

AKADEMIE MÚZICKÝCH UMĚNÍ V PRAZE  
FILMOVÁ A TELEVIZNÍ FAKULTA

Filmové, televizní a fotografické umění a nová média

Obor fotografie

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Estetika astronomické fotografie

Ineza Karčáková

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Dvořák, Ph.D.

Oponent práce:

Datum obhajoby: 6.9.2018

Přidělovaný akademický titul: MgA.

Praha, 2018



ACADEMY OF PERFORMING ARTS IN PRAGUE  
FILM AND TV FACULTY

Department of photography

**MASTER THESIS**

Aesthetic of astrophotography

Ineza Karčáková

Advisory committee: Mgr. Tomáš Dvořák, Ph.D.

Examiner:

Date of thesis defense: 6.9.2018

Academic degree: MgA.

Prague 2018



### **Prehlásenie**

Prohlašuji, že jsem magisterskou práci na téma Estetika astronomickej fotografie vypracovala samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a s použitím uvedené literatury a pramenů.

V Praze dne 15.6. 2018

podpis:

### **Upozornění**

Využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, nebo jakékoliv nakládání s nimi je možné pouze na základě licenční smlouvy tj. souhlasu autora a AMU v Praze.





## **PodĎakovanie**

S úctou ďakujem vedúcemu práce Mgr. Tomášovi Dvořákovi, Ph.D. za jeho cenné rady, ďakujem za poskytnutie rozhovorov astronómom z AsÚ AV ČR a predovšetkým ďakujem RNDr. Brunovi Jungwierovi, Ph.D. za jeho čas a motiváciu pri konzultáciách.



## **Abstrakt**

Diplomovou prácou sa primárne venujem skúmaniu súčasnej estetiky astronomickej fotografie. Pod pojmom astronomická fotografia rozumieme dve rozdielne, ale zároveň na sebe závislé skutočnosti. Termínom je jednak zastrešené pole vedeckých obrazov astronomického výskumu, ktoré sú primárne určené pre užšiu skupinu odborne vzdelaných pozorovateľov, na druhej strane, však termínom sledujeme aj obrazy planét, hviezd či hmlovín, s ktorými sa bežne stretáva v médiách široká laická verejnosť. Tieto obrazy na nás pôsobia ako dôveryhodné fotografie, ale v skutočnosti sú to prvotné kvantitatívne údaje pracne prevedené do vizuálnych scén, v súlade s konvenciami fotografickej estetiky. K estetizácii obrazov dochádzalo už v dobe, kedy astrofotografia pracovala primárne s fotografickými doskami. Nové spôsoby detekcie a vizuálneho zobrazenia, ktoré spoliehajú na digitálne spracovanie údajov a digitálne spracovanie obrazu, transformujú tieto tradičné postupy a techniky. Zároveň na nich ale v mnohom nadväzujú: pokračujú v budovaní špecifickej estetiky astronomickej fotografie.

## **Kľúčové slová**

astronómia, fotografia, teleskop, vizualizácia, estetika



## **Abstract**

The diploma thesis is primarily devoted to the study of contemporary aesthetics of astronomical photography. The term astronomical photography means two different, but at the same time dependent facts. The term is covering a field of scientific images of astronomical research, which is primarily intended for a narrower group of professionally trained observers, but on the other hand, we also look at the images of planets, stars and nebulae commonly encountered by the broad lay public in the media. These images act as trusted photographs, but in fact, the initial quantitative data is practically transferred to visual scenes in accordance with the conventions of photographic aesthetics. Image aesthetization was taking place at a time when astrophotography worked primarily with photo plates. New ways of detecting and visualizing, relying on digital data processing and digital image processing, transform these traditional techniques and techniques, but at the same time they continue to do so: they continue building the specific aesthetics of astronomical photography.

## **Keywords**

astronomy, photography, telescope, visualization, aesthetics



## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Medzi vedou, umením a masovou kultúrou.....	2
3. Medzi okom, fotoaparátom a teleskopom.....	13
3.1. Astronomické kresby rukou.....	13
3.2. Farebná astrofotografia.....	18
3.3. CCD.....	21
3.4. Spektroskopia.....	22
3.5. Stĺpy stvorenia.....	24
4. Medzi krásou a vznešeným.....	41
5. Medzi umením a gýčom.....	46
6. Česká astronómia.....	49
7. Záver.....	51
Rozhovor s Brunom Jungwiertom.....	54
Zoznam použitých obrázkov.....	58
Zoznam použitej bibliografie.....	60
Zoznam elektronických zdrojov.....	63



## 1. Úvod

Ľudia sú bez použitia ďalekohľadu schopní vidieť na oblohe nepoškvrnenej svetelným smogom celkom asi tri tisíce hviezd. Najvzdialenejším objektom, ktoré naše voľné oko vidí, je galaxia M31 v súhvezdí Andromeda. Jej vzdialenosť od nás je približne dva a pol milióna svetelných rokov, to znamená, že za dobu než svetlo z M31 doletelo k nám, sa na Zemi stihlo vyvinúť ľudstvo.<sup>1</sup> Tak nesmierne ďaleko, až dva milióny svetelných rokov by mohli vidieť naše oči. Už je to však zdá sa pradávno, kedy bol človek zvyknutý na pohľad do nekonečna. Omnoho prirodzenejšie je pre nás dnes stáť pod oblohou, ktorá žiari natoľko, že nám čoraz viac bráni výhľadu do hlbokého vesmíru. Vnímanie pre nás neviditeľného sa formuje na základe fotografií vznikajúcich za pomoci teleskopov. Tieto fotografie nám neukazujú len to, čo dnes už nevidíme kvôli svetelnému smogu, ale ukazujú nám aj to, čo nevidíme kvôli zemskej atmosfére a dokonca aj to, čo nevidíme kvôli limitom ľudského zraku. Z obrovského množstva historických údajov a míľnikov vo vývoji komplikovanej astronómie a rozsiahlych dejín samotnej fotografie, som sa snažila do svojej práce zaradiť hlavne tie, ktoré sú s vybranou témou úzko späté, a to najmä vzhľadom k obmedzenému rozsahu diplomovej práce. Pre pochopenie súčasného stavu astronomickej fotografie je predsa len dôležité, uvedomiť si kde všade siahajú jej korene a čo všetko jej estetiku ovplyvňuje. Takisto dôležité je pochopiť aspoň základné princípy, podľa ktorých výsledné obrázky vznikajú. Kvôli čo najkomplexnejšiemu pohľadu do problematiky, som sa rozhodla pracovať s literatúrou v kombinácii: prevažne zahraničná odborná literatúra, archívne výtlačky populárno-vedeckého časopisu Kozmos, webové stránky mapujúce astronomický výskum a v neposlednom rade, osobné rozhovory s odborníkmi z Astronomického ústavu Akadémie vied Českej republiky.

Najväčší prelom na poli astronomickej fotografie, ktorý ovplyvňuje naše vnímanie

---

<sup>1</sup> REDD, Taylor Nola. The Andromeda Galaxy (M31): Location, Characteristics & Images. Space.com [online], 2018, 9.1. 2018

vesmíru až dodnes, nastal v období na rozhraní osemdesiatych a deväťdesiatych rokov minulého storočia. Rozširujúca sa digitalizácia a pomaly sa blížiaci masívny nástup internetu so sebou priniesli obrovské spoločenské zmeny, ktoré vyvrcholili finálnym zostrojením a vyslaním na obežnú dráhu Hubblov vesmírny ďalekohľad. Práve tomuto teleskopu venujem najväčšiu časť textu. Pohľad na galaxiu M31 v Andromede je pri vedomí, že sa pozeráme do vzdialenosti dva milióny svetelných rokov prinajmenšom ohromujúci. Avšak Hubblov teleskop nám poskytol pohľad ešte ďalej – takmer do obdobia vzniku samotného vesmíru. Fotochémia sa postupne vymieňala za káble a fotokomory za počítačové miestnosti. Výhodou a zároveň nevýhodou fotografie je jej schopnosť nekonečnej reprodukovateľnosti. Digitalizáciou a internetom moc obrazu výrazne vzrástla. Technológie, ktoré sú stále jednoduchšie prístupné širokej verejnosti, spôsobili veľký rozmach amatérskej astrofotografie, ktorá je dnes na takej úrovni, že je často obtiažne rozoznať ju od fotografií vznikajúcich vďaka obrovským observatóriám. Súčasná vedecká astronomická fotografia nevzniká stotinu sekundy po jednoduchom stlačení spúšte, tak ako bežná fotografia vytvorená našim mobilom. Na to, aby sme v médiách mohli vidieť relevantné fotografie vesmíru, je nevyhnutná práca astronómov.

Estetika astronomickej fotografie ešte aj dnes nadväzuje na svojich dávných predchodcov a na základe najviac skloňovaných estetických kategórií ako sú krása, vznešeno a gýč, hľadám jej charakter.

## 2. Medzi vedou, umením a masovou kultúrou

Pri ilustračných obrázkoch či už v online médiách, alebo v tlačенých časopisoch, sa často nachádza popis “umelecký pohľad” na konkrétny jav alebo objekt, o ktorom viac hovorí



text v článku o vesmíre. Síce to nie je pravidlom, ale pri hľadaní by sme nemuseli chodiť ďaleko. Zdá sa, že ten kto nazýva vizualizácie umeleckým znázornením, môže mať pravdepodobne určité nedostatky v dejinách umenia. Použité obrázky v populárnej literatúre a umelecké dielo, by snád' mohlo prepojiť remeslo, ktoré za nimi stojí, ale ak by sme sa opýtali na názor teoretikov umenia, je pravdepodobné, že by formuláciu popisu obrázku dokázali vyvrátiť radom argumentov. Ak by som sa v mojej práci rozhodla demonštrovať rozdielnosť vizualizácií, ktorým sa inak v texte primárne venujem, s reálnou umeleckou tvorbou, obrátila by som svoj záujem na práce súčasných autorov ako sú napríklad Katie Paterson, Thomas Ruff alebo Trevor Paglen. Všetci vymenovaní vo svojej tvorbe tematicky nadväzujú na problematiku vesmíru. Zámer a estetika, s ktorou pracujú ale nevzniká s úlohou predať výsledok do masovej výroby – čo je jednou zo základných princípov, na ktorých sú postavené fotografie vesmíru, ktoré nás najbežnejšie obklopujú. To čo laici nazývajú "pekné obrázky", často dokonca "krásne", sú vyleštené verzie legitímnych vedeckých fotografií doplnené o falošné farby. Takéto fotografie sa predávajú napríklad ako kalendáre, alebo v extrémnom prípade aj ako potisk na tričku, a týmto spôsobom pomáhajú vzbudiť verejný záujem o vesmírne misie. Fotografie sú primárne určené pre tlačové správy alebo do "pekných kníh". Nie sú nič s čím by astronómovia pracovali, ale nie je to ani nič čo by bolo umiestnené v galérii. Je to marketing, reklama na astronomický výskum, tak aby verejnosť nadobudla pocit, že obrovské množstvo peňazí investované do vedy dáva zmysel. Zaujať verejnosť ostrými fotografiami doplnenými o farby je jednoduchšie, než odborným textom.

„Vytvářím snímky pro potěchu lidského oka (a hlavně pro popularizaci astronomie) a tedy zobrazuji věci vědcům již známé. Ale pořizuji i data, která se pak využívají k preciznějšímu bádání. Pravidlem ale je, že až na výjimky mnoho vědecky cenných obrázků bývá laické veřejnost velice neatraktivních. Až následná vizualizace (která se ale už nedá analyzovat) zas lahodí laikům.“<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Popisuje svoju prácu v interview Peter HORÁLEK, astrofotograf a popularizátor vesmíru v ČR. Praha 14. 3. 2018

Väčšie, alebo menšie paralely medzi vedou všeobecne a umením, by sme mohli hľadať naprieč celou históriou ľudstva. V renesancii boli veda a umenie považované za veľmi blízke disciplíny, v mnohom sa prekrývajúce a súčasne formujúce smerovanie spoločnosti. Neskôr bol akceptovaný názor, že úlohou vedy je stáť analyticky, racionálne a reprezentatívne na objektívnych základoch, zatiaľ čo umenie je subjektívne, emocionálne a intuitívne. Aj z tohto názoru sme už vyrástli a v súčasnosti sme si plne vedomí toho, že síce veda a umenie nie sú všeobecne vnímané ako podobné, neznamena to, že skutočne nie sú prepojené. Súčasné umenie môže úplne slobodne napodobňovať, parodovať, alebo racionálne prepájať kreativitu s vedeckými zisteniami. V opačnom prípade to síce tak jednoznačne neplatí, ale je bežnou praxou, že vedci pracujú vo veľkých tímoch a výsledky svojich výskumov pred zverejnením posúvajú do oddelení, kde sú na základe ich meraní vytvárané esteticky príťažlivé vizualizácie. V týchto laboratóriách spolupracujú odborníci na veda s odborníkmi na estetiku. Na webových stránkach NASA (Národný úrad pre letectvo a vesmír) alebo ESO (Európske južné observatórium) nájdeme každý deň nový obrázok určený pre verejnosť. Napríklad ESO má pre tento účel oddelenie v Mníchove, kde pracuje mnoho ľudí, ktorí sa snažia previesť výsledky vedeckých článkov na fotografie, ktoré sú zaujímavé pre laikov.<sup>3</sup>

Na publikovaných fotografiách sú často najzaujímavejšie farby, ktoré samotných vedcov až tak nezaujímajú, pretože nepracujú s finálnou fotografiou ako s celkom, ale pracujú s jednotlivými pixelmi. Vedci sa sústreďujú na čísla, ktoré sú v pixeloch zastúpené a farby sú do obrázkov priradované až na základe určenej farebnej stupnice.<sup>4</sup> Rozhodnutie, čo považovať za esteticky zaujímavé je síce subjektívne, ale za každou fotografiou je fyzikálna informácia, ktorá je zaujímavá aspoň z vedeckého hľadiska. Zamestnanci marketingových oddelení, sú ľudia, ktorí sa snažia urobiť kontrastné fotografie, ktoré kombinujú snímky z rôznych oblastí spektra a tie zas ukazujú rôzne fyzikálne vlastnosti.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Podrobnejšie na: <https://www.eso.org/public/czechrepublic/outreach/>

<sup>4</sup> LYNCH, Michael, Y. EDGERTON Jr, Samuel. Abstract Painting and Astronomical Image Processing. The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science, editor Alfred I. TAUBER, 103–124. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.str.190

<sup>5</sup> Hubblecast 104: Illustrating Hubble's discoveries. In: Youtube.com [online], 2017, 9.12.2017 [cit. 13.6. 2018]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=7&v=oeedemzl9cA](https://www.youtube.com/watch?time_continue=7&v=oeedemzl9cA)

“Myslím, že nejlépe to vystihuje slovo „popularizace“. Tedy formou lidem „populární“ (oblíbenou či přístupnou) se snažím poukázat na to, co vědci třeba hlouběji zkoumají. Pochopitelně svou fotografickou činností zdaleka nezahrnu vše, co astronomie v současné době obsahuje jaké cíle výzkumu, ale přinejmenším – jak s oblibou říkám – svou fotografickou tvorbou přibližuji veřejnost „hvězdám blíž“.“<sup>6</sup>

Vesmír je jednou z najpríťažlivejších záhad, ktoré sprevádzajú ľudstvo už od nepamäti. Ak by sme sa presunuli o niekoľko dekád do minulosti, ešte pred vynález fotografie, ktorá výrazne preťala pomyselnú časovú os vývoja vedy, narazili by sme na vedecké obrázky, ktoré boli odkázané na využívanie ľudskej kresby. Tieto kresby sa snažili o čo najvernejšie zobrazenie reality, no subjektívny vklad autora je pri ručnej kresbe neoddeliteľný. John Frederick William Herschel bol anglický astronóm a matematik, ktorý vytvoril v dvadsiatych rokoch devätnásteho storočia jeden z prvých katalógov, ktorý obsahoval kresby hmlovín, planét, hviezd a dvojhviezd, Mliečnu dráhu a takisto poznámky o tom ako postaviť, opraviť, alebo inak vylepšiť optiku ďalekohľadu. Boli to veľmi podrobné zobrazenia konkrétnych javov pomocou grafitovej ceruzky.<sup>7</sup> Aj v tej dobe všeobecne známa skutočnosť, že vklad autorského rukopisu je podstatnou súčasťou manuálnej kresby, viedla samotných vedcov k vytvoreniu technického prístroja, ktorý by dokázal čo najvernejšie zaznamenávať pozorovania. Vynález fotografie bol v tomto ohľade veľkým víťazstvom a na poli astronomického výskumu sa stala najobjektívnejším nástroj zobrazenia. "Její vynález byl zakotven v tradici novověkého rozdělení na subjekt a objekt a opíral se o fyzikálně chemické poznatky, což jí propůjčilo status vědeckého důkazu. Na rozdíl ode všech předešlých způsobů zobrazení (jež vznikala manuálním způsobem, a tudíž odrážela individuální rukopis) uvedla

---

<sup>6</sup> Interview s Petrom HORÁLKOM, astrofotograf a popularizátor vesmíru v ČR.Odpoveď na otázku či pokladá farebné fotografie vesmíru za vedu alebo umenie. Praha 14. 3. 2018

<sup>7</sup> NASIM, Omar W. Observing by hand: sketching the nebulae in the nineteenth century. London: University of Chicago Press, 2013.str.1

technický typ obrazu, ktorý vytvoril nový standard objektivitu vizuálneho sdelení."<sup>8</sup>

Od polovice dvadsiateho storočia, najmä v prípade hviezdnych objektov, sa astronómia presúva od vizuálnej svetelnej astronómie k neviditeľným vlnovým dĺžkam, čo ale nevyklučuje ich potrebu vytvárať nové obrázky. Väčšina fotografií od dvadsiateho storočia vzniká za spolupráce fotoaparátu a spektroskopu.<sup>9</sup> Dodnes však zohrávajú fotografie zo spomenutého obdobia ústrednú úlohu v našom chápaní hmlovín a galaxií. Vďaka fotografii sme schopní pozorovať aj to čo pri priamom pozorovaní nie je zreteľné. Jednak sa od čias vynálezu fotografie posunul dopredu vedecký vývoj v oblasti optickej pozorovacej techniky, zároveň sa z tmavo čiernej oblohy stala na mnohých miestach takmer jednoliatá hnedo-oranžová masa, len s malými oknami do vesmíru. Naše predstavy o fotografovaní vesmíru sa kedysi viazali len na čierno-biele fotografie nočnej oblohy, snímané zo Zeme pomocou veľkého teleskopu na sklenené doštičky potreté svetlo citlivou emulziou. Dnes je už naše vedomie naučené pri myšlienkach o vesmíre, predstavovať si veľkolepé farebné abstrakcie.

Súčasnú fotografiu vesmíru, ktoré sú publikované v širokej kultúrnej škále, sú väčšinou realistickými vizualizáciami vzdialeného, nedosiahnuteľného a neoveriteľného času a priestoru. Obklopujú nás "krásne" obrázky, ktoré nám chcú vnuknúť dojem právoplatného pohľadu na zobrazenie fyzikálnych javov. Je to však ilustrácia nameraných údajov, ktorá zobrazuje vesmír tak ako by sme ho mohli vidieť keby sme vlastnými očami mohli pozorovať celú škálu svetelného spektra. My ho však nevidíme a pravdepodobne vidieť nikdy nebudeme. Tak koľko dôvery môžeme vkladať do reality zastupujúcej číselné informácie? Astronómia si nemusia byť vždy plne vedomí toho, do akej miery nimi vzniknuté obrázky formujú globálne myslenie. Haly observatórií a univerzitných astronomických oddelení sú plné jasných, farebne výrazných obrazov. Rozšírenie týchto obrazov potvrdzuje nie len ich dôležitosť kvôli vedeckým informáciám, ale hlavne to, že majú nevyvrátiteľný vplyv na to ako nám astronómia predstavujú vesmír, bez ohľadu na to čo skutočne robia na svojich

---

<sup>8</sup> ANDĚL, Jaroslav. Myšlení o fotografii. V Praze: Nakladatelství Akademie múzických umění ve spolupráci s Grantovou agenturou České republiky, 2012. ISBN 978-80-7331-235-0. str. 124

<sup>9</sup> APPENZELLER, I. Introduction to astronomical spectroscopy. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 1107601797.str.6

stoloch, a hlavne počítačoch, s číslami a grafmi.<sup>10</sup> Vzhľad obrázkov závisí od starostlivej voľby astronómov, ktorí spracúvajú namerané údaje a priradujú im farby, upravujú kontrasty a skladajú jednotlivé obrázky do seba. Za obrázkami je bez pochyb viac než len zdanlivá snaha o čo najfarebnejšie a najprirodzenejšie kompozície. Pri vytváraní obrázkov musia astronómia určiť, ako čo najlepšie preložiť neviditeľné atribúty do viditeľnej formy, zabezpečiť aby boli výsledky vedecky platné a hlavne esteticky atraktívne. V mnohých prípadoch esteticky atraktívne pre čo najširšiu masu ľudí.

"Temný oblak na pozadí oranžovej a modrej, smerujúci od spodu až nahor je jasne osvetlený z hornej časti. Z obrázku sála majestátnosť, žiarivosť, jedinečnosť - to všetko účinne púta divákovu pozornosť."<sup>11</sup> Takto popisuje konkrétnu fotografiu Elizabeth A. Kessler. Jej slová však dostatočne dobre vystihujú veľkú časť fotografií, ktorým sa v mojom výskume venujem. Čím viac sa ale snažíme priblížiť, čím viac sa laicky snažíme identifikovať to čo je zachytené na obrázkoch, tým viac sa vzdávame od jednoznačného vysvetlenia. Máme dojem, že to čo vidíme je niečo plynné a vzdušné. Mnoho obrázkov z Hubblovho teleskopu nám môže pripomínať pozemské geologické a meteorologické formácie, ktoré by sme naprieč históriou umenia našli napríklad v zobrazeniach romantickej krajiny amerického západu. Výrazné farby na fotografii, ale prevyšujú ktorékoľvek mračná tých najhrozivejších letných búrok, ktoré sme kedy zažili.<sup>12</sup> *Orlia hmlovina* je jedným z najznámejších pohľadov na vesmír, ktoré poskytol Hubblov teleskop od čias jeho spustenia v apríli 1990. Viac sa jej budem venovať v nasledujúcich kapitolách.

Na rozhraní osemdesiatych a deväťdesiatych rokov minulého storočia vypracovali sociológ Michael Lynch a historik umenia Samuel Y. Edgerton odbornú štúdiu, ktorá vypovedá o povahe vtedajšej astronomickej fotografie. Ich výskum prebiehal približne dva roky, počas ktorých navštevovali laboratória pre spracovanie obrazu v oddelení astronómie na

---

<sup>10</sup> KESSLER, Elizabeth A. *Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.str.9

<sup>11</sup> KESSLER, Elizabeth A. *Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.str.1

<sup>12</sup> Taktiež tam

Bostonskej univerzite a v centre astrofyziky na Harvard Smithson.<sup>13</sup> Hlavným zámerom ich výskumu bolo sledovať aké estetické hodnoty pripisujú svojim dielam vedci a zároveň, formulovať to, čo vlastne znamená estetika v kontexte vtedajšej vedeckej práce. Pre svoj výskum sa rozhodli stretávať sa s odborníkmi najmä pri ich práci a to hlavne pri príprave obrázkov pre knižnú publikáciu, pre publikáciu v časopisoch a pre verejné prezentácie. Vedcom kládli otázky, tak aby zistili, ktoré obrázky podľa nich zodpovedajú pomenovaniu "pekne" a snažili sa podchytiť inšpiračné zdroje vplyvajúce na voľbu kompozícií farieb pri tvorbe vizualizácií. Autorov štúdie zaujala v prvom rade podobnosť falošne farebných obrázkov astronomických javov s obrazmi umelcov na konci devätnásteho a začiatku dvadsiateho storočia. Hľadali spojitosť umenia a súdobej astronómie na základe prirovnania digitálneho obrazu k Seuratovému pointilizmu, Monetovým maliarskym experimentom a samozrejme k výraznej abstrakcii v tvorbe Kandinského a Kleea.<sup>14</sup> Skúmané obdobie krátko po nástupe digitalizácie znamenalo pre vedcov pracovanie s novými zobrazovacími technológiami, vytváranie rozdielnych estetických úsudkov pri tvorbe obrazov buď pre analýzu, alebo pre publikáciu. Nové spôsoby detekcie a vizuálneho zobrazenia údajov a zároveň digitálne spracovanie obrazu rýchlo transformovali túto starodávnu vedu. Od konca dvadsiateho storočia astronómia už zďaleka nie sú viazaní len na pozorovanie nočnej oblohy vlastným očami skrz teleskop. Ich zistenia sa výrazne opierajú o dôveru v digitálne údaje. Podstata ich práce spočíva v kombinovaní a prekrývaní jednotlivých digitálnych údajov, v skúšaní rôznych spôsobov vizualizácie, v prevode údajov do číselných hodnôt. Z astronómie, ktorú sme dlho obdivovali vďaka tajomným čierno-bielym fotografiám vznikajúcim vďaka astronómom pracujúcim vysoko v horách, sa zavedením digitálneho vybavenia, softvérov na spracovanie optických, rádiových a röntgenových dát, stala laboratórna veda. Astronómia sa presunuli do laboratórií, kde pracujú na počítačoch s údajmi zo vzdialených observatórií, alebo z ešte vzdialenejších detektorov na obežnej dráhe Zeme. V spomínanom období osemdesiatych rokov sa začali používať CCD čipy, ktoré sa vo vylepšenej verzii používajú dodnes. Svetlo z nebeských objektov, ktoré si astronómia zamerajú ďalekohľadom, sa

---

<sup>13</sup> LYNCH, Michael, Y. EDGERTON Jr, Samuel. Abstract Painting and Astronomical Image Processing. The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science, editor Alfred I. TAUBER, 103–124. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.str.110

<sup>14</sup> Taktiež tam

zhromažďuje a konvertuje na digitálne elektromagnetické signály. Hodnota pixelov, môže napríklad reprezentovať intenzitu dopadajúceho žiarenia na konkrétnom mieste detektora, takže celé pole tvorí dvojrozmernú mapu intenzity gradientu.<sup>15</sup> Spracovaním obrazu je možné zobraziť konkrétnu množinu čísel ako mapu obrysov, čierno-biely alebo farebný obraz, prípadne číselnú maticu. Oddelené zábery sa môžu pridať k sebe navzájom, zvýšiť kontrast signálu alebo šumu a uložiť snímky nasnímané pri rôznych vlnových dĺžkach. Zatiaľ, čo analógová fotografia nie je schopná selektívne odhaľovať relevantné detaily, digitálne zobrazovanie s prístupom ku geometrickému poli pixelov umožňuje aby prvky obrazu boli priamo ovládané.

"Obrázky môžu byť reprezentované z hľadiska gradientov sivých či sérií obrysových línií, ale boli vyvinuté aj hardvérové a softvérové nástroje, ktoré umožňujú používať farbu ako index pre špecifikovanie zistenia. Farebné "palety" alebo "vyhľadávacie tabuľky" prekladajú čísla v digitálnom obrázku do kombinácie farieb "pravdivé", "rozšírené" alebo "falošné".<sup>16</sup>

Síce technológia spracovania obrazu umožňuje vedcom pracovať s farbou ako s indexom pre gradienty intenzity a iné numerické vlastnosti, farebné obrázky sú zriedkakedy publikované v odborných časopisoch. Tie isté merania, ktoré sú vyobrazené v populárnych časopisoch ako lesklé farebné obrázky, sú vo vedeckých časopisoch v podobe grafov, obrysov a máp. Je to čiastočne spôsobené tým, že pre astronómov je jednoduchšie a prínosnejšie interpretovať intenzitu cez stupnicu šedej, než cez paletu farieb a zároveň farebná tlač je finančne príliš nákladná pre tieto účely. "Pekné obrázky" nie sú ale podľa slov astronómov vytvárané len kvôli popularizácii vesmíru, ale aj kvôli finančnej podpore astronomického

---

<sup>15</sup> LYNCH, Michael, Y. EDGERTON Jr, Samuel. Aesthetics and digital image processing: representational craft in contemporary astronomy, *Picturing Power: Visual Depiction and Social Relations*. editor G. FYFE, J. LAW, 184-220. London Routledge and Kegan Paul, 1988.str.188-189

<sup>16</sup> Taktiež tam

výskumu.<sup>17</sup> V závere štúdie dvojica autorov vyvrátila priamu alebo úmyselnú nadväznosť na umeleckú tvorbu, aj keď niektoré obrázky vesmíru bezpochýb nadobúdajú výraznú podobnosť s umením.

Obdobie, počas ktorého pracovali Lynch a Edgerton na svojej štúdií, bolo pomerne krátke obdobie medzi analógovými princípmi používanými v astronómii a vypustením Hubblovho teleskopu na obežnú dráhu Zeme. Digitalizácia priniesla zásadné zmeny vo vizualite astronomických výskumov, ktoré obrázky z Hubblovho teleskopu ešte prekročili o niekoľko krokov dopredu. Hubblov teleskop sa postaral o revolučný pohľad na vesmír, oslobodil naše videnie od zemskej atmosféry a produkované obrázky zažili neprekonateľnú popularitu. Neostali len v časopisoch a knihách o vesmíre, ale fotografie aj po vyše dvadsiatich piatich rokoch presakujú do všetkých rovín masovej kultúry - od potlače na tričko, až po textúry pre počítačové hry, pričom sci-fi filmy sú samozrejmosťou.

Hľadať základ inšpirácie astronómov pri tvorbe obrázkov v dejinách umenia mi pripadá nepresvedčujúce. Podobnosť pointilistických malieb s digitálnym obrazom je však nevyhlíditeľná. Pointilizmus je umelecký štýl maľby, pri ktorom maliari radia do malých vzdialeností body v základných farbách tak, že pri odstupe od obrazu má divák dojem mnohých rôznych farieb. Technika bola založená na schopnostiach vnímania oka a mysli, ktoré miešajú jednotlivé body do farebnej škály.<sup>18</sup> To isté sa odohráva pri šume na fotografii. Autori astronomických obrázkov určených pre propagáciu vedy medzi široké povedomie ľudí, sa musia spoliehať na dobre osvedčené estetické normy, ktoré sú ľahko zrozumiteľné. Estetické normy v dejinách umenia sú dobre známe prevažne medzi teoretikmi umenia a samotnými umelcami, ale nie medzi laikmi, medzi ktorých v tomto prípade spadajú aj vedci. Po vlastnej skúsenosti s rozhovormi s astronómami z Astronomického ústavu AV ČR usudujem, že sa o umenie nezaujímajú, teda zjavne nie do takej miery, aby sa mohli na základe dejín umenia inšpirovať pri svojej práci. Obrázky pre popularizáciu vedy slúžia skôr

---

<sup>17</sup> LYNCH, Michael, Y. EDGERTON Jr, Samuel. Aesthetics and digital image processing: representational craft in contemporary astronomy, *Picturing Power: Visual Depiction and Social Relations*. editor G. FYFE, J. LAW, 184-220. London Routledge and Kegan Paul, 1988.str.191-192

<sup>18</sup> RUHRBERG, Karl, editor Ingo F WALTHER. Umění 20. století: malířství, skulptury a objekty, nová média, fotografie, I. díl. Praha: Slovart, 2011. ISBN 978-80-7391-572-8.str.12-13



ako reklama, niečo ľúbivé, čo po nás - po laikoch v oblasti vedy, na prvom mieste žiada pozitívne emócie bezprostredne, bez hlbšieho premýšľania. Samozrejme vedecké obrázky, ktoré sú falošne farbené sa dajú interpretovať na základe fyzikálnych vlastností, ale väčšine ľudí stačí, že sú farebné a "krásne". Farebný a krásny je západ Slnka. Prírodný úkaz, ktorý nás sprevádza miliardy rokov, pričom Slnko nie je nič iné, než k nám najbližšia hviezda. A fotografie západu Slnka dnes nie sú považované za nič iné, než gýč.

Podme sa teda bližšie pozrieť na najzákladnejšie "tipy a triky", ktoré sa skrývajú za oku lahodiacim obrázkom vesmíru. Úplným základom je kompozícia. Ak by sme sa rozhodli fotografovať napríklad zátišie v ateliéri, výhodou je, že pred finálnym stlačením spúšte na fotoaparáte, si môžeme predmety presúvať a komponovať ich do vtedy, kým nie sme spokojní. To isté platí aj pri nasvietení predmetov. Nevýhodou astronomickej fotografie, ktorú produkuje aj Hubblov vesmírny ďalekohľad je, že kvôli tomu, aby výsledná kompozícia lahodila ľudskému oku, nemôžeme presvedčiť hviezdy, alebo galaxie, aby sa na náš rozkaz zoradili inak ako prirodzene sú. Ak by sme ich aj mohli presvedčiť, na ich presun by sme museli čakať niekoľko miliárd rokov. Kvôli tejto obmedzenej flexibilitě sa astronómovia pri tvorení populárnych obrázkov často obracajú k orezávaniu a otáčaniu obrazu. Tradičné astronomické fotografie snímané pozemnými teleskopmi boli zvyčajne publikované tak, že vrchná časť fotografie znamenala pre diváka sever alebo bola pri fotografii publikovaná mapka určujúca polohu objektov.<sup>19</sup> Príchodom vesmírneho teleskopu sa tento zaužívaný princíp musel pozmeniť. Na rozdiel od teleskopov používaných zo Zeme, Hubble je na obežnej dráhe a môže otáčať kamerami akýmkoľvek smerom astronóm pre svoje pozorovanie potrebuje. Kamery nainštalované do Hubblovho teleskopu boli prispôbené k tomu, aby zachytili fotografie v čo najvyššom rozlíšení, čo prakticky to znamená, že v porovnaní s vtedy tradičnými pozemnými teleskopmi - napríklad kamera MOSAIC v teleskope KPNO 0,9 metra, mala 990 krát väčšie zorné pole než kamera WFPC2 použitá vo vesmírnom

---

<sup>19</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.189

teleskope od roku 1993 do roku 2009.<sup>20</sup> Výsledkom obrázkov z Hubbľa je, že síce dokáže vidieť jemné detaily, ale často ako malý výrez celého objektu. Tak sa vytvára dojem, že zachytený objekt je obrovský. Pravidlá zlatého rezu pri orezávaní astronomickej fotografie nie sú ničím výnimočným.

Posudzovanie krásy je síce veľmi individuálne, napriek tomu ale existujú niektoré vlastnosti, ktoré sú spoločné pre väčšinu príťažlivých obrázkov. Atraktívne obrázky bežne obsahujú niečo, čo je nášmu zraku dobre známe. Pri astronomických obrázkoch je dôležitým vizuálnym vodítkom pre diváka prítomnosť hviezd. Fotografie vesmíru nasnímané v infračervenom alebo röntgenovom svetle nemajú v sebe tento vizuálny kód a tým je pre nás ich interpretácia zložitejšia. Neskúsenému pozorovateľovi by sa mohlo zdať, že na fotografii je zachytený napríklad mikroskopický záznam buniek. Prepojením oboch - to znamená pre nás známe s pre nás neznámym sa vytvára "ideálna kombinácia" pre vizuálnu príťažlivosť. Niektoré typy nebeských objektov majú výhodu v tom, že prirodzene obsahujú zaujímavé vizuálne prvky. Za jedny z tých najzaujímavejších objektov vo vesmíre sú všeobecne považované oblasti tvoriacich sa hviezd. Na fotografiách ich spoznáme ako obrie mraky plynu, takzvané pôrodnice hviezd.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.189

<sup>21</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.199-200

### 3. Medzi okom, fotoaparátom a teleskopom

#### 3.1. Astronomické kresby rukou

„Obraz může být reprezentativní pro určité období právě v takové míře, v jaké ukazuje narušení logiky reprezentace, která v dané době působí. I logika estetického režimu je však logikou narušení jednoduchého schématu sledu historických období.“<sup>22</sup>

*Jacques Rancière*

Astronómia je považovaná za najstaršiu vedu. Základy pre jej vznik nájdeme už v období, keď sa z človeka lovca a zberateľa stával pestovateľ a chovateľ, ktorý musel pozorovať oblohu a chápať podstatu javov a úkazov na nej, hlavne ak nechcel prísť o svoju úrodu. Pre porovnanie súčasných fotografií z vesmíru s našou každodennou realitou je dôležité uvedomiť si, ako pracujú teleskopy v porovnaní s našim zrakom. Počas mnohých storočí bolo voľné ľudské oko jediným nástrojom pre pozorovanie oblohy. Pri počiatkoch astronómie boli pozorujúci nútení pre zaznamenanie oblohy používať len schopnosti vlastných rúk. To čo videli očami následne zakresľovali rukami, pretože ešte neexistoval svetlomitlivý film a už vôbec nie digitálny fotoaparát. Astronómovia nebesá zobrazovali v plochých, ale esteticky príťažlivých kresbách na základe tradičnej schémy, ktorá vznikala v súlade s miestnymi mýtmi o kozmológii. Napríklad Babylončania a Gréci zosobňovali nebeské konštalácie na základe bohov a hrdinov, ktorí boli tesaní a maľovaní ako náboženské pamiatky. Rozdielne čítali oblohu Mayovia alebo Číňania.<sup>23</sup> Sledovanie Halleyovej kométy v stredovekých kronikách alebo v starovekých zvitkoch môže byť záležitosťou viac než detektívnou, pretože popis astronomických úkazov z tejto dávnej histórie býva až

---

<sup>22</sup> FIŠEROVÁ, Michaela. *Obraz a moc: rozhovory s francouzskými mysliteli*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2635-2.str.105

<sup>23</sup> LYNCH, Michael, Y. EDGERTON Jr, Samuel. *Abstract Painting and Astronomical Image Processing. The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science*, editor Alfred I. TAUBER, 103–124. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.str.103

rozprávko-fantastický. Jednak sa k súhvezdiam viažu najrôznejšie legendy a zároveň popis polohy objektov alebo javov na oblohe a čas pozorovania je nepresný, najmä vzhľadom na rôznorodé časy a kalendáre, ktoré sa vtedy používali. Po vynáleze ďalekohľadu sa štruktúra archívnych záznamov vyvinula k lepšiemu, pretože astronómovia si začali uvedomovať nutnosť čo najpresnejšie určovať čas a pozíciu na oblohe.<sup>24</sup>

"Velkou nevýhodou všech v podstatě vizuálních, záznamů je však jejich subjektivní povaha: nikdy si nemůžeme být jisti, že pozorovatel něco neopominul, neúplně zakreslil anebo, že prostě nedopustil nějaké elementární chyby."<sup>25</sup>

Špeciálny vizuálny jazyk vytvorený v renesancii, ktorý dnes poznáme ako geometrickú lineárnu perspektívu s tieňovaním, má korene v kultúrnych postojoch kresťanskej Európy. Renesanční myslitelia ako aj ich stredovekí predkovia sa snažili rozoznať boží morálny plán pre vesmír. Realita renesančného perspektívneho obrázku bola postavená na základe euklidovskej geometrie, ktorá poskytla kvantitatívne vysvetlenie toho ako funguje ľudské oko.<sup>26</sup> Tie isté pravidlá, ktoré popisovali optiku ľudského oka viedli ku konštrukcii optických zariadení ako je napríklad teleskop. Racionalizácia zraku vznikla pochopením geometrického perspektívneho obrazu. V roku 1610 takmer súčasne obrátili ďalekohľad k hviezdám taliansky fyzik Galileo Galilei, S. Marius z Ansbachu a T. Harriot v Londýne.<sup>27</sup> Galileo bol ale prvý, ktorému sa podarilo publikovať jeho pozorovania čím sprostredkoval ľuďom nový zážitok - technologický pohľad. Pozoroval a zakresľoval rôzne mesačné fázy a niektoré z jeho detailných zákresov boli graficky spracované a publikované v knihe s názvom *Nuncius sidereus* - v preklade Hviezdny posol.<sup>28</sup> Je to krátke astronomické pojednanie uverejnené 13. marca 1610. Bola to prvá zverejnená vedecká práca založená na pozorovaniach

---

<sup>24</sup> GRYGAR, Jiří. Archivy a dnešek astrofyziky. KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1984, roč. 15, č. 3., str. 95

<sup>25</sup> Taktiež tam

<sup>26</sup> KEMP, Martin. Seen | Unseen : Art, science, and intuition from Leonardo to the Hubble telescope. Oxford University Press, 2006. ISBN10 0199295727.str.22-27

<sup>27</sup> KLEPEŠTA, Josef. Fotografický průzkum vesmíru. Praha, 1957, str.23

<sup>28</sup> Taktiež tam

uskutočnených prostredníctvom teleskopu a obsahuje výsledky Galileoových skorých pozorovaní Mesiaca, stoviek hviezd, ktoré neboli viditeľné ani v Mliečnej dráhe, ani v niektorých súhvezdiach voľným okom a medicíanskymi hviezdami, ktoré sa zdajú byť okolo Jupitera.<sup>29</sup> Johannes Kepler v tom čase na dvore Rudolfa II. v Prahe vyskúšal malý holandský ďalekohľad. Vo svojej knihe *Dioptrica* navrhoval vylepšenia šošovky tak aby sa zväčšilo zorné pole a takisto doporučoval celkové zväčšenie ďalekohľadu.<sup>30</sup> Medzi najdôležitejšie astronomické kresby patrí záznam supernovy. Výbuch supernovy je udalosť, ktorá nastane priemerne raz za storočie. Od čias objavenia ďalekohľadu nebola však v našej galaxii pozorovaná žiadna. Posledná supernova v Mliečnej ceste bola pozorovaná v roku 1604 Keplerom v súhvezdí Hadonosa. Pred ním mal možnosť vidieť supernovu Tycho Brahe v roku 1572 a pozoroval ju 457 nocí. Hovorí o nej v knihe *De nova stella - O novej hviezde*, v ktorej je aj kresba súhvezdia Kasiopeja so zakreslenou polohou supernovy v blízkosti hviezdy chí Cas.<sup>31</sup>

Od devätnásteho storočia sa základným prvkom pre astronomické pozorovanie stáva ďalekohľad v spojení s fotoaparátom. Posledným veľkým ďalekohľadom, ku ktorému ľudia prikladali oči bol Leviathan teleskop (1,8m zrkadlo) skonštruovaný v strednom Írsku v roku 1845. K ďalekohľadu nebol pripevnený fotoaparát, aj keď fotografia v tom čase už bola oficiálne vyhlásená. Týmto ďalekohľadom boli pozorované prvé galaxie na čo sa prišlo až s odstupom času. V tej dobe sa ešte nevedelo, že sú to galaxie. Astronómovia videli tvar, ktorého zloženie ešte nevedeli zistiť a tak tento tvar nazvali Nebula čo v preklade znamená hmlovina.<sup>32</sup> Dnes je názov hmlovina rezervovaný pre iné vesmírne javy.

---

<sup>29</sup> GALILEI, Galileo a Johannes KEPLER. Hvězdny posel. Přeložil Alena HADRAVOVÁ, přeložil Petr HADRAVA. Příbram: Pistorius & Olšanská, 2016. ISBN 978-80-87855-38-6.

<sup>30</sup> KLEPEŠTA, Josef. Fotografický průzkum vesmíru. Praha, 1957, str.23

<sup>31</sup> GRYGAR, Jiří. Archivy a dnešek astrofyziky. KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1984, roč. 15, č. 3., str. 96

<sup>32</sup> GREENSLAFE Jr.Thomas.The Earl of Rosse's Leviathan Telescope In: Kenyon [online] 2013, 29.10.2013 [cit.2018-06-03] Dostupné z: <https://web.archive.org/web/20131029195547/http://bulletin.kenyon.edu/x1446.xml>

V roku 1849 John William Draper vytvoril prvú úspešnú fotografiu Mesiaca a o dva roky po tom nasnímal daguerrotypie slnečného spektra.<sup>33</sup> Štyridsať rokov neskôr jeho syn Henry Draper zachytil Veľkú hmlovinu v Orióne no ešte predtým, v roku 1872 zaznamenal spektrum hviezdy Vega.<sup>34</sup> Tak ako princíp ďalekohľadov tak aj princíp fotoaparátov je založený na skúsenosti s videním a videnie je nesporne nadviazané na skúsenosť so svetlom. Svetlo umožňuje vidieť objekty či už v prípade, že je svetlo odrážané od objektov, alebo je svetlo emitované týmito objektami. Ľudské oko má maximálne osem milimetrovú štrbinu (čierna oblasť uprostred oka nazývaná ako zrenica), ktorá prepúšťa svetlo. Ako senzor mu na vnútornej strane v ohnisku šošovky slúži takzvaná sietnica, ktorá je zložená z miliónov svetlocitlivých buniek - tyčiniek a čapíkov. Čapíkov je menej, ale vnímajú farebné odtiene. Logicky preto pri malom osvetlení farby u slabých zdrojov svetla prestaneme vnímať a to nás oproti technickým prístrojom znevýhodňuje. Keď sa dobre zahľadíme na nočnú oblohu, všimneme si, že niektoré hviezdy sú trochu viac červené a niektoré sú zas modrejšie. Ale určite ten vnem nie je tak intenzívny ako keď vidíme fotografie oblohy umelo dofarbené.<sup>35</sup> Niekedy si ľudia môžu myslieť, že dôvodom prečo vidia ďalekohľady predmety, ktoré naše oči vidieť nemôžu, je to, že ďalekohľad zväčšuje niečo, čo je v skutočnosti veľmi malé na to aby sme to mohli vidieť. Do istej miery to je pravda. Teleskop rozširuje naše videnie o vzdialené predmety, spôsobuje, že vzdialený objekt sa nám zdá omnoho bližšie, než sa v skutočnosti nachádza. Okrem toho však daný objekt aj zosilňuje - niečo veľmi slabo viditeľné sa vďaka teleskopu zdá byť oveľa jasnejšie. Hmlovina Kónská hlava ale v skutočnosti nie je taká malá, že by sme si ju museli približovať ďalekohľadom. Zorné pole obrazu hmloviny Kónská hlava je približne dvojnásobkom veľkosti mesiaca v splne na oblohe.<sup>36</sup> Ľudským okom ju nemôžeme vidieť, pretože je príliš slabá, nie preto, že je príliš malá. Priblíženie k nej ju síce ešte zväčší, ale nie zjasní. Ak nemôžeme niečo vidieť vlastnými očami, keď stojíme na zemi, pravdepodobne to neuvidíme ani z kozmickej lode za hranicami Zemskej atmosféry.

---

<sup>33</sup> ANDĚL, Jaroslav. Myšlení o fotografii. V Praze: Nakladatelství Akademie múzických umění ve spolupráci s Grantovou agenturou České republiky, 2012. ISBN 978-80-7331-235-0.str.125

<sup>34</sup> GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.str.3

<sup>35</sup> KLEPEŠTA, Josef. Fotografický průzkum vesmíru. Praha, 1957, str.17-18

<sup>36</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.4

Pre porovnanie s našim ľudským okom, zrkadlo, ktoré zhromažďuje svetlo pre ďalekohľad Gillett Gemini North, v jednom z profesionálnych observatórií na vrchole Mauna Kea v Hawai má asi 8 metrov.<sup>37</sup> To znamená, že v každom okamihu zrkadlo zozbiera milionkrát viac svetla než obyčajné ľudské oko. Naše oči fungujú ako videokamera a fotografujú asi tridsaťkrát za sekundu. Šošovky či už sú súčasťou optického systému oka, alebo teleskopu, projektujú obrázky a fotoaparát ich zachytáva. Existuje mnoho rozdielnych druhov teleskopov, ktoré zaznamenávajú rozdielne druhy svetla. Od rádiového vlnenia až po gamma vlnenie a všetky druhy svetla medzi nimi. Teleskopy, ktoré sledujú pre nás viditeľné svetlo sú samozrejme pre nás najbežnejšie a najľahšie na pochopenie. Observatória, ktoré poznáme z vrcholov hôr, alebo z obchodu s ďalekohľadmi patria medzi teleskopy zamerané na viditeľné spektrum.<sup>38</sup> Takisto Hubblov vesmírny ďalekohľad, ktorému venujem vo svojej práci najviac miesta, skúma vo viditeľnom spektre, ale je to takzvaný hybrid, ktorý skúma aj ďalšie iné druhy svetla.

Teleskopy s viditeľným svetlom majú buď šošovky alebo zrkadlá alebo nejakú kombináciu na zhromažďovanie a presmerovanie svetla. Jednoduchý teleskop posieľa toto zozbierané svetlo do nášho oka. Pri komplexnejších teleskopoch sa svetlo dodáva do kamery alebo detektora, ktorý ho dokáže zachytiť a uložiť. Digitálne fotoaparáty používajú detektory, ktoré sú vyrobené z polovodičových materiálov citlivých na svetlo. Pracujú podobne ako solárny panel, ktorý generuje elektrickú energiu, keď na neho dopadne svetlo. Detektor je rozdelený na milióny malých štvorcov, z ktorých každý sa nazýva pixel. Každý pixel je samostatný solárny panel a môžete merať, koľko svetla zasiahlo pixel meraním množstva elektriny, ktorú vytvoril. A meraním svetla zhromaždeného každým pixelom môžete zostaviť obraz všetkého svetla, ktoré dopadlo na detektor.<sup>39</sup>

*Hubblovo hlboké pole* je obrázok vytvorený ako mozaika z fotografií, ktoré vznikali v septembri až októbri v roku 2009, vtedy na novo nainštalovanou Wild Field Camerou 3.

---

<sup>37</sup> MCCRAY, Patrick. Giant Telescopes : Astronomical Ambition and the Promise of Technology. HARVARD UNIVERSITY PRESS, 2006. ISBN10 0674019962.str.256

<sup>38</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.12

<sup>39</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.18

Fotografia plná histórie sa rovná asi tretine priemeru Mesiaca v splne. Jej vzniku predchádzal nápad nasmerovať Hubblov vesmírny ďalekohľad na tmavú časť oblohy, ktorá sa z nášho pohľadu nachádza v blízkosti Veľkého voza, a zistiť, čo bude výsledkom v prípade, že by kamery zostali otvorené na maximálne množstvo času.<sup>40</sup> Prvý pokus s fotografovaním extrémne hlbokého vesmíru prebehol už v roku 1995. Hubble exponoval desať dní medzi 18. a 28. decembrom a výsledkom sa stala fotografia zachytávajúca 3000 galaxií.<sup>41</sup> Expozícia z roku 2009 bola dlhšia ako sto hodín a priniesla úžasný obraz plný galaxií vzdialenejších než sme mohli vidieť kedykoľvek predtým. Vedcom sa podarilo zachytiť až 12 miliárd rokov staré svetlo, takmer celú históriu vesmíru. Na fotografii je zachytených približne 7500 galaxií, ale ani priestor medzi jednotlivými najslabšími svetlami nie je perfektná prázdnota. Nie je to jednoliata čierna farba, ale je to súbor pixelov s mierne odlišnými farbami a svietivosťou. Tento výjav sa nám ukáže ak dostatočne zväčšíme časť fotografie, ktorá sa zdá byť najtmavšia. Vidíme pixely, body vo farbách modro – čierna, čierna, zeleno – čierna, červeno – čierna. Dnes už vieme, že sú to ďalšie, ešte staršie svetlá.<sup>42</sup> Až takto ďaleko vidí vesmírny ďalekohľad, až k hraniciam vzniku samotného vesmíru. Fotografia hlbokého vesmíru patrí medzi tie najzásadnejšie v histórii vesmírneho teleskopu.

### 3.2. Farebná astrofotografia

Skúmanie hlbokého vesmíru sa od dvadsiatych rokov minulého storočia stávalo čoraz rafinovanejšie vďaka rýchlemu technologickému vývoju. Veľký medzník pre astronómiu predstavovali v tej dobe prvotriedne reflektory vo veľkosti 1,5m a 2,5m v Mount Wilson.<sup>43</sup> Ďalším významným krokom k rozšírenějšíemu skúmaniu bolo experimentovanie s používaním

---

<sup>40</sup> ELKINS, James. Six Stories from the End of Representation : Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000. Stanford University Press, 2008. ISBN 10 0804741476.str.100-110

<sup>41</sup> GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.str.100

<sup>42</sup> ELKINS, James. Six Stories from the End of Representation : Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000. Stanford University Press, 2008. ISBN 10 0804741476.str.100-110

<sup>43</sup> GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.str.51



farebnej emulzie. V 50. rokoch minulého storočia to bolo primárnou úlohou Williama C. Millera, fotografického inžiniera, ktorý pracoval v observatóriách Mount Wilson a Palomar v rokoch 1948 až 1975. Do 50. rokov minulého storočia pracovalo niekoľko firiem na farebnom emulznom filme a už v roku 1935 Kodak predstavil KODACHROME, prvý komerčne úspešný farebný transparentný film. V roku 1942 bol zavedený KODACOLOR. Bol to prvý plnofarebný negatívny film na svete. Miller sa pre astronomické fotografovanie rozhodol použiť Anscochrome, farebný film vyrobený spoločnosťou Ansco, americkou pobočkou nemeckej spoločnosti Agfa. Vybral si Anscochrome, pretože bolo pomerne ľahké spracovať ho na mieste, na rozdiel od Kodachromu, ktorý vyžadoval zdĺhavé továrenské spracovanie. Po dvoch rokoch jeho experimentovania došiel Miller k modifikácii Ansochromu tak aby bolo možné vytvárať dlhé expozície s relevantnou farebnou rovnováhou. V auguste 1958 sa mu podarilo nasnímať prelomovú fotografiu pomocou Schmidt teleskopu so zrkadlom vo veľkosti 1,2 m. Na observatóriu Palomar zachytil galaxiu M31 v súhvezdí Andromeda. Bola to prvá fotografia zachytená na farebný film a zároveň to bola prvá fotografia hmloviny. Týmto úspechom sa otvorili dvere do farebného sveta astrofotografie. Koncom 70. rokov minulého storočia sa snažil David Malin, fotografický vedec a astronóm, napredovať vo farebnej fotografii vesmíru v nadväznosťou na predpoklady trojfarebného procesu, ktorý zastával James Clerk Maxwell už v roku 1861. Malin fotografoval rovnaké pole trikrát, pričom používal špecifické filtre a emulzie na výrobu troch oddelených monochromatických negatívov. Každý negatív obsahoval buď modrú, zelenú alebo červenú informáciu.<sup>44</sup>

Na podobnom princípe dnes pracuje aj fotoaparát v Hubblovom teleskope. Čipy v astronomických fotoaparátoch majú filtre tak veľké aby sa na ňom všetky pixely pozerali súčasne skrz jednu farbu. To znamená, že astronómovia fotografujú rovnaké miesto cez rôzne filtre, ktoré po nasnímaní kombinujú do jedného obrázku. Výber filtru závisí od toho čo sa prvotne rozhodli skúmať. V niektorých prípadoch sú nutné desiatky filtrov a niekedy trebárs len tri.<sup>45</sup>

S digitálnymi fotoaparátmi pripojenými k teleskopom môžeme zhromažďovať svetlo tak

---

<sup>44</sup> GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.str.51-54

<sup>45</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.28

dlho ako potrebujeme a čím dlhšia expozícia prebehne tým viac svetla zachytíme. Teleskop sa stal zariadením, ktoré už nie je určené len na pozorovanie, ale hlavne na zmnoženie merateľného svetla a fotoaparát je technológiou, ktorá nie je určená na fotografovanie, ale na zaznamenávanie toho, koľko fotónov odovzdáva vzdialený objekt. Vedci oddelia svetlo od videnia, keď ho definujú ako merateľnú energiu, namiesto toho sa stáva sériou číselných hodnôt, ktoré zodpovedajú vlnovej dĺžke alebo intenzite, atribúty, ktoré voľné oko môže alebo nemusí vidieť, ale nikdy nie s presnosťou prístroja. Keď potom vidíme fotografie nočnej oblohy, zaujme nás práve ich farebnosť. Ak by sme chceli zistiť pravdivosť fotografie, našou nevýhodou je, že fotografie nevieme s ničím porovnať, pretože nemáme vlastnú skúsenosť s tým ako svietia napríklad emisné vodíkové hmloviny, alebo aký odtieň majú hlavy komét. Musíme veriť fotoaparátu, respektíve spektrálnej charakteristike čipu, ktorá nám zaznamenané farby definuje. Teleskopy odhaľujú to, čo zostalo ľuďom absolútne skryté. Ak sa pohybujeme v oblasti fotografií, ktoré slúžia na popularizáciu vedeckých zistení, s veľkou pravdepodobnosťou sa pozeráme na fotografie vytvorené s ohľadom na fyzikálnu korektnosť. V takomto prípade snímok nie je len "krásny", ale mal by dodržiavať striktné pravidlá týkajúce sa reprezentácii farieb, ktoré zodpovedajú konkrétnym vlnovým dĺžkam. Riskantné je to, že sprievodné texty publikované k fotografiám už mnoho ľudí nezaujme, čo vedie k tomu, že veľká časť populácie nerozumie zobrazeniu daného objektu a potom sú návštevníci observatórií sklamaní, keď im niekto ukáže pravú nočnú oblohu a nič na nej z ďaleka nepripomína to, čo videli na oných "krásnych" fotografiách napríklad z Hubblovho teleskopu.

### 3.3. CCD

Tak ako každý digitálny fotoaparát, kamera alebo mobil, tak aj dnešné astronomické prístroje majú v sebe zabudovaný CCD čip.<sup>46</sup> Vedci používajú túto technológiu však omnoho dlhšie než bežná digitálna fotografia. CCD bol vynájdený v roku 1969 Willardom Boylom a Georgeom E. Smithom.<sup>47</sup> Rýchlo sa ukázalo, že CCD technológia prináša radu výhod oproti tradičným fotografickým médiám vrátane vysokej citlivosti, vysokej linearite, širokého dynamického rozsahu a nízkeho šumu. Vzniknutý obrazový signál sa môže zosilniť a modifikovať pomocou počítačového softvéru. Aj tie najcitlivejšie fotografické dosky absorbujú približne len 5 percent svetla, ktoré na nich dopadá, pričom digitálny čip absorbuje až 50 - 95 percent dopadajúceho svetla.<sup>48</sup> Aj pri porovnaní finančných nákladov vychádza používanie CCD oveľa výhodnejšie. Pri používaní analógových techník je pri práci potrebných najmenej 4 - 5 astronómov. Hneď po exponovaní je nutné fotografickú dosku vymeniť za novú a tú exponovanú spracovať. Dnes je potrebný len jeden astronóm a ani ten vlastne nemusí byť pri teleskope, ale vo svojej kancelárii pri počítači. V roku 1974 bola zhotovená úplne prvá digitálna astronomická fotografia. Bol to záznam Mesiaca na CCD čip pomocou 20 cm teleskopu. Práve tento záznam, ktorý vytvoril James R. Janesick sa stal medzníkom na poli astrofotografie, podobne ako keď v tom čase pred 134 rokmi vytvoril John William Draper prvú daguerrotypiu Mesiaca.<sup>49</sup> Dva desaťročia po vzniku elektronického astronomického zobrazovania, bolo použitie svetlocitlivej emulzie nahradené digitálnym čipom. CCD sa rýchlo osvedčil ako najideálnejšie zariadenie pre astronomické zobrazovanie. Od roku 1983 sa stali CCD čipy rozšírenými medzi profesionálnymi observatóriami po celom svete, pretože umožnili detailný záznam nebeských objektov tisíckrát vzdialenejších než čokoľvek čo bolo

---

<sup>46</sup> Z anglického „charge-coupled device“ prekladané do slovenčiny ako „nábojovo viazaná štruktúra“

<sup>47</sup> GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.str.57

<sup>48</sup> APPENZELLER, I. Introduction to astronomical spectroscopy. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 1107601797.str. 17-19

<sup>49</sup> GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.str.57-58

zaznamenané v minulosti pomocou tých najcitlivejších fotografických dosiek. Postupom času sa CCD čipy rozšírili aj medzi amatérskych astrofotografov, medzi ktorých dnes môže patriť už naozaj takmer každý. Digitálne čipy majú skvelú vlastnosť detekcie aj veľmi slabého svetla z hviezd a galaxií po celom vesmíre. Meraním elektriny v pixeloch sa astronómom síce ukáže intenzita svetla, ale nie farba. Digitálne astronomické fotoaparáty vidia len čierne-biele, teda presnejšie v stupnici šedej.

### 3.4. Spektroskopia

V mnohých prírodných vedách je prvým krokom k pochopeniu objektov alebo javov ich zoradenie do tried podľa pozorovaných vlastností. V astronómii sa prvá klasifikácia objavila keď raní pozorovatelia nočnej oblohy začali rozlišovať medzi planétami a hviezdami na základe ich rozdielnych pohybov.<sup>50</sup> Všetky znalosti o vesmíre mimo slnečnú sústavu sú založené na analýze elektromagnetického žiarenia. Najdôležitejším súčasným nástrojom na skúmanie kozmických objektov je rozbor ich distribuovanej energie a lineárnych spektier. Spektroskopia je technika, ktorá z daného objektu zachytáva svetlo a následne ho rozširuje do spektra pričom meria množstvo každého druhu svetla. Medzi hlavné dôvody pre prevahu spektroskopických metód v modernej astronómii patria fakty, že spektrum obsahuje obzvlášť veľké množstvo fyzikálnych informácií - interpretáciou svetelného spektra, ktoré vesmírne telesá vyžarujú, vedci vedia zistiť chemické zloženie hviezd, ich teplotu, tlak v povrchových vrstvách (nepriamo aj hmotnosť), intenzitu magnetického poľa, radiálne pohyby hviezd, nepriamo vzdialenosť hviezd, rotačné rýchlosti dvojhviezd a mnohé ďalšie parametre.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> APPENZELLER, I. Introduction to astronomical spectroscopy. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 1107601797.str.26

<sup>51</sup> Príloha, interview s Brunom Jungwiertom

Prvé spektrálne pozorovania, na ktorých pracoval Joseph Franhofer, ukázali významné rozdiely medzi jednotlivými hviezdными spektrami.<sup>52</sup> Surová klasifikácia hviezdnych spektier, so štyrmi triedami, bola navrhnutá v roku 1860 G. B. Donatim. Neskôr v devätnástom storočí vytváralo niekoľko astronómov čoraz zložitejšie spektrálne klasifikačné schémy.<sup>53</sup> Astronomická spektroskopia začala byť využívaná najprv len v rámci optického spektrálneho rozsahu, ale neskôr sa rozšírilo jej využitie medzi všetky vlnové dĺžky, ktoré je dnes možné sledovať počas astronomického pozorovania.<sup>54</sup> V porovnaní s celkovou astronomickou praxou je spektroskopia stále relatívne mladý vedecký nástroj. Trojdimenzionálna spektroskopia je tým najmodernejším spôsobom získavania astronomických dát a zároveň jej použitie núka možnosť fotografie. Miesto toho aby sme ňou vo výsledku dosiahli fotografiu tak ako ju dobre poznáme v bežnej praxi, získame fotografiu spektra. Na detektor nie je nasnímaný hotový obrázok napríklad galaxie, ale spektrá jednotlivých pixelov, ktoré združujú svetlo zaznamenávaného objektu. To čo má astronóm k dispozícii na CCD po prebehnutej spektroskopii, je rada spektier. Môžu ich byť stovky, tisíce, alebo kľudne desaťtisíce u najmodernejších prístrojov, ktoré nemajú len jedno CCD ale majú ich niekoľko desiatok vedľa seba.<sup>55</sup> Na spektrách sa dá následne pracovať jednotlivo alebo komplexne. Postup sa automatizuje podľa toho čo chce astronóm v danej galaxii skúmať - napr. rýchlosti plynu alebo hviezd v jednotlivých častiach galaxie. Spektroskopiou je možné získať aj rýchlostné pole a na základe toho vidieť či sa galaxia napríklad otáča. Prepojením všetkých nasnímaných spektier vznikne takzvaná dátová kocka. V rámci jednej expozície je možné získať množstvo fotografií a to tým, že ak dátovú kocku „rozrežeme“ každý z rezov je fotografia.<sup>56</sup> To na akom princípe sa tvorí obyčajný fotografický obraz si dnes dokáže predstaviť každý, ale o fungovaní spektroskopie zatiaľ verejnosť veľa nevie.

---

<sup>52</sup> APPENZELLER, I. Introduction to astronomical spectroscopy. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 1107601797.str.4

<sup>53</sup> APPENZELLER, I. Introduction to astronomical spectroscopy. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 1107601797.str.26-27

<sup>54</sup> APPENZELLER, I. Introduction to astronomical spectroscopy. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 1107601797.str.1

<sup>55</sup> Príloha, interview s Brunom Jungwiertom

<sup>56</sup> Taktiež tam

### 3.5. Stípy stvorenia

Hubbleov vesmírny teleskop síce nebol prvým satelitným observatóriom vo vesmíre, ale do histórie sa výrazne zapísal kvôli svojej univerzálnosti a možnosti priebežne modernizovať jeho prístroje. "Jeho uvedenie do prevádzky sa považuje prinajmenšom za taký kvalitatívny skok v rozvoji optickej astronómie, akým bolo postavenie 5-metrového palomarského obra v roku 1947."<sup>57</sup> Hubbleov vesmírny teleskop je súčasťou série Veľkých kozmických observatórií a to je program výskumu vesmíru amerického NASA. Ďalšími observatóriami v programe sú Camptonovo gama observatórium, röntgenový teleskop Chandra a Spitzerov vesmírny ďalekohľad.<sup>58</sup> S myšlienkou vyslať teleskop na obežnú dráhu Zeme sa pohrávali vedci už od roku 1923. Projekt bol ale oneskorený kvôli ťažkostiam so samotnou výrobou a najmä s jej financovaním.<sup>59</sup> Už pred jeho uvedením do prevádzky bolo od roku 1957 do konca roku 1981 zaznamenaných 2270 štartov družíc, medziplanetárnych sond a kozmických pilotovaných lodí. Ak by sme tento počet obmedzili na špecializované družice, pre ktoré bol astronomický výskum hlavným programom, dostaneme číslo 56. Naplno sa venovalo výskumu Slnka len 37 z nich a len 19 družíc - vtedy necelé jedno percento vypustených telies, sa zaoberalo výlučne sledovaním hviezdneho vesmíru v širokom spektrálnom obore od gama až po rádiové žiarenie.<sup>60</sup>

---

<sup>57</sup> ZVERKO, Juraj. Význam pozorovaní zo Zeme v ére družíc. KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1985, roč. 16, č. 4., str. 130.

<sup>58</sup> NASA's great observatories, In : NASA.com [online], 2004, 12.2. 2004 [cit. 4.6. 2018]. Dostupné z : [https://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F\\_NASA\\_Great\\_Observatories\\_PS.html](https://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F_NASA_Great_Observatories_PS.html)

<sup>59</sup> REDD, Taylor Nola. Hubble Space Telescope: Pictures, Facts & History, [online], publikované: 14.12.2017 [cit. 6. 6. 2018]. dostupné z WWW: <https://www.space.com/15892-hubble-space-telescope.html>

<sup>60</sup> KOUBSKÝ, Pavel. Výzkum vzdáleného vesmíru. KOZMOS populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1982, roč. 13, č. 6., str. 191.

"Astronomická technika, či už sa vyvíja pre družice alebo pozemské observatória, je v najlepšom prípade málosériová, ale väčšinou kusová. Preto i jej cena často dosahuje "astronomické sumy". Pre techniku umiestňovanú na družiciach sú ceny mnohonásobne vyššie. Či už z dôvodov nutného vývoja špeciálnych zariadení (orientácia, pointácia, energetický systém, chladenie), alebo obmedzenej životnosti a tým jednorazovej použiteľnosti. Pomer ceny družicového poznania ku pozemskému je v súčasnosti 200:1. "<sup>61</sup>

Po všetkých ťažkostiach sa nakoniec 24. apríla 1990 podarilo úspešne vyslať teleskop na obežnú dráhu našej planéty. Jedným z jeho cieľov bolo stimulovať povedomie verejnosti o astronómii tým, že okrem ohromného informačného obsahu mal Hubble vytvárať obrázky, ktoré budú extrémne príťažlivé.<sup>62</sup> Veľké očakávania sa hneď zo začiatku nenaplnili, pretože teleskop odosielal naspäť na Zem neostré snímky. Projekt súperil s negatívnymi ohlasmi zo strany verejnosti, pretože náklady na tento projekt neboli nižšie než miliarda dolárov.<sup>63</sup> Po servisných opravách primárneho zrkadla začal Hubble produkovať dych berúce fotografie a zmenil tým históriu nie len vedy, ale aj ľudského vnímania. Podobne ako to urobili Galileo alebo Newton. A „síce mal teleskop veľmi pozitívny dopad na astronómiu, suma vynaložená na túto misiu bola obrovská. Vypracovaná štúdia týkajúca sa relatívnych dopadov rôznych ďalekohľadov na astronómiu zistila, že dáta z HST sú síce v porovnaní s 4m pozemným ďalekohľadom Williama Herschela 15x častejšie citované, stavba a fungovanie HST stojí 100 krát viac.“<sup>64</sup>

Vďaka tomu, že sa teleskop nachádza na obežnej dráhe Zeme, zachytáva svetlo z hlbokého vesmíru, ktoré my nie sme schopní pozorovať hlavne kvôli atmosfére, ktorá mnoho

---

<sup>61</sup> ZVERKO, Juraj. Význam pozorovaní zo Zeme v ére družíc. KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1985, roč. 16, č. 4., str. 131.

<sup>62</sup> KEMP, Martin. Seen | Unseen : Art, science, and intuition from Leonardo to the Hubble telescope. Oxford University Press, 2006. ISBN10 0199295727.str.241

<sup>63</sup> MCCRAY, Patrick. Giant Telescopes : Astronomical Ambition and the Promise of Technology. HARVARD UNIVERSITY PRESS, 2006. ISBN10 0674019962.str.204

<sup>64</sup> ZVERKO, Juraj. Význam pozorovaní zo Zeme v ére družíc. KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1985, roč. 16, č. 4., str. 131.

svetla pohlcuje. Horúce vesmírne telesá vyžiarajú podstatnú časť svojej žiarivej energie v ultrafialovej oblasti spektra. Je to oblasť vlnových dĺžok, kde sa nachádzajú najdôležitejšie spektrálne čiary väčšiny chemických prvkov. Prehliadky oblohy na vlnách röntgenových lúčov ukázali celkom nový obraz vesmíru a odhalili existenciu nových objektov. Síce teleskop pracuje nepretržite už viac ako 25 rokov je stále funkčný. Jeho nástupca Vesmírny ďalekohľad Jamesa Webba, by mal byť vyslaný do vesmíru na jar 2020 a jeho úlohou bude sledovať ešte vzdialenejší vesmír než to robí Hubble dnes.<sup>65</sup> Keď sa v osemdesiatych rokoch minulého storočia v astronomickom priemysle dostávala k slovu hlavne kozmická technika, hromadný nástup družíc a sond vzbudzoval dojem, že tradičná pozemská astronómia vyčerpala väčšinu svojich možností. Mnoho z navrhovateľov nových pozemských teleskopov nevedelo aký návrh by bol najvhodnejší, pretože ešte nebolo úplne jasné či sa naplní predpokladaná Hubblova sláva.<sup>66</sup> Z úzkeho pásma viditeľného svetla vykročila astronómia do epochy pozorovaní v širokom rozsahu vlnových dĺžok a zdalo sa, že jej symbolom už nebude klasický ďalekohľad, ale televízna obrazovka, na ktorú sa premieta obraz z družice, spracovaný počítačom. Už vtedy sa vážne tvrdilo, že skôr či neskôr budú astronomické pozorovania úplne prenechané družiciam. Hladina umelého osvetlenia na celej Zemi nepretržite stúpa a výnimkou nie je ani znečistenie ovzdušia. Napriek týmto predpovediam nastal opätovný rozmach pozemskej astronómie a budovania ďalekohľadov novej generácie. Ak by sa astronómia navždy vzdala pozemskej pozorovacej techniky, videli by síce ultrafialový, röntgenový či infračervený vesmír, ale iba v krátkych momentoch. Preto sa popri družicovej astronómii naďalej rozvíja aj pozemská pozorovacia technika.<sup>67</sup>

Jedna z prvých a zároveň do dnes najzaujímavejších astronomických fotografií vytvorených Hubblovým ďalekohľadom, je fotografia *Orlej hmloviny*, často nazývaná *Stípy stvorenia*. Trojstĺpie sa po uverejnení začalo objavovať v knihách, vo filmoch, v televízii a

---

<sup>65</sup> REDD, Taylor Nola. Hubble Space Telescope: Pictures, Facts & History, In: Space.com [online], 2017,14.12. 2017 [cit. 6.6. 2018]. Dostupné z : <https://www.space.com/15892-hubble-space-telescope.html>

<sup>66</sup> MCCRAY,Patrick. Giant Telescopes : Astronomical Ambition and the Promise of Technology. HARVARD UNIVERSITY PRESS, 2006. ISBN10 0674019962.str.105

<sup>67</sup> ZVERKO, Juraj. Význam pozorovaní zo Zeme v ére družíc. KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1985, roč. 16, č. 4., str. 131



dokonca aj na známkach.<sup>68</sup> Tento obrázok zložený celkovo z 32 samostatných fotografií prilákal širokú verejnosť obrátiť pozornosť na astronomický výskum. Tri tmavé prachové piliere sú súčasťou Orlej hmloviny, ktorú je možné pozorovať v súhvezdí Hada. Hviezdokopa je známa ako M16 a leží vo vzdialenosti asi 7000 svetelných rokov. V amatérskom ďalekohľade je len ťažko rozpoznateľná. Najvyšší stĺp známy z fotografie sa rozprestiera v priestore približne štyri svetelné roky čo je vzdialenosť Slnka k jej najbližšej hviezde Proxima Centauri.<sup>69</sup> Stĺpy boli nasnímané v roku 1995 digitálnym fotoaparátom WFPC2, pričom jeho zorné pole je 1600x1600 pixelov. WFPC2 sú štyri oddelené fotoaparáty a z toho 3 so širokou škálou WF a jedna z nich je planetárna kamera PC1.<sup>70</sup> Každá spomínaná kamera zaznamenávala zamerané miesto cez rozdielne farebné filtre a podobne ako farebný televízor vytvára obraz kombináciou červených, zelených a modrých obrázkov. Každý z 32 samostatných obrázkov má geometrické skreslenie, ktoré je možné prirovnať deformácii obrazu, ktorý vidíme keď sa pozeráme cez lupu. Toto skreslenie je nutné mapovať a odstrániť. Pre vytvorenie obrázku hodného publikácie je nutné vedieť interpretovať každý zo zachytených signálov a hneď v prvom rade odstrániť "odtlačky prstov" samotného fotoaparátu. Fotografie z Hubblovho teleskopu zachytávajúce Piliere zrodenia spracovali astronómovia Jeff Hester a Paul Scowen z Arizona state university.<sup>71</sup> Prvotné, nespracované, takzvané surové dáta, boli plné falošných signálov, kozmického žiarenia, ktoré vizuálne pripomínajú snehové vločky. Tieto snehové vločky prichádzajú náhodne, takže sa stopy po nich na každom snímku líšia a preto sa dajú pomerne rýchlo identifikovať a rozoznať od pozorovaného objektu. Po ich odstránení ale ešte ostávajú náročnejšie rozoznateľné chyby a v tomto prípade sa porovnávajú všetky zaznamenané snímky s obrazovým profilom bodového zdroja - čo zvykne byť blízka známa hviezda. Problém je čiastočne v tom, že astronomické obrazy nemusia mať vždy bodové zdroje, ako sú hviezdy.<sup>72</sup> Koncom deväťdesiatych rokov dvadsiateho storočia vyvinul Frank Pijpers z Aarhuskej univerzity

---

<sup>68</sup> KESSLER, Elizabeth A. Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.str.103

<sup>69</sup> Messier 16:Eagle Nebula, In: Messier-objects.com [online]2015,6.4. 2015 [cit. 3.6.2018]. Dostupné z: <http://www.messier-objects.com/messier-16-eagle-nebula/>

<sup>70</sup> HESTER, Jeff. How Hubble Sees. In: NOVA [online], 2008, 7.1. 2008 [cit. 12.6. 2018]. Dostupné z: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/space/hubble-telescope.html>

<sup>71</sup> Taktiež tam

<sup>72</sup> Taktiež tam

v Dánsku metódu rekonštrukcie obrázkov, ktorá nevyžaduje aby používatelia museli odhadovať ako by mal vyzeráť konečný obrázok. Začína funkciou šírenia bodov obrazu, matematickým indexom rozlíšenia, ktorý je vlastný každému digitalizovanému obrazu a vytvára lineárnu transformáciu medzi touto funkciou a niektorým požadovaným rozlíšením. Pijpersova rutina znižuje rozmazanie alebo zvyšuje ostrosť bez ovplyvnenia zaostrenia. Táto metóda je podstatným krokom, pretože funguje bez ľudského zásahu.<sup>73</sup>

Vo vnútri stĺpov sa najhustejšie oblasti vodíka a hélia spolu s prachovými časticami uhlíka a kremíka zhlukujú a zohrievajú, až vytvoria nové hviezdy.<sup>74</sup> Fotografia sa stala populárnou predovšetkým kvôli tomu, že bola jednou z prvých svojho druhu a takisto profitovala z rýchlej distribúcie relatívne nového internetu.<sup>75</sup> Ale ak sa zameráme na jej samotnú kompozíciu a farebnosť tiež môžeme nájsť princípy, ktoré dopomohli k jej šíreniu medzi veľkú skupinu ľudí. Tri tmavé stĺpy v protisvetle svojou vertikálnou orientáciou vytvárajú dojem veľkoleposti, zároveň však vznikajú zakryvenia, ktoré nám naznačujú, že neznámy objekt je mäkký a ohybný. Orlia hmlovina však nebola prvýkrát zachytená Hubblovým teleskopom. Ak fotografiu nazývanú Stĺpy stvorenia porovnáme s fotografiou tej istej oblasti pred uvedením do chodu Hubblov teleskop, všimneme si pozoruhodné rozdiely. Namiesto izolovaných pilierov, staršia fotografia, ktorú zachytil skúsený astronomický fotograf David Malin, zobrazuje Orliu hmlovinu ako červenú škