szczegółów jeśli nie będą na niej zarejestrowane lub zostaną zamaskowane przez zakłócenia

Musimy jeszcze określić ilość klatek jaką będziemy nagrywać. Dla planet powinno być tych klatek jak najwięcej, bo im jest ich więcej tym lepszy efekt końcowy uzyskamy. Moim zdaniem powinno to być co najmniej 500 klatek ale lepiej będzie zebrać ich ponad 1000. Jeśli powolna rotacja planety na to pozwoli to możemy nagrać nawet 2000 klatek lub jeszcze więcej. Optymalną ilość nagrywanych klatek będziemy musieli dobrać eksperymentalnie w zależności od posiadanego sprzętu, aktualnych warunków oraz obiektu. Księżyc jest obiektem bardzo kontrastowym więc przy jego fotografowaniu możemy ilość klatek znacznie zredukować. Ja zazwyczaj nagrywam po około 200-250 klatek

Zanim wciśniemy przycisk „nagrywaj” musimy zrobić jeszcze jedną bardzo ważną czynność czyli ustawienie ostrości. Wszystkie nasze starania będą na nic jeśli dobrze nie ustawimy ostrości. To najważniejszy element

Każdy stosuje własne metody focusowania, a najbardziej popularne to metoda tradycyjna czyli „na oko” oraz przy pomocy masek np. maski Bahtinowa. Ja stosuję tę pierwszą metodę. Odnajduję jakiś element na tarczy planety lub w jej pobliżu (księżyc Jowisza, pierścień Saturna lub czapa polarna na Marsie) i na tym elemencie ustawiam ostrość. To trudna czynność i zajmuje sporo czasu. Ostatecznym testem jest szybka obróbka materiału i ocena ostrości na podstawie tak obrobionego zdjęcia. Jeśli efekt nie jest zadowalający ponownie ustawiam ostrość i powtarzam obróbkę materiału. Robię tak po każdym nagraniu filmu kontrolując ostrość na bieżąco. Jeśli mam zastrzeżenia to poprawiam itd. Jeśli warunki są stabilne to udaje się nagrać wiele filmów ale czasem trzeba poprawiać ostrość co kilka minut.

Poniżej znajduje się zrzut ekranu z mojej sesji (fot.1.), podczas której fotografowałem Jowisza programem *SharpCap*. Jak widać w oknie podglądu poza słabo zarysowanymi głównymi pasami niewiele widać, a sam obraz wydaje się bardzo nieostry. Widać też parametry nagrywania: 5fps, rozdzielczość 640x480, ekspozycja -4, a gain 10.



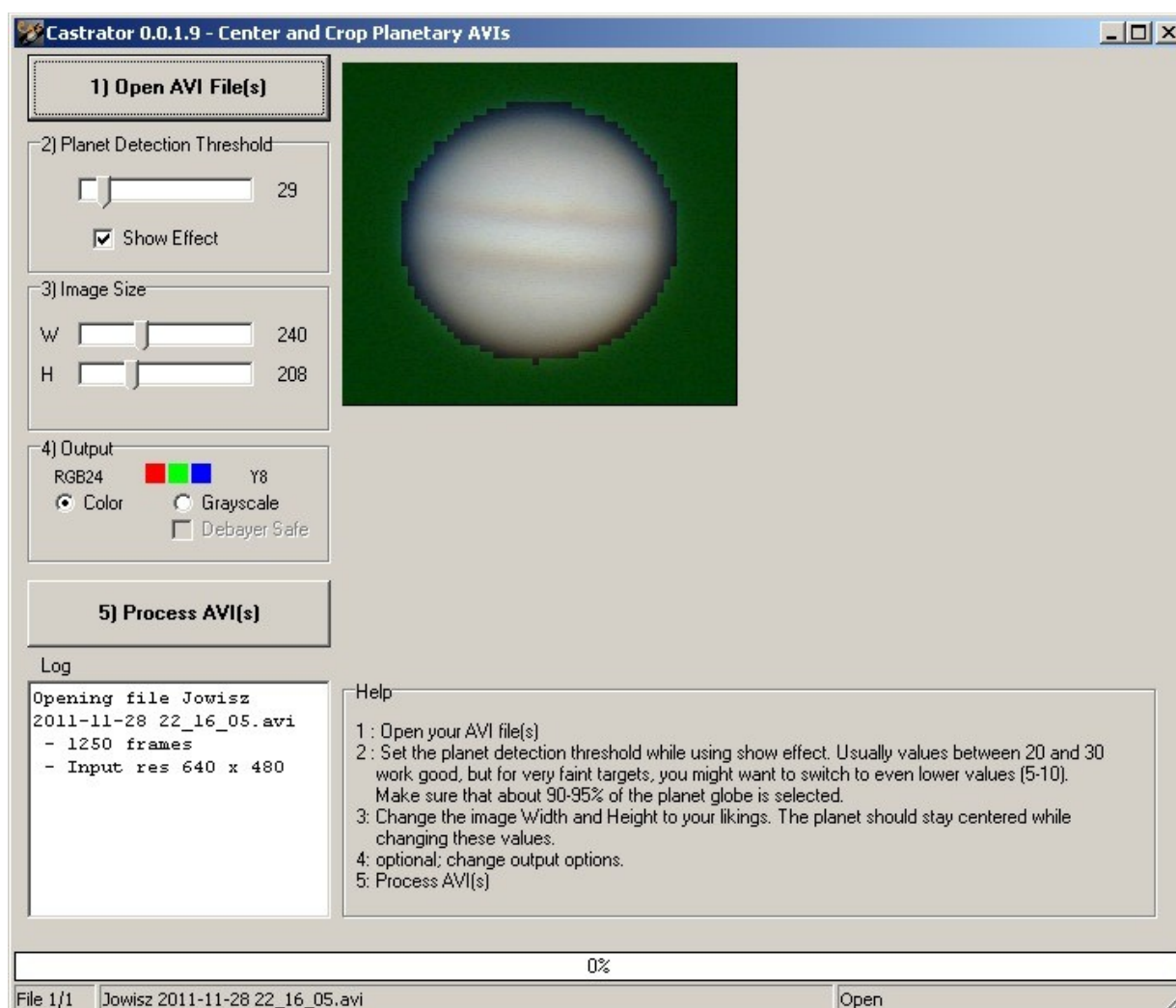
fot.1.

Pod podglądem widać histogram. Niestety nie jest dokładnie wyskalowany co utrudnia optymalny dobór wzmocnienia.

Składanie klatek

Jeśli obiektem fotografowanym był Księżyc przystępuję do obróbki filmu nagranego w formacie avi za pomocą programu *RegiStax*, a jeśli była to planeta to wcześniej „prycinam” filmy w *Castratorze*. Pozwala to na umieszczenie planety w centrum kadru co później ułatwia robienie animacji oraz zmniejsza plik, a to z kolei znacznie przyspiesza proces składania klatek w finalne zdjęcie. Wiele osób używa innych programów stakujących jak *AviStack* czy *Autostakkert* ale ja wolę *RegiStax* i na jego przykładzie omówię proces stackowania

Castrator to bardzo prosty w obsłudze program. Wystarczy wczytać nasz nagrany plik avi i ustawić, do jakiej wielkości ma zostać przycięty, a potem kliknąć na przycisk *Proces Avi* i za chwilę otrzymamy gotowy zmniejszony film z wyśrodkowaną planetą. Gdyby program nie mógł wykryć planety trzeba przestawić suwak *Planet Detection Threshold* (fot.2.).



