Gymnázium Benešov

ročníková práce na téma

Amatérská astronomie s digitálním fotoaparátem pozorování emisní mlhoviny M42 v Orionu

 autor

Jakub Pelc vedoucí práce

Mgr. Jakub Malý Školní rok 2020/2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval samostatně a použil jen uvedené prameny a literaturu. Souhlasím s tím, aby práce byla zpřístupněna veřejnosti pro účely studia.

V Benešově dne

Poděkování

Chtěl bych mnohokrát poděkovat panu profesoru Jakubovi Malému za veškerou pomoc a vstřícnost při vedení mé ročníkové práce. Dále bych chtěl poděkovat Dr. Jelínkovi z Astronomického Ústavu AV ČR za odbornou pomoc při řešení problémů s praktickou částí práce. Velký dík patří také mým rodičům za trpělivost a ochotu při zpracovávání mé práce.

Abstrakt

Tato ročníková práce se zabývá pozorováním a astronomickým focení emisní mlhoviny M42 v Orionu. Zabývá se také rozdělením mlhovin do skupin podle vlastností a podle jejich názvů. Výsledkem práce je řada fotografií složených v různých programech.

Ú	Úvod 6					
1	Teorie mlhovin					
	1.1	Mlhov	'iny	7		
		1.1.1	Emisní mlhoviny	7		
		1.1.2	Planetární mlhoviny	8		
		1.1.3	Reflexní mlhoviny	8		
		1.1.4	Temné mlhoviny	9		
	1.2	Znače	ní mlhovin podle různých katalogů	9		
		1.2.1	Messierův katalog	10		
		1.2.2	The New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars	10		
		1.2.3	Index Catalogue	10		
		1.2.4	Caldwell Catalogue	10		
2	Fot	Fotografování mlhoviny M42				
	2.1 Fotografická sestava pro focení detailů mlhoviny		rafická sestava pro focení detailů mlhoviny	11		
		2.1.1	Použité vybavení	11		
		2.1.2	Nastavení a ovládání montáže	13		
		2.1.3	Upevnění dalekohledu a jeho vyvážení s foto aparátem $\ .\ .\ .\ .\ .$.	13		
		2.1.4	Namíření montáže na polárku	14		
		2.1.5	Provedení alignmentu	15		
		2.1.6	Fotografování objektu	16		
	2.2	Druhy	⁷ fotografovaných snímků	17		
		2.2.1	Light snímky	17		
		2.2.2	Dark snímky	18		
		2.2.3	Bias snímky	18		
		2.2.4	Flat snímky	18		
	2.3	Fotog	rafická sestava pro focení snímků oblohy	19		
3	Skla	ádání s	snímků	20		
	3.1	Skládání snímků v programu PixInsight				
	3.2	Úprava snímků v programu Adobe Photoshop				
3.3 Finální fotografie		Finálr	ıí fotografie	22		

4	Pohyb mlhoviny v průběhu focení	23
	4.1 Pohyb po celý rok	23
	4.2 Pohyb v průběhu jedné noci	23
5	Problémy při focení	25
6	Závěr	26
7	Zdroje	27

Úvod

V této ročníkové práci na téma "Astronomie s digitálním fotoaparátem - pozorování emisní mlhoviny M42 v Orionu" se budu zabývat teorií a praxí focení vesmírných objektů.

V teoretické části práce se budu věnovat rozdělení vesmírných objektů do skupin podle různých kritérií. Budu se také věnovat teorií astronomických pozorování a astronomického focení. Popíši různé druhy fotoaparátů, výhodu modifikace zrcadlovek pro astronomickou fotografii, postupy focení a vybavení potřebné pro dosažení kvalitních výsledků.

V praktické části práce se budu zabývat focením emisní mlhoviny M42 v souhvězdí Orionu. Mým objektem pozorování je pohyb této mlhoviny v průběhu časového období. Výstupem této práce tak bude fotografie složená z dílčích snímků, bude tak ukazovat pohyb mlhoviny za určitý časový úsek. Tato fotografie bude doplněna o detail mlhoviny, který pořídím s vyšším expozičním časem. Součástí práce bude také popsán postup samotné techniky focení, druhu focených snímků a jejich následného skládání.

Pro má pozorování využiji dvě zrcadlovky, Canon EOS 100D a Canon EOS 600D. Canon 600D má provedenou modifikaci pro astronomickou fotografii. Samotné focení provedu jak na fotografických objektivech, tak na dalekohledu Newtonovského typu (s průměrem zrcadla 200 mm a ohniskovou vzdáleností 1200 mm). Dalekohled bude upevněn na ekvatoriální montáži SkyWatcher EQ-6 Go-To, kterou mám zapůjčenou od letního tábora Astronomická Expedice.

1 Teorie mlhovin

1.1 Mlhoviny

Co jsou to mlhoviny? Mlhoviny vypadají jako zářící vesmírná oblaka z prachu a plynu. Na obloze je vnímáme jako temné mraky, nebo svítící mráčky různých barev. I když je mlhoviny teoreticky možné pozorovat i s dalekohledy menších rozměrů, nejlepších výsledků pro vizuální pozorování však dosáhneme až při využití dalekohledů s relativně velkým průměrem zrcadla či čočky. Na rozdíl od fotografií však nemůžeme čekat takovou barevnost, mlhoviny se nám začnou jevit barevné až při využití opravdu velkých dalekohledů. Pokud se však nezajímáme o vizuální pozorování, ale spíše o pořizování fotografií, tak se tímto problémem nemusíme příliš zabývat. Nedostatek světelnosti vyrovnáme délkou expozice a počtem snímků, které pořídíme. Mlhoviny můžeme podle různých specifikací rozdělit do skupin, označujeme je různými názvy, podle různých katalogů.

1.1.1 Emisní mlhoviny

Emisní mlhoviny vidíme zářit díky hvězdám, která se nacházejí v jejich nitru, nebo je ozařují z jejich blízkosti. Záření samotného plynu je způsobeno jeho ionizací, plyn pak září v určitém spektru, které je specifické pro daný prvek ze kterého je prach a plyn mlhoviny složen. Do této kategorie tak mohou patřit jak planetární mlhoviny, tak i mlhoviny, které vznikly explozí supernovy (exploze hvězdných obrů)[1].

Jako příklad emisní mlhoviny můžeme uvést Mlhovinu Severní Ameriku (katalogovým označením NGC 7000, viz obrázek 1, který jsem pořídil na Astronomické expedici), mlhovinu, jež se nachází v souhvězdí Labutě v okolí hvězdy Deneb.



Obrázek 1: Emisní mlhovina NGC 7000, autor

V astronomické fotografii se pak můžeme setkat s označením barev jako H α pro barvu červenou nebo OIII pro barvu modrou. Nevýhodou typických fotoaparátů jsou filtry umístěné před

snímačem, které některé z těchto vlnových délek blokují. Proto je nutné provedení modifikace, při které jsou tyto filtry odstraněny a fotoaparát je pak schopen veškeré světlo zachytit.

1.1.2 Planetární mlhoviny

Planetární mlhoviny můžeme vnímat jako vzpomínky na kdysi dávno existující hvězdy, které při svém zániku zanechaly pozůstatek. V konečném stádiu vývoje hvězda odhodí svou atmosféru do prostoru, z hvězdy zůstane pouze její jádro.

V astronomii se však můžeme setkat i s názvem "Prstencová mlhovina". Je to označení pro planetární mlhoviny, u kterých převažuje hustota plynů na vnějším okraji oblasti mlhoviny. Ve vnitřní části se nám tak vzhledem k vnějšímu okraji mlhovina jeví jako prázdná.

Jak planetární mlhoviny přišly ke svému názvu? Německý Astronom William Herschel, který se pozorováním mlhovin zabýval, je svým vzhledem přirovnával ke kotoučku planet. Název jim tak zůstal, i když s planetami vlastně nemají nic společného.

Jako jednu z nejznámějších prstencových mlhovin můžeme uvést například Prstencovou mlhovinu M57, viz obrázek 2[1].



Obrázek 2: Prstencová mlhovina M57, převzato z [8]

Na obrázku 2 můžeme ve středu mlhoviny pozorovat bílého trpaslíka, jádro kdysi mnohem mohutnější hvězdy.

1.1.3 Reflexní mlhoviny

Reflexní mlhoviny, jak lze podle jejich názvu odhadnout, nezáří vlastní příčinou. Jelikož hvězdy, které jsou v blízkosti těchto mlhovin, nemají dostatečnou teplotu, reflexní mlhoviny září pouze za pomoci světla, které od těchto hvězd odrážejí. Nedochází tak zde k samotné ionizaci plynu. Jako nejznámější a nejlépe pozorovatelný příklad reflexní mlhoviny můžeme uvést mlhovinu v okolí Plejád (objekt M45), viz obrázek 3[1].



Obrázek 3: M45, převzato z [9]

1.1.4 Temné mlhoviny

Temné mlhoviny na rozdíl od ostatních druhů mlhovin nevydávají světlo vůbec. Místo toho světlo od hvězd za nimi blokují. Proto se nám na obloze jeví jako temné mraky. Pro viditelnost těchto mlhovin proto potřebujeme světlé hvězdné pozadí nebo například jinou mlhovinu. Focení temných mlhovin se tak někdy může ukázat jako velmi problematické, jelikož vyžaduje mnohé hodiny expozičního času pro složení reprezentativního snímku.

Jako příklad obtížnosti můžeme uvést například mlhovinu LDN1235 - Dark Shark, na kterou bylo potřeba 52 hodin expozičního času, viz obrázek 4[1].



Obrázek 4: LDN1235, převzato z [10]

1.2 Značení mlhovin podle různých katalogů

Existuje mnoho způsobů jak můžeme vesmírný objekt pojmenovat. Jednou z možností je přidělit objektu název, který ho dokáže vystihnout. Například "Mlhovina Koňská hlava" nebo "Mlhovina Severní Amerika".

Dalším ze způsobů, je zařadit daný objekt do jistého katalogu a označit ho zkratkou tohoto

katalogu a pořadovým číslem. Je třeba zmínit, že většina objektů má jak vystihující název, tak i mnoho katalogových označení. Zde je proto uveden stručný přehled nejznámějších katalogů.

1.2.1 Messierův katalog

Messierův katalog začal v roce 1757 sestavovat francouzský astronom Charles Messier. Postupem času byl rozšiřován a upravován (byly odstraněny sporné vesmírné objekty). Jeho dnešní verze tak obsahuje 110 objektů (každý je označen písmenem M a číslem které vyjadřuje pořadí v seznamu).

1.2.2 The New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars

"Nový Obecný Kalatog Mlhovin a Hvězdokup", název který výborně vystihuje obsah. Katalog byl vydán v roce 1880 a obsahuje skoro osm tisíc objektů. Ty jsou kromě popisů doplněny o fotografie a důležité astronomické informace. Objekty v tomto katalogu označujeme zkratkou NGC[2].

1.2.3 Index Catalogue

Index Catalogue můžeme považovat jako doplněk katalogu NGC, byl vydán stejným autorem o sedm let později. Obsahuje kolem pěti tisíc objektů, které zkracujeme označením IC[2].

1.2.4 Caldwell Catalogue

Caldwellův katalog byl sestaven jako doplněk Messierova katalogu. Shromažďuje 109 objektů. ty jsou vhodné pro pozorování mezi amatérskými fotografy.

2 Fotografování mlhoviny M42

2.1 Fotografická sestava pro focení detailů mlhoviny

2.1.1 Použité vybavení



Obrázek 5: Fotografická sestava část1

Na obrázku 5 je vyfocena horní část fotografické soustavy. V tabulce níže je uveden soupis vybavení podle přiřazeného čísla na obrázku.

1	Ekvatoriální montáž SkyWatcher EQ6	
2	Ovladač montáže SynScan	
3	Protizávaží pro dalekohled 2 * 10 kgZdroj DC napětí (12 V)Ustavovací šroubyPolární hledáčekKrytka polárního hledáčku	
4		
5		
6		
7		

Na obrázku 6 je vyfocena ocelová trojnožka s roznožkou (ta funguje zároveň jako držák ovladače a okulárů).

Na obrázku 7 je vyfocen zrcadlový dalekohled společně s oběma digitálními zrcadlovkami. V tabulce níže je uveden soupis vybavení na fotografii.



Obrázek 6: Fotografická sestava čás
t2



Obrázek 7: Fotografická sestava čás
t $\boldsymbol{3}$

1	Optický hledáček		
2	Digitální zrcadlovka Canon 600D s provedenou astronomickou modifikací		
3	Stativ pro zrcadlovku		
4	Digitální zrcadlovka Canon EOS 100D		
5	Objektiv Canon 18-55 mm f/3,5-5,6 a Canon zoom 100-300 mm f/4,5-5,6		
6	Dalekohled Binorum Newton 200/1200		

Na obrázku 8 je vyfocena digitální zrcadlovka Canon 600D s vloženým UV-IR clip filtrem.



Obrázek 8: Fotografická sestava část 4

2.1.2 Nastavení a ovládání montáže

Jako první krok je umístění montáže na vhodné místo s výhledem na polárku. Po rozložení trojnožky přišroubujeme montáž k trojnožce. Dále stejným šroubem přišroubujeme i roznožku. Celou dosud sestavenou sestavu vyvážíme pomocí vodováhy umístěné na montáži, využijeme k tomu šrouby na trojnožce (vysuneme nebo zasuneme část z noh trojnožky).

2.1.3 Upevnění dalekohledu a jeho vyvážení s fotoaparátem

Dalekohled je pomocí dvou kruhů a na ně přidělané kovové lišty upevněn do vrchní části montáže. S již připevněným fotoaparátem jsou na závažovou tyč montáže připevněna obě závaží. Nejdříve je celá sestava vyvážena v ose rektascenze, poté v ose deklinace.

Toho docílíme tím způsobem, že vždy povolíme aretační šroub pro danou osu a s dalekohledem jemně přesouváme zleva doprava po této ose.

Když se dalekohled po ukončení pohybu volně pohybuje dále a není převažován na jednu ze stran, zaaretujeme danou osu a pokračujeme ve vyvažování na ose druhé. Případné nevyváženosti upravujeme posunem dalekohledu v upevnění na montáži, pro druhou osu posunutím závaží blíže nebo dále ose otáčení montáže.

K montáži připojíme ruční ovladač a pokračujeme s namířením montáže na polárku a alignmentem.

2.1.4 Namíření montáže na polárku

K namíření montáže na polárku využijeme polární hledáček. Nejdříve na obloze najdeme souhvězdí Malého Medvěda (někdy označováno Malý Vůz, v latině jako Ursa Minor), na konci oje leží hvězda Polárka. Jelikož Polárka leží jen malý kus od severního nebeského pólu, využijeme ji k nastavení jedné z našich os (v tomto nastavení je skryta výhoda ekvatoriálních montáží, pro vyrovnání otáčivých účinků Země nám stačí otáčet pouze jednou osou). Jelikož se ale Polárka nenachází na samotném nebeském pólu, vypadá polární hledáček následujícím způsobem (viz obrázek 9).



Obrázek 9: Polární hledáček

Na obrázku 9 křížek zobrazuje severní nebeský pól, zkratka NCP (North Celestial Pole). Samotná polárka pak obíhá kolem tohoto bodu po kružnici. Dalekohled otočíme tím způsobem, abychom souhvězdí Velkého Vozu (Big Dipper) a Kassiopea (Cassiopeia) viděli skrze hledáček přibližně na stejném místě jako jsou jejich obrysy. Pomocí aretačních šroubů s montáží pohneme vertikálně a horizontálně tak, abychom polárku umístili do malé kružnice na větší kružnici kolem NCP¹.

¹Na jížní polokouli se k ustavení montáže používá místo polárky souhvězdí oktans, kdy montáž přesně srovnáme s celým obrysem souhvězdí (není zde žádná potřeba montáží natáčet, ustavení je tak tedy i více přesné)

2.1.5 Provedení alignmentu

Po zapojení ručního ovladače (viz obrázek 10) provedeme původní nastavení.



Obrázek 10: Ruční ovladač

Po výzvě zadáme souřadnice naší aktuální polohy (viz obrázek 11).



Obrázek 11: Ovladač - nastavení polohy

Obdobně vyplníme i aktuální čas, časové pásmo a zda je v danou roční dobu letní nebo zimní čas. Po nastavení všech zmíněných věcí nám na ovladači vyskočí dotaz, zda začít s alignmentem okamžitě. Klikneme proto na ano (1) a dále vybereme trojhvězdný alignment². Poté nám

 $^{^{2}}$ Je možné také využít alignment pouze s jednou nebo dvěma hvězdami. Ten ale dosahují menší přesnosti a menším procentem úspěšnosti, proto je lepší použít alignment trojhvězdný.

ovladač začne nabízet různé hvězdy, my vždy z nich po jedné vybereme³ a montáž na ni automaticky najede. Po ukončení pohybu montáže najedeme pomocí šipek na hvězdu tak, aby se vyskytovala ve středu zorného pole. (V tom nám pomůže optický hledáček, ten je ale nutné nejdříve sesouosit). Pro urychlení pohybu můžeme zmáčknout klávesu RATE (2), zde nastavíme rychlost pohybu od 1 do 7.

Tento postup provedeme pro všechny 3 hvězdy, po ukončení se nám ukáže, zda byl alignment úspěšný nebo ne. Pokud nebyl úspěšný, je nutné celý proces opakovat.

2.1.6 Fotografování objektu

Po úspěšném alignmentu nyní zmáčkneme klávesu M (4), zde zadáme hodnotu 42 (jelikož chceme pozorovat objekt M42). Montáž nám nyní najede na námi zvolený objekt, pokud ho však chceme vidět je nutné udělat delší expozici. Proto například vyfotíme jednu patnácti sekundovou expozici na ISO 1600. Pokud je fotka přeexponovaná nebo naopak podexponovaná, můžeme upravit expoziční čas. Taková fotografie může vypadat následujícím způsobem (viz obrázek 12).



Obrázek 12: Testovací snímek mlhoviny M42

Je vidět, že fotografie není dokonalá, můžeme si všimnou pozůstatků takzvaného trailingu (protáhnutí hvězdných drah), fotka je dále lehce přeexponovaná. Tohoto si však zatím nevšímáme, jelikož zatím potřebujeme nastavit kompozici (zarovnání objektu tak, jak se nám na fotografii líbí).

 $^{^{3}}$ Pro lepší výsledky a úspěšný alignment se vyplatí vybrat hvězdy, které jsou od sebe navzájem dostatečně vzdálené (opačné konce oblohy).

Po nastavení objektu na správné místo na snímku provedeme jednu finální testovací expozici, poté nastavíme automatické focení. To můžeme udělat buď připojení speciální kabelové spouště, nebo nainstalováním speciálního firmwaru do zrcadlovky. Na zrcadlovky Canon existuje firmware se jménem Magic Lantern⁴.

Po instalaci firmwaru na námi zvolenou zrcadlovku zmáčkneme tlačítko koše (tím se dostaneme do nastavení Magic Lantern). Zde se pomocí šipek přesuneme na ikonku fotoaparátu a nastavíme parametr BULB timer a Intervalometer.

BULB timer je nastavení fotoaparátu, které zajišťuje pořízení expozice dlouhé jako délka stisku spouště. Magic Lantern tak tuto spoušť drží za nás na námi nastavený čas⁵.

Intervalometer je funkce, která nám dovolí nastavit si počet snímků, který chceme pořídit a délku jejich expozice. Do nastavení této funkce tak zadáme požadovaný počet snímků a dobu jedné expozice s dodatečným časem na odpočinek čipu (pokud například fotíme 10 s expozice, zadáme číslo 15). Dále nastavíme hodnotu StartAfter na čas okolo 3 s a StartIntervalometer na Leave-Menu. Intervalometer tak nyní začne pracovat po opuštění menu a vyčkání doby 3 s.

Nyní jen stačí počkat než se ukončí focení mlhoviny. Poté pokročíme k focení kalibračních snímků (po dofocení je nutné ihned udělat dark snímky).

2.2 Druhy fotografovaných snímků

Astronomická fotografie může být známa komplexitou postupů, které jsou potřeba pro dosažení kvalitního snímku. Ať už to jsou druhy focených snímků nebo ovládání montáže, pro amatéra může být velmi složité se dané postupy naučit.

Od namontování fotoaparátu na dalekohled a začátku fotografování je například nutné nadále neměnit zaostření (i po ukončení focení light snímků), jinak může dojít k nedokonalé, či zcela neúspěšné korekci snímků. Je také důlěžité, nečistit optiku po nafocení light snímků. Pokud bychom totiž optiku vyčistili, zrnko prachu, které by byl software schopný odstranit za pomoci flat snímků, se na korekčních snímcích vůbec neobjeví.

V astronomické fotografii tak můžeme rozlišit následující druhy snímků.

2.2.1 Light snímky

Light snímky, neboli *světlé snímky* tvoří výsledný obraz celého snímku. Jsou foceny na relativně dlouhé expozice (desítky sekund až minuty). Při použití fotoaparátu s chlazeným čipem je možno fotit expozice i v řádu desítek minut. Při delších expozicích je nutné použití automaticky naváděné montáže. Po ukončení focení vyžadovaného počtu snímků (nebo při zhoršení

 $^{^{4}\}mathrm{V}$ této práci se budu zaměřovat pouze na tento firmware.

⁵Na fotoaparátu je potřeba mít nastavenou délku expozice na BULB.

fotografických podmínek) je nutné okamžitě přejít na focení tmavých snímků (ty lze na rozdíl od světlých snímků fotit i například za východu Měsíce). Na obrázku 13 je vyfocen jeden light snímek mlhoviny M42.



Obrázek 13: Jedna expozice mlhoviny M42 v Orionu

2.2.2 Dark snímky

Dark snímky jsou foceny na stejné nastavení jako light snímky, s tou výjimkou, že je nutné zakrýt dalekohled (nedovolit žádnému světlu přístup na fotografický čip). Je nutné je fotit ihned po ukončení focení light snímků, jelikož jsou závislé na teplotě. Používají se k opravě finálního snímku. Jejich počet by měl být shodný s počtem light snímků, ale v amatérské astronomické fotografii jich stačí kolem 50 - 100⁶.

2.2.3 Bias snímky

Bias snímky se fotí stejným postupem jako dark snímky, ale na nejnižší expoziční čas, který fotoaparát dovolí. Používají se k opravě vykreslování samotného fotografického čipu, opět ovlivňují kvalitu výsledné fotky. Množství bias snímků není příliš důležité, na opravu snímku by jich mělo stačit v řádu desítek.

2.2.4 Flat snímky

Flat snímky je možno fotit dvěma způsoby. Prvním je focení takzvaných "Sky flat snímků", nebolí focením čisté oblohy za soumraku nebo rozbřesku. Podmínkami pro focení těchto snímku

 $^{^{6}}$ Nejedná se o přesně daný počet, vždy platí, že čím větší počet fotek uděláme, tím lepší bude kvalita výsledného snímku. S větším počtem snímků narůstá ale i celková velikost a čas potřebný na jejich zpracování.

je však čistá obloha a ne velká světelnost oblohy. Druhou možností je využití "flatfield desky", světelné desky, která vydává čisté bílé světlo bez oblastí s různou světelností. V obou případech je nutné dodržet pravidlo 1/3 nebo 1/2, neboli umístění vrcholu histogramu do 1/3 (resp. 1/2) viz obrázek 14 (flat snímek viz obrázek 15). Počet flat snímků je opět vhodné udržet v řádu desítek.



Obrázek 14: Barevný histogram flat snímku



Obrázek 15: Korekční flat snímek

2.3 Fotografická sestava pro focení snímků oblohy

Na obrázku 7 bylo vyfoceno vše použité vybavení, i pro focení oblohových snímků. Ty byly foceny na jeden z fotoaparátů s jedním z objektivů. Fotoaparát byl nasazen na nepohyblivém stativu (nehýbe se pozadí, hýbe se obloha). Toto ustavení nám umožňuje zobrazit pohyb oblohy za daný časový úsek. K hromadnému nasnímání byl opět použit firmware Magic Lantern, k fotkám ale nebyly pořízeny forekční snímky, jelikož by se na nich opravy neprojevily. O těchto snímcích se zmíním v kapitole 4.

3 Skládání snímků

3.1 Skládání snímků v programu PixInsight

Pro složení snímků jsem použil program PixInsight od Pleiades Astrophoto.⁷. Po nastartování programu pro složení našich snímků použijeme proces zvaný *Batch Preprocessing* (viz obrázek 16), ten vybereme z nabídky *scripts, dále batch processing*, pak *batch preprocessing*.

PixInsight 1.8		– a ×
FILE EDIT VIEW IMAGE PREVIEW MASK PROCESS SCRIPT	WORKSPACE WINDOW RESOURCES	
и оз 🕫 🗗 🗈 🖿 Пада/к 💌 🔶 💥 🛠 💠 🔶		«♀!«ब□!!
sole		
⁵ O		
96 A 2		
Pro		
A		
20		
Batch Preprocessing Script v1.46		? ×
Bias Darks Flats Lights		
V Ringing 1		A script for calibration and alignment of light
• IMG 4030.CR2	w crear w kemove Selected	Copyright (c) 2012 Kai Wiechen.
• IMG 4031.CR2		Copyright (c) 2012-2017 Pielades Astrophico.
IMG 4032,CR2		
IMG_4033.CR2	Calibrate only	
€ IMG_4034.CR2		
IMG_4035.CR2	Image Integration	
IMG_4036.CR2	Combination: Average	Clabel Options
IMG_4037.CR2	Rejection algorithm: Winconized Sigma Clipping	
IMG_4038.CR2		CFA images Up-bottom FITS
IMG_4039.CR2	MINMAX ION: 1 4	Optimize dark frames Use master bias
IMG_4040.CR2	Min/Max high:	Generate rejection maps Use master dark
IMG_4041.CR2	Percentile low: 0.20	Save process log
IMG_4042.CR2	Percentile high: 0.10	
IMG_4043.CR2	Sigma low: 3.00	Registration Reference Image
IMG_4044.CR2	Sigma binh: 3.00	R0E0T0/M42_31012021/jidb//IMG_4037_CR2
IMG_4045.CR2		
IMG_4046.CR2	Linear Inclow: 5.00	Output Directory
• IMG_4047.CR2	Linear fit high: 3.50	D:/.ASTROFOTO/M42_31012021/proc
+ Add Files + Add Bias + Add Darks	+ Add Flats + Add Lights Add Custom	Diagnostics 🖉 Run 🛛 Exit
191		
^B S		
Le		
1000		
Â		
	×	8
S KNO ATEM WARTINGTON	8 P	8

Obrázek 16: Prostředí programu PixInsight - BatchPreprocessing

Poté k nahrání našich fotografií použijeme tlačítka *add*, pro každý typ fotek existuje jedno tlačítko. Po nahrání všech fotek dvakrát klikneme na jeden light snímek, tím ho označíme jako předmět k registraci snímků (všechny snímku se podle něj srovnají).

Na kartě Global Options zaškrtneme CFA images, export calibration frames a up bottom FITS. V bayer/mosaic pattern vybereme možnost RGGB a debayer method nastavíme na VNG. Na kartě image integration vybereme možnost Winsorized Sigma Clipping a treshold u obou hodnot nastavíme na 3,00. Generate drizzle data necháme odškrtnuté. Ostatní nastavení necháme na původních hodnotách⁸.

Poté už stačí pouze nastavit výstupní složku v poli output directory, kliknout na tlačítko Diagnostics, pokud vše proběhne v pořádku, klikneme na tlačítko Run. PixInsight nyní začne skládat naše fotografie, tento proces může trvat i dlouhé hodiny (podle počtu fotografií).

 $^{^{7}}$ I když na internetu existují freeware varianty podobných programů (například Deep Sky Stacker), v této práci se budu věnovat pouze tomuto programu, jelikož patří mezi nejpokročilejší.

⁸Toto nastavení nemusí být nejlepší pro všechny případy, jedná se pouze o nastavení, které nejčastěji používám a funguje pro mě nejlépe.

Po ukončení procesu v naší výstupní složce najdeme několik dalších složek, nás ale zajímá pouze složka master, ostatní můžeme smazat (zabírají veliké místo na disku). Ve složce master se nacházejí soubory s příponou .xisf (přípona obrázků programu PixInsight), nás bude zajímat obrázek s názvem master light, ten proto otevřeme. Na této fotce poté provádíme úpravy pomocí takzvaných procesů, každý z nich nám dovolí fotku vylepšit. Nějaké procesy nám například na fotce zredukují šum, další nám pomohou s redukcí hvězd. Na obrázku 17 je zobrazen snímek po editaci v tomto programu (není to však ideální výsledek, bohužel se mi nepodařilo pořídit lepší data). Už si ale můžeme všimnou zabarvení mlhoviny do červena.



Obrázek 17: Fotografie po zpracování v PixInsightu

3.2 Úprava snímků v programu Adobe Photoshop

Fotografii v programu Adobe Photoshop upravíme velice jednoduše. Fotografii nejdříve otevřeme, poté rozklikneme na pravé části okna kartu *Přizpůsobení*, zde vybereme filtr který pak na kartě *Vlastnosti* upravíme. Finální fotografii potom vyexportujeme. Editaci fotografie můžeme také provést v podobných programech jako například GIMP, editace probíhá podobným způsobem a bývá velmi jednoduchá a rychlá. Na obrázku 18 je zobrazeno prostředí programu Photoshop.



Obrázek 18: Prostředí programu Photoshop

3.3 Finální fotografie

Na obrázku 19 je zobrazena finální fotografie po všech úpravách.



Obrázek 19: Prostředí programu Photoshop

4 Pohyb mlhoviny v průběhu focení

4.1 Pohyb po celý rok

Pohyb mlhoviny v průběhu roku je způsobem oběhu Země kolem Slunce. Mlhovina tak postupně vychází v dřívější hodiny a zapadá později, délka viditelnosti na obloze se postupně prodlužuje. Jelikož se nejedná o cirkumpolární souhvězdí, není vidět po celý rok, ale nejlépe pozorovatelný je vidět v zimních měsících (je vidět přibližně od srpna do dubna).

4.2 Pohyb v průběhu jedné noci

Na rozdíl od celoročního pohybu je pohyb za jeden den způsoben otáčením planety Země kolem své osy. Nebeská sféra tak rotuje kolem Severního nebeského Pólu, za jeden den se otočí o 360°. My tento pohyb můžeme lehce zachytit a složit do jedné fotografie, tím nám vzniknou takzvané startrails. Nafocené fotografie naimportujeme do programu Startrails a jedním stiskem tlačítka je nám program složí⁹, viz obrázek 20.

Obrázek 20: Prostředí programu Startrails

Výsledný snímek lze vidět na obrázcích 21 a 22. Na nich je také vidět rozdíl mezi modifikovanou a nemodifikovanou zrcadlovkou, první snímek byl pořízen na modifikovaný fotoaparát s 300 mm

⁹Před zjištěním existence tohoto programu jsem pro skládání používal Photoshop (všechny snímky jsem naimportoval jako vrstvy a použil mód Zesvětlit). Tento postup je však velice neefektivní, počítač po dlouhou dobu nejde použít (vysoké využití procesoru a RAM paměti).

objektivem, druhý je nemodifikovaný s objektivem 18 mm. Lze si všimnou červeného zabarvení modifikované fotky, ta je způsobena odstraněnými filtry, fotoaparát přijímá i vlnové délky světla, které před modifikací nepřijímal. Fotku je tedy nutné upravit na správné barvy. Pro demonstraci je ale ponechána bez úprav.



Obrázek 21: Modifikovaný startrails snímek



Obrázek 22: Nemodifikovaný startrails snímek

Ze snímků však lze vytvořit i video, na to můžeme využít například konzolový program ffmpeg.exe. Program spustíme přes příkazový řádek (Win + R, zadáme cmd, stiskneme Enter) příkazem

```
./ffmpeg.exe -framerate X -start_number Y -i Z%3d.JPG -vcodec mpeg4 out.avi
```

kde X je počet snímků za sekundu, Y je číslo prvního obrázku a Z je název prvního obrázku. Pokud tak chceme video o 10 fps, které skládáme ze snímků IMG-12.PNG až IMG-150.PNG,

bude příkaz vypadat následovně.

./ffmpeg.exe -framerate 10 -start_number 12 -i IMG-%3d.PNG -vcodec mpeg4 out.avi Tomuto zpracování se říká timelapse, výsledná videa jsou dostupná na následujícím odkaze: https://rp.swpelc.eu/timelapse

5 Problémy při focení

Při začátku focení jsem se setkal s mnoha problémy, jelikož mi moje zrcadlovka neostřila (okulárový výtah nešel zasunou dostatečně hluboko do dalekohledu). Musel jsem tak čip fotoaparátu umístit co nejblíže dalekohledu. Původně jsem chtěl tuto chybu spravit použitím 3x Barlow čočky (ta se umístí před snímač a zvětší nám ohniskovou vzdálenost 3*, tím vyřeší problém nedoostření). Toto řešení se bohužel neukázalo jako příliš funkční. Na 3D tiskárně jsem si také vytiskl adaptér na okulárový výtah, který byl užší než používaný kovový typ. Bohužel ale v dalekohledu byl stále asi 0,5 cm prostor potřebný k zaostření.

Navštívil jsem proto hvězdárnu na Ondřejově, kde jsem si domluvil schůzku s Dr. Jelínkem. S ním jsme můj problém velmi efektivně vyřešili, a to sice posunutím primárního zrcadla o pár milimetrů vzhůru. To vyřešilo všechny mé problémy. Na obrázku 23 je vidět snímek pořízený před posunutím primárního zrcadla (na obrázku má být pouze jeden světelný bod, místo něj je ale vidět obrys primárního zrcadla a tepelné děje v atmosféře).



Obrázek 23: Špatné zaostření fotoaparátu

6 Závěr

V ročníkové práci jsem rozdělil mlhoviny do různých skupin podle jejich vzniku a vzhledu nebo podle jejich rozdělení do různých katalogů. V praktické části jsem pak provedl pozorování a záznam fotografických dat, která jsem následovně zpracoval v různých počítačových programech. Fotografie by sice mohla být zpracována lepším způsobem (například vylepšení ostrosti), ale jsem rád, že se mi ji podařilo vytvořit. Může tak být ukázkou, čeho se dá s amatérským vybavením dosáhnout. Při pozorování jsem také překonal problémy, které jsem na první pohled vůbec neočekával (největším z nich bylo nedoostření na jakýkoli objekt, které jsem vyřešil posunutím primárního zrcadla o něco výše).

7 Zdroje

Použitá literatura

- ALDEBARAN.CZ. Astrofyzika [online]. Praha: Aldebaran Group for Astrophysics, 2020
 [cit. 2020-12-04]. URL: https://www.aldebaran.cz/astrofyzika/.
- [2] ASTRO.CZ. Astro.cz [online]. Praha: Astro.cz, 2020 [cit. 2020-12-04]. URL: https://www.astro.cz.
- [3] COVINGTON, Michael A. Digital SLR astrophotography. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. ISBN: 978-0-521-70081-8.
- [4] GREGERSEN, Erik. The Milky way and beyond: An explorer's guide to the Universe. New York (USA): Britannica Educational Publishing, 2010. ISBN: 978-1-61530-053-2.
- [5] INGLIS, Mike. Astronomy of the Milky Way: The Observer's Guide to the Northern Sky.
 2nd ed. Long Island (New York, USA): Springer, 2017. ISBN: 978-3-319-49082-3.
- [6] LANG, Kenneth R. A companion to astronomy and astrophysics. Springer, 2006. ISBN: 978-0387-30734-3.
- SEEDS, Michael a Dana BACKMAN. Universe: Solar Systems, Stars, and Galaxies. 7th ed. Boston: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2010. ISBN: 978-1-111-42567-8.

Použité obrázky

- [8] THE HUBBLE HERITAGE TEAM. The Ring Nebula (M57). 1999. URL: https:// hubblesite.org/contents/news-releases/1999/news-1999-01.html.
- UHRIN, Pavel. M 45. 2019. URL: https://www.astro.cz/fotogalerie/ceskaastrofotografie-mesice.html?id=2068.
- [10] VELEBA, Jan. LDN1235. 2019. URL: https://www.astrobin.com/ornpgw/?image_ list_page=2&nc=&nce=.