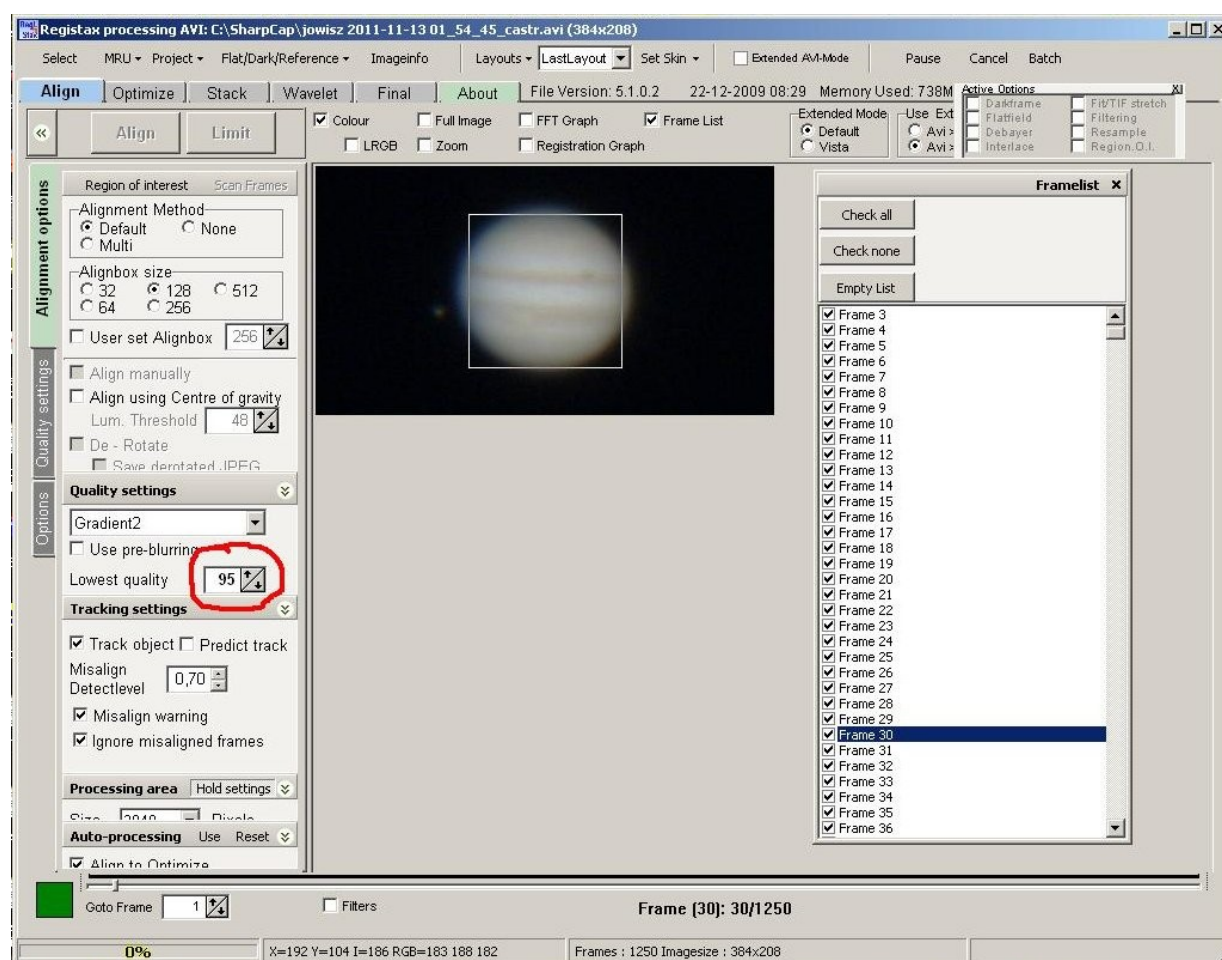
fot.2.

Po przycięciu filmu uruchamiamy program *RegiStax* i za jego pomocą poskładamy klatki w jedno zdjęcie. Ja stosuję *RegiStax5* bo jest nieco szybszy niż wersja 6 i równie dobrze się

sprawdza jak nowsza wersja. Ten program ma sporo różnych opcji ale ja opiszę tylko kilka najważniejszych. Warto we własnym zakresie poeksperymentować z ich ustawieniem pod własne potrzeby.

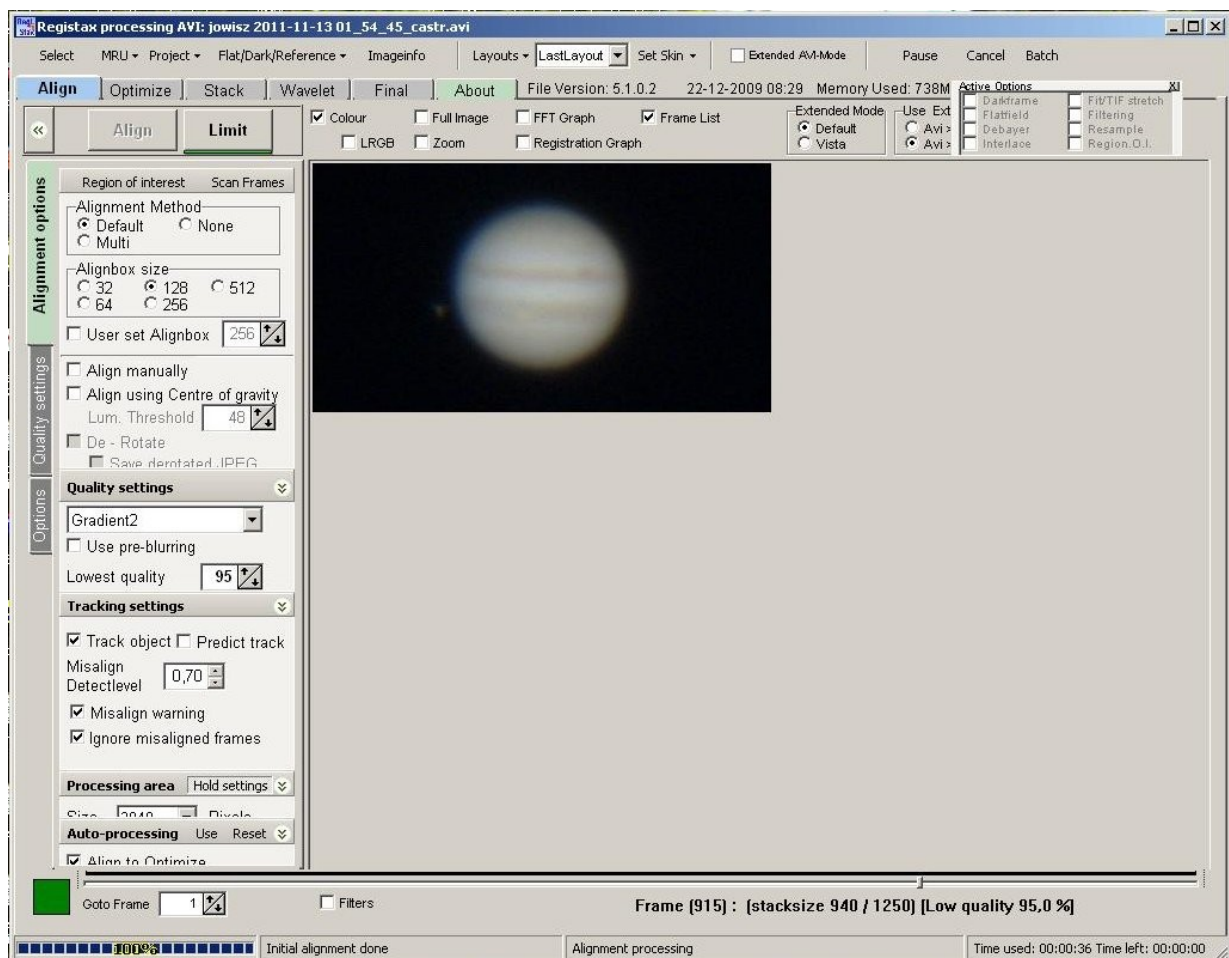
Poniżej widać okno *RegiStaxa* z wczytanym filmem w formacie avi (fot.3.). Pierwszą czynnością jest wybór klatek, które posłużą nam do dalszej obróbki. Możemy zaznaczyć wybrane klatki ręcznie w okienku *Framelist* lub pozwolić programowi na wybór automatyczny. Owalem zaznaczyłem pole, w którym wpisujemy minimalną dopuszczalną jakość klatek do składania. To, jaką wartość wpisać musimy dobrać eksperymentalnie. Ja zazwyczaj ustawiam limit na 95% dla planet i 90% dla Księżyca ale czasem obniżam lub podwyższam ten limit. Dużo zależy od seeingu. Jeśli jest słaby, a my ustawimy limit na 95% to może się okazać, że tylko niewielka część klatek go spełni i z naszego zdjęcia niewiele wyjdzie.

Wybieramy wielkość pola wyrównywania klatek w polu *Alignbox size* (u mnie 128 pikseli) i klikamy na zdjęciu planety. Teraz podświetli się przycisk *Align* czyli wyrównanie klatek. Program porówna wszystkie klatki i tak dobierze ich przesunięcie by wszystkie dokładnie się pokryły. Po zakończeniu tej operacji podświetli się przycisk *Limit*, a na dole okna programu wyświetli się ilość klatek spełniająca ten limit, co widać na kolejnym zrzucie ekranu (fot.4.).



fot.3.

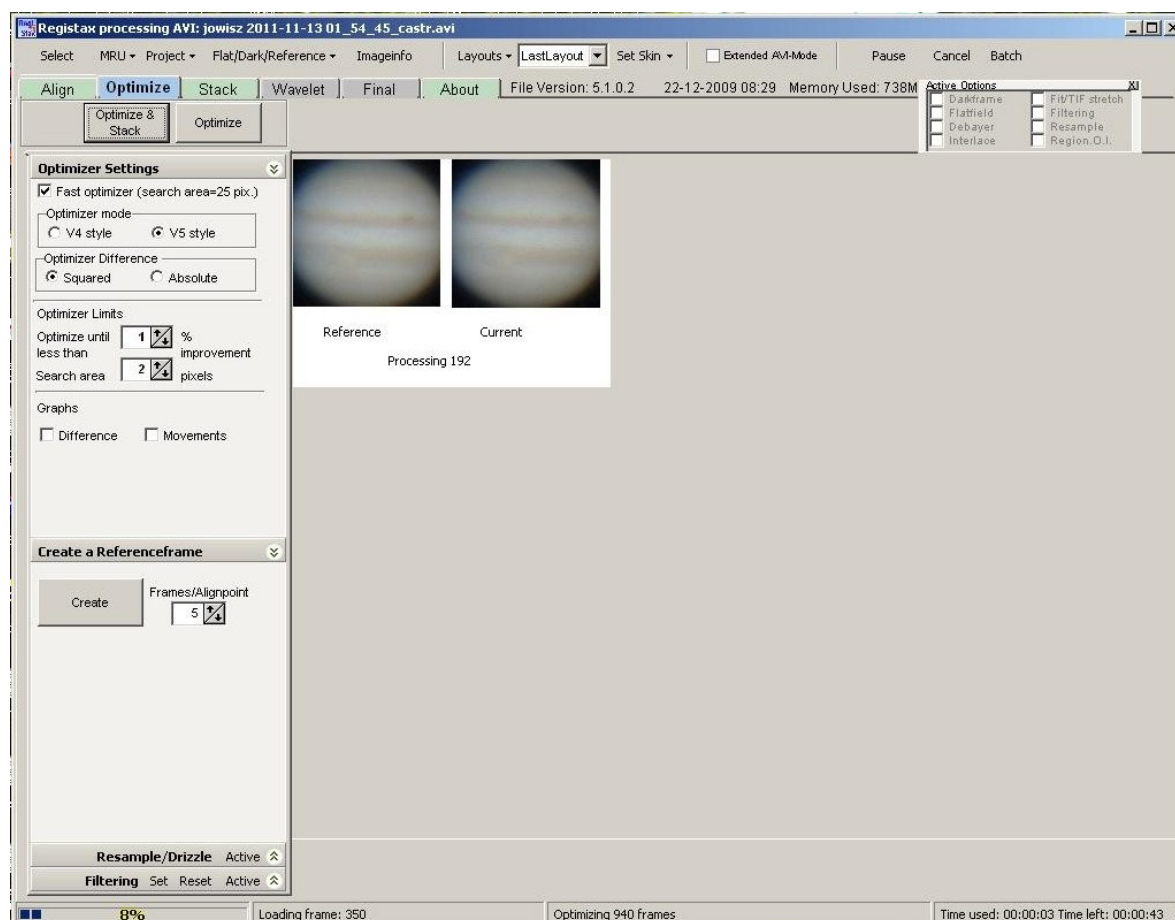
Program wybrał 940 najlepszych klatek z 1250, a porównał je do najlepszej klatki, za którą uznał klatkę z numerem 915. To ona będzie klatką referencyjną i wszystkie pozostałe będą do niej dopasowywane. Algorytm porównania jakości klatek możemy zmieniać w polu wyboru nad limitem jakości. Jak widać użyłem metody *Gradient2*. Warto wypróbować inne algorytmy i porównać efekty ich działania. Możemy też utworzyć inną klatkę referencyjną. Po wciśnięciu przycisku *Limit* przejdziemy z podświetlonej na błękitno zakładki *Align* do zakładki *Optimize* (fot.5.) gdzie w pionowym polu opcji pojawiają się nowe możliwości, a wśród nich utworzenie klatki referencyjnej. Po wybraniu ilości klatek, które posłużą do



fot.4.

stworzenia klatki referencyjnej (u mnie było ich 5) wciskamy przycisk *Create* i program nam taką klatkę zrobi. Jeśli nie robimy końcowej obróbki zdjęcia, a jedynie szybkie stackowanie celem kontroli ustawienia ostrości możemy zdać się na program i przyjąć wybraną przezeń klatkę referencyjną. Wciskamy przycisk *Optimize & Stack*, a program przystąpi do poskładania najlepszych klatek w jedną fotografię. Po wykonaniu tych czynności podświetli się zakładka *Stack*, a następnie przejdziemy do zakładki *Wavelet*. Jak widać na fot.6. po

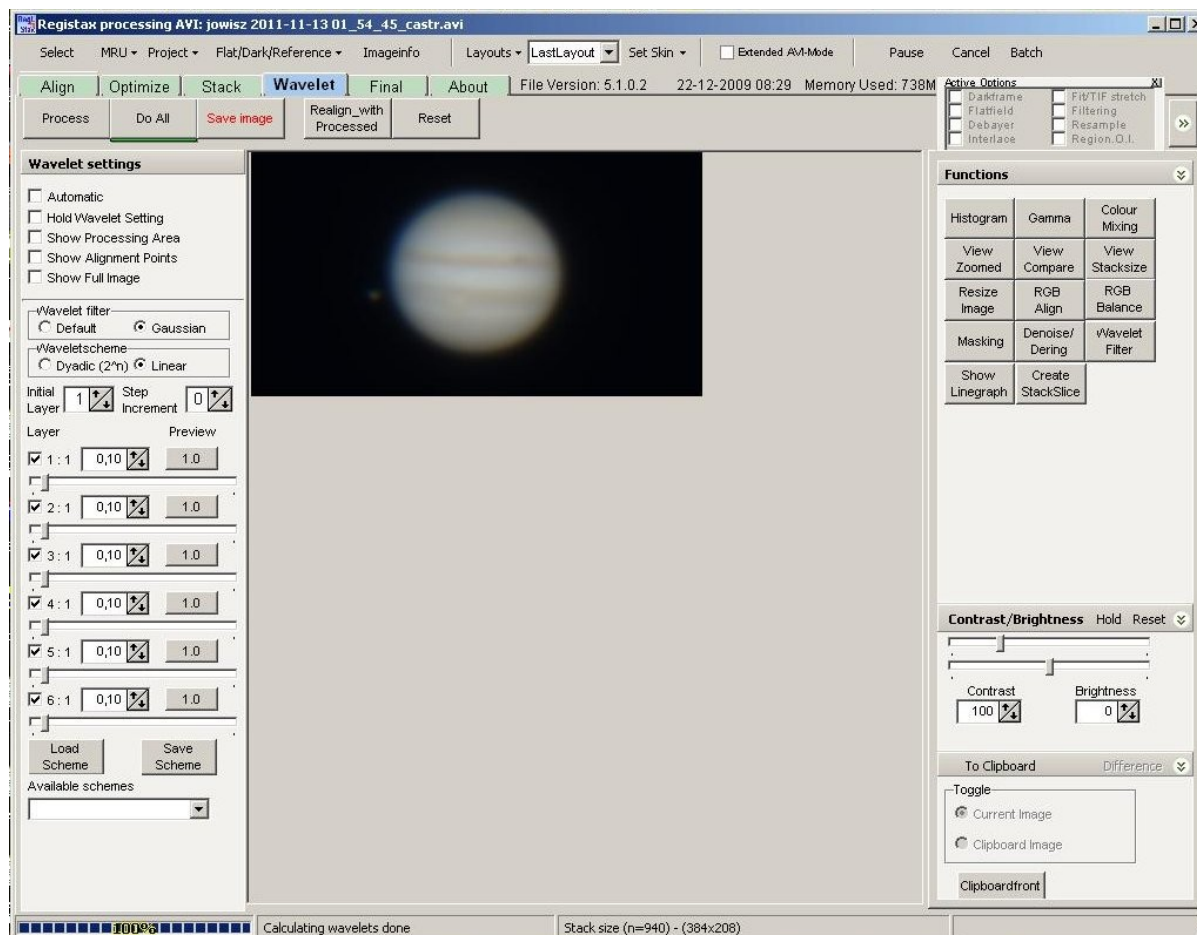
stackowaniu nasze zdjęcie nie różni się specjalnie od pojedynczej klatki. Jest znacznie „gładsze”, czyli posiada wyraźnie mniej szumu ale nadal nie widać na nim wielu szczegółów i nawet główne pasy Jowisza są słabo widoczne. Ledwo majaczy Wielka Czerwona Plama. Wyraźnie widać za to niebieską i żółto-pomarańczową obwódkę wokół tarczy. Często jest ona mylona z aberracją chromatyczną, ale przecież zdjęcia były robione teleskopem Maksutowa, który jest jej pozbawiony. Te obwódki to refrakcja atmosferyczna i jest widoczna w każdym typie teleskopu. Jest spowodowana przejściem światła planety przez ziemską atmosferę, która ma kształt soczewki i działa podobnie jak soczewka inaczej załamując różne długości fali. Na szczęście możemy tych obwódek łatwo się pozbyć ale o tym za chwilę.



fot.5.

Zacniemy od użycia *waveletów*, które znajdują się po lewej stronie okienka programu (fot.6.). Przesuwając te suwaki w prawo będziemy wyostrzać zdjęcie z różnymi współczynnikami. Jeśli zebraliśmy dużo dobrych klatek będziemy mogli mocniej wyostrzyć zdjęcie. Do każdego zdjęcia powinniśmy podejść indywidualnie przesuwając w różnym stopniu różne suwaki ale jeśli tylko wstępnie składamy zdjęcie do oceny ostrości możemy utworzyć własny schemat przyciskiem *Save Scheme*, a przy następnym zdjęciu załadować go przyciskiem *Load Scheme*, co przyspieszy i ułatwi nam porównanie zdjęć i ocenę ustawienia ostrości.

Na fot.7. widzimy już jak działają *wavelety* na naszą fotkę i ile szczegółów udało się wydobyć. Jednocześnie widać tam otwarte okno *RGB Align*, które pomoże nam w dużej części pozbyć się kolorowych obwódok wokół planety. Polega to na przesunięciu względem siebie kanałów czerwonego i niebieskiego. Mamy do dyspozycji przyciski pozwalające przesuwać te kanały w prawo, w lewo, w górę i w dół. Możemy to zrobić ręcznie lub zdać się na program, który po wciśnięciu przycisku *Estimate* zrobi to automatycznie. Niestety czasem program robi to nieprawidłowo i wtedy musimy zrobić to sami



fot.6.

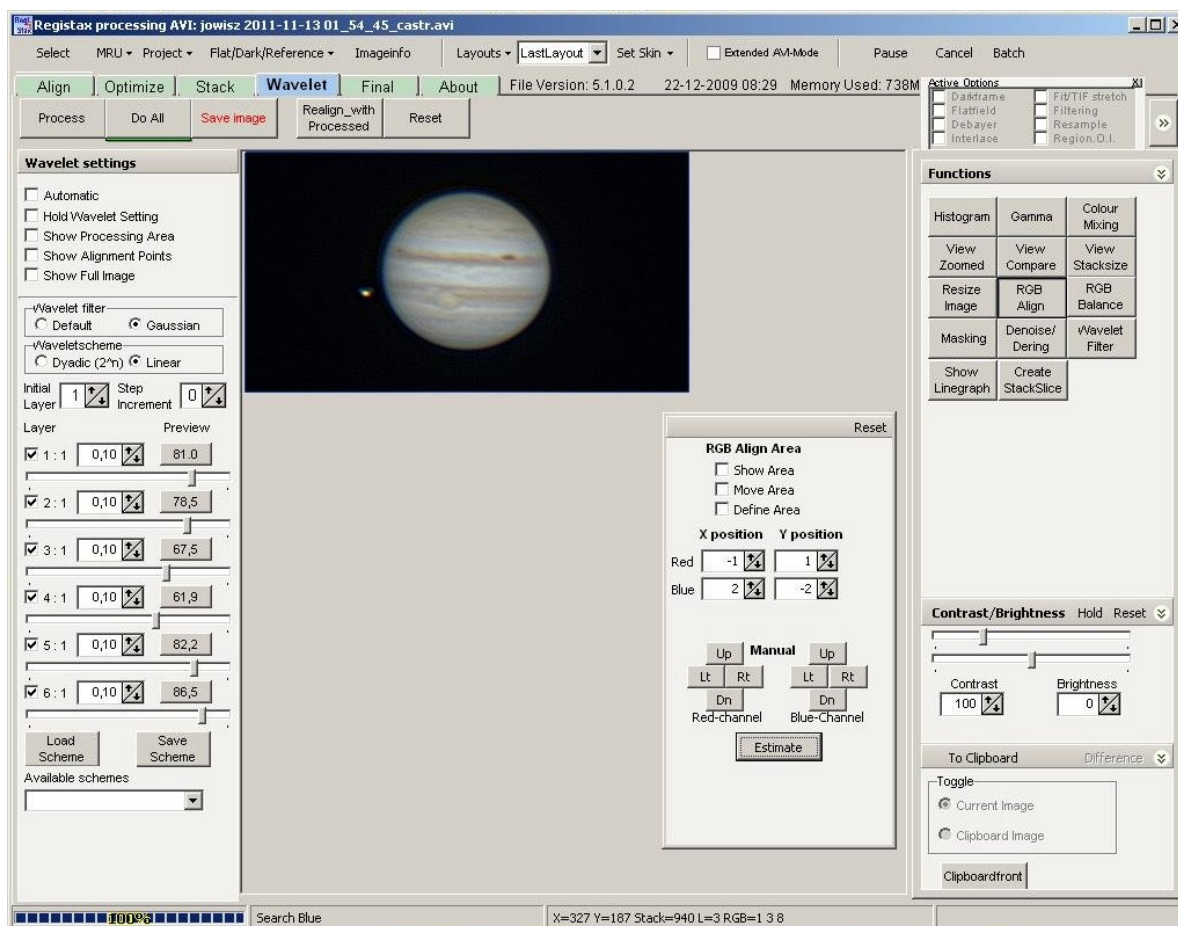
Jak widać na fot.7. tym razem program poradził sobie doskonale i nie było potrzeby ingerencji człowieka.

Możemy już ocenić nasze zdjęcie. Pokazało się dużo szczegółów, czyli możemy uznać, że ostrość została ustawiona prawidłowo. Nie ma też prześwietlonych partii, więc czas ekspozycji i *gain* też zostały prawidłowo ustawione. Możemy przystąpić do nagrania kolejnych filmów. Ten sposób obróbki stosuję w trakcie sesji i nie zajmuje on więcej jak 3-4 minuty na moim starym laptopie. Jeśli dysponujecie szybszym komputerem to potrwa to znacznie krócej

Jeśli będziemy dalej obrabiać zdjęcie możemy skorzystać z dodatkowych funkcji oferowanych przez *RegiStax*. Spory ich wybór znajduje się po prawej stronie w okienku *Functions*. Szczególnie przydatne mogą być *Gamma*, *Histogram*, *RGB Balance* oraz *Resize*

Image. Krzywą korekcji gamma modyfikujemy „chwytając” ją lewym przyciskiem myszki, a kolejne punkty na krzywej dodajemy klikając prawym przyciskiem.

Możemy jeszcze przejść do zakładki *Final* gdzie można obracać zdjęcie o dowolny kąt, poprawiać kontrast, jasność i nasycenie. Ja jednak wolę w tym celu używać wyspecjalizowanych programów i dlatego po wyrównaniu kanałów zapisuję zdjęcie w jakimś bezstratnym formacie i kończę pracę z *RegiStaxem*.



fot. 7.

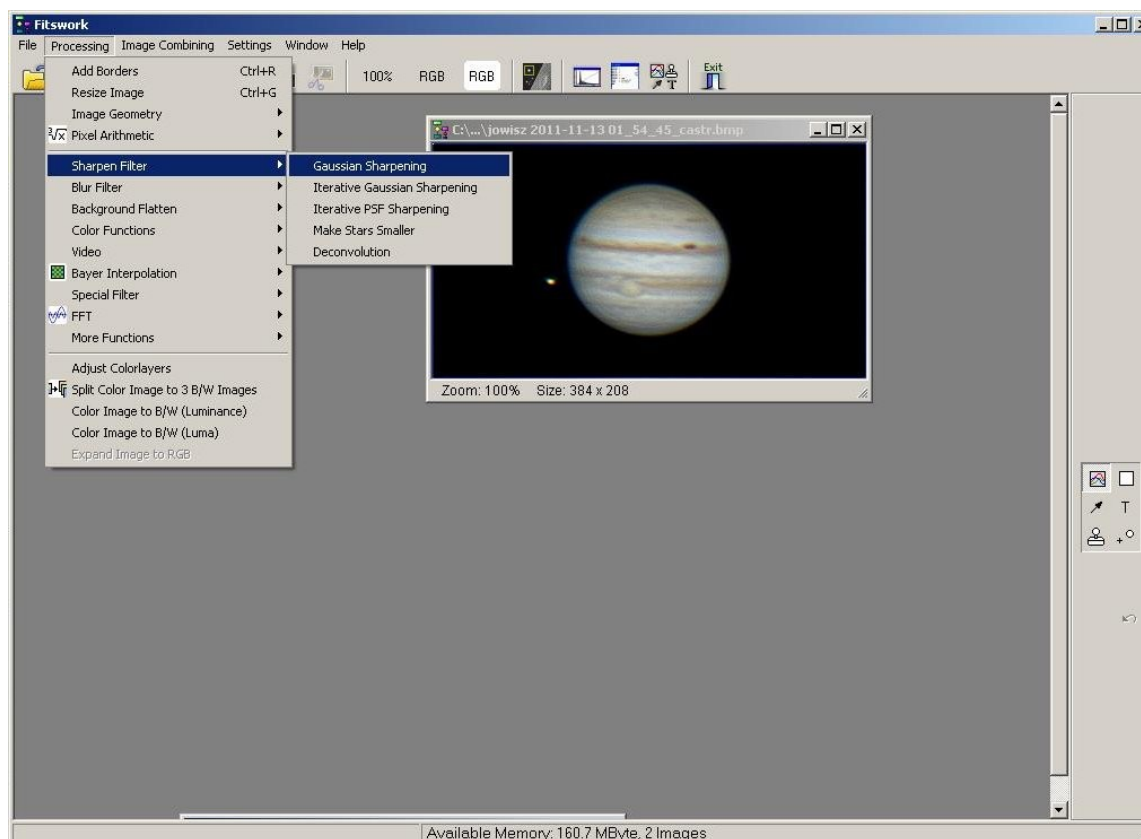
Końcowa obróbka w programie graficznym

Jest wiele programów, którymi możemy się posłużyć. Od profesjonalnych jak *Photo Shop* przeznaczonych do obróbki wszelkiego typu zdjęć i grafiki po specjalizowane programy do obróbki astrofotografii. Ja najchętniej używam prostego w użyciu i niewymagającego dla systemu programu *Fitswork*. Na przykładzie tego programu pokażę, jakie techniki stosujemy przy obróbce zdjęć planetarnych. W innych programach postępujemy bardzo podobnie, a nawet niemal identycznie więc można te techniki przenieść właściwie bez żadnych modyfikacji

Fitswork to niepozorny program o potężnych możliwościach nadający się też do obróbki zdjęć obiektów głębokiego nieba. Ma możliwość usuwania gradientów, kolorowych obwódok wokół gwiazd, zmniejszania szumu, wygładzania i zmniejszania gwiazd. Do naszych celów

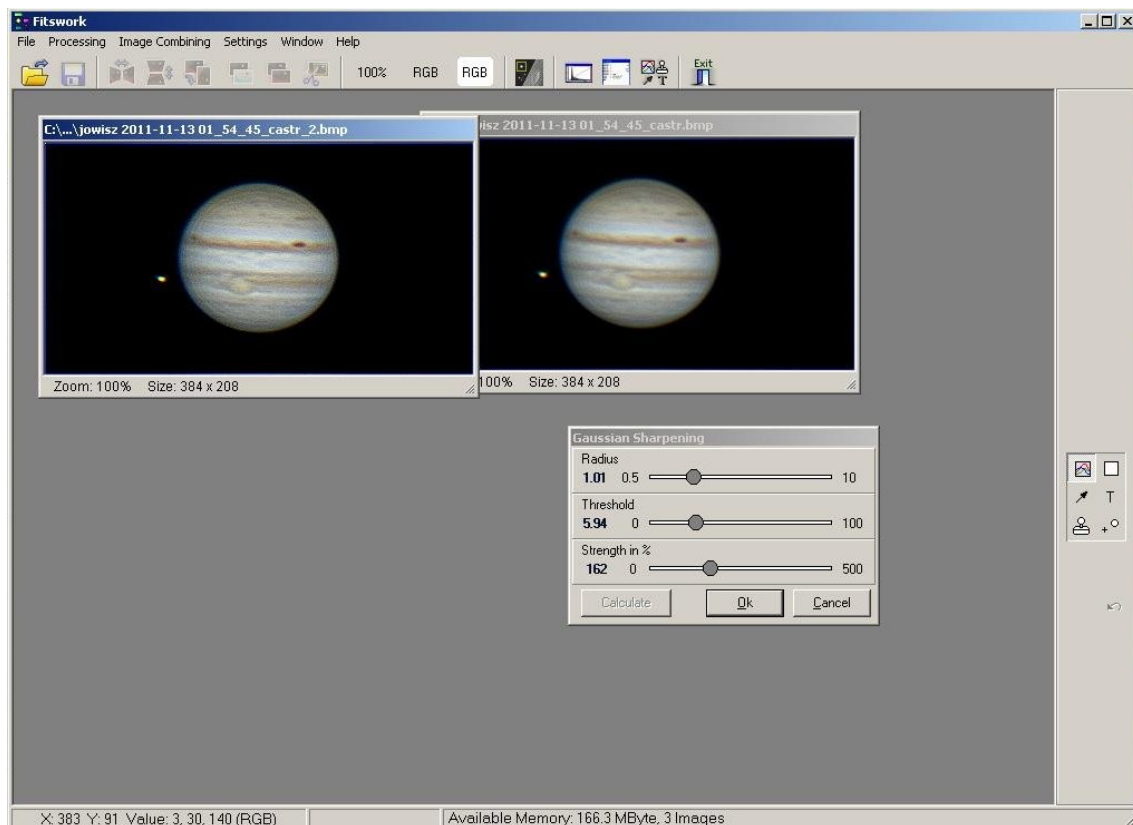
raczej nie będą one przydatne ale jest wiele innych funkcji, które będziemy mogli z powodzeniem użyć do poprawienia zdjęć planet i Księżyca.

Po otwarciu naszego zdjęcia w programie poddamy go lekkiemu wyostrażeniu funkcją *Gaussian Sharpening* (fot.8.)

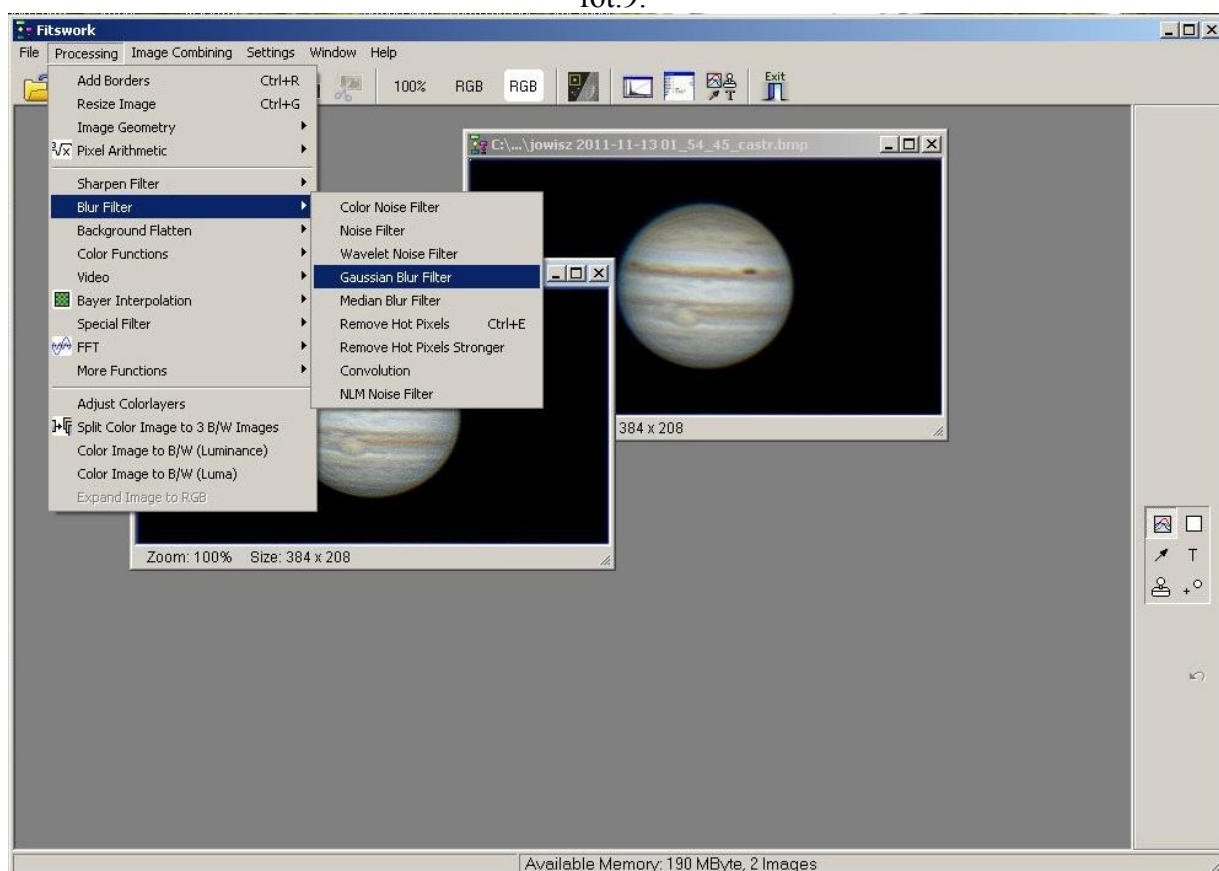


fot.8.

Ustawiamy *Radius* na wartość w granicach 1-1,5 a pozostałe suwaki dobieramy eksperymentalnie. Wciskamy *Calculate* i jeśli jesteśmy zadowoleni z efektu potwierdzamy przyciskiem *OK*. Kolejnym krokiem będzie lekkie rozmycie zdjęcia funkcją *Gaussian BlurFilter* (fot.10.) i tym razem ustawimy *Radius* na tym samym poziomie co przy wyostrażeniu.



fot.9.

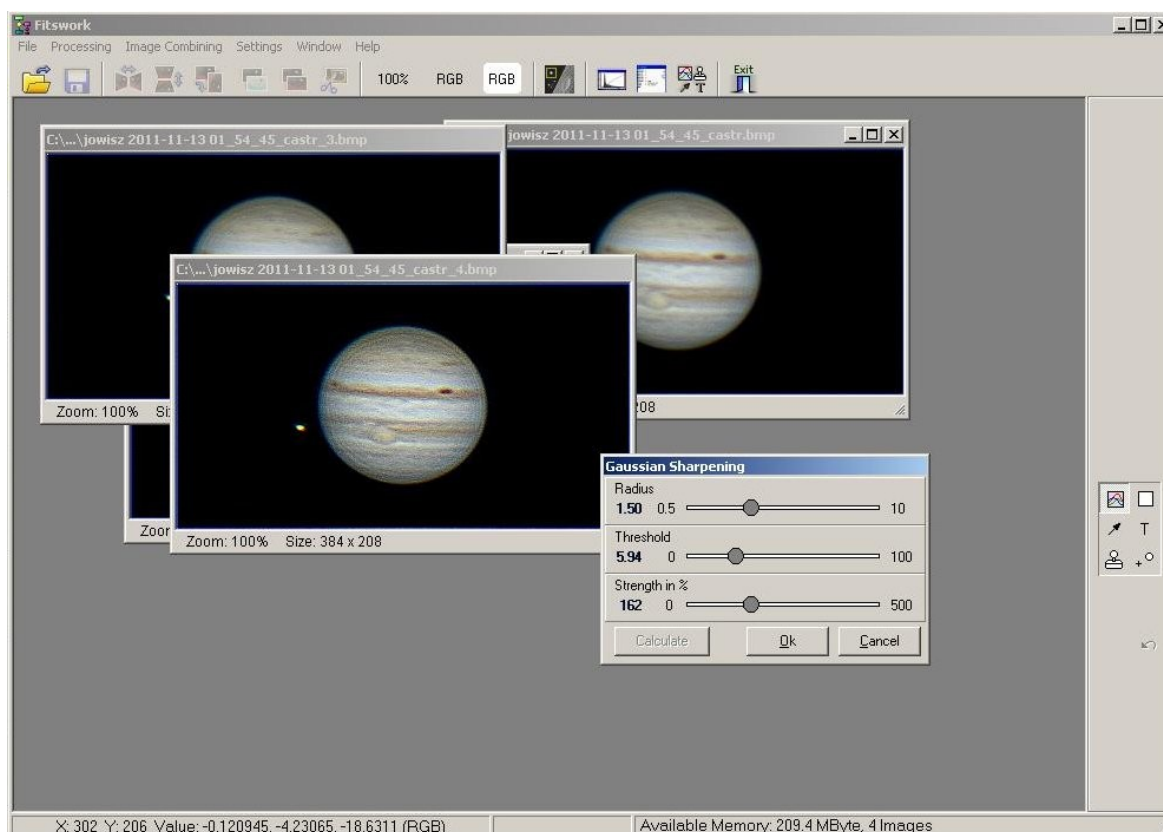


fot.10.

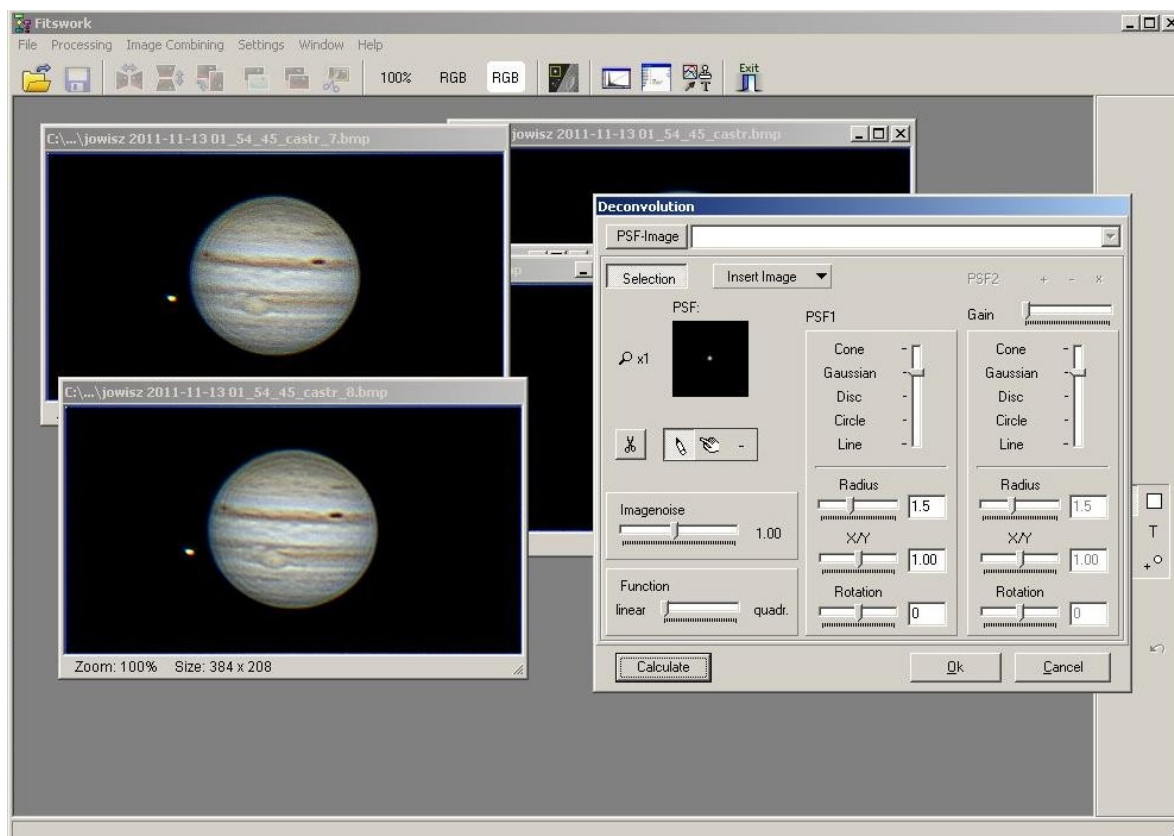
Ponownie wciskamy *Calculate* i *OK* jeśli osiągnęliśmy pożądany efekt. Kolejnym krokiem będzie ponowne wyostrażanie funkcją *Gaussian Sharpening* ale *Radius* ustawiamy o pół oczka większy (fot.11.). Ponawiamy rozmywanie ze zwiększoną wartością *Radius* i jeśli efekt nie do końca nas zadowala po raz trzeci wyostrażamy i rozmywamy zdjęcie z jeszcze większym parametrem *Radius*. Zwykle wystarczają dwie takie operacje, ale czasem warto wykonać jeszcze jedną.

Zdjęcie jest wyraźnie bardziej ostre ale za to pojawiło się dużo szumu. Jest na to rada. Do zmniejszenia szumu posłużymy się funkcją *Deconvolution*, której zadaniem jest oddzielenie sygnału od szumu. Szum jest wpleciony w interesujący nas sygnał ale dzięki statystycznej obróbce można rozplątać te sygnały. Sprawdźmy jak to działa

Na fot.12. widzimy pełen różnych suwaków panel kontrolny dekonwolucji. Mamy tu spore pole do popisu przy eksperymentowaniu. Proponuję zacząć od *PSF1*, który daje najbardziej widoczne efekty. Po każdej zmianie ustawień wciskamy przycisk *Calculate* by zobaczyć efekt działania nowych ustawień.



fot.11.



fot.12

Właściwie w tym momencie można już zakończyć obróbkę. Zobaczmy jak wygląda Jowisz na kolejnych etapach robienia zdjęcia. Na fot.13. mamy zestawioną klatkę referencyjną czyli najlepszą nagrałą przez nas w trakcie sesji ze zdjęciem poskładanym i wstępnie obrobionym w *RegiStax5* oraz finalną fotką po obróbce w *Fitswork*.



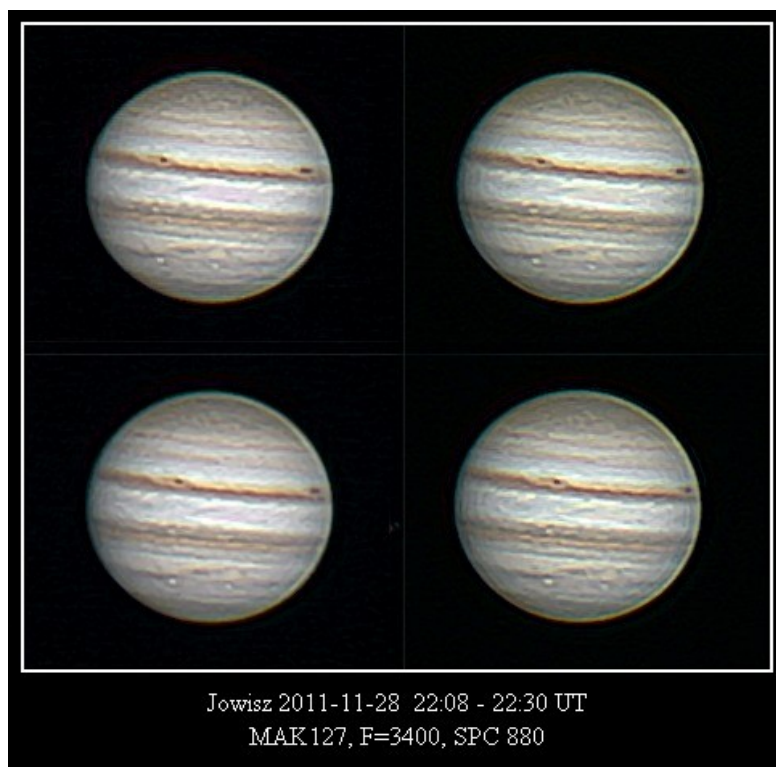
fot.13.

To jeszcze nie wszystko co możemy zrobić. W przypadku zdjęć Księżyca warto jeszcze skorzystać z funkcji *NLM Noise Filter*, która ładnie wygładzi rozległe pola lawy.

Możemy wypróbować inne metody wyostrażania i rozmywania zdjęć. Warto z nimi poeksperymentować. Mamy też do dyspozycji inne zaawansowane funkcje jak *DDP*, *Unsharp Mask* itd.

Możemy też inaczej podejść do obróbki. Zamiast działać na kolorowym zdjęciu możemy wydobyć z niego samą luminancję (*Color Image to B/W*) i tylko ją wyostrzyć i poddać dekonwolucji, a następnie z powrotem dodać kolor z naszej zestackowanej fotki (*L+RGB Image Combining*), czyli zrobić zdjęcie LRGB.

Fitswork pozwala wreszcie w prosty sposób dodać do naszego zdjęcia opis oraz ozdobną ramkę, które znacznie poprawią efekt końcowy.



fot.14.

Do robienia animacji ruchu Jowisza lub Saturna może przydać się GIMP. To dość rozbudowany program graficzny chętnie stosowany do tworzenia grafiki komputerowej. Nam pomoże tworzyć animacje oraz dopasować kolory i poprawić estetykę zdjęcia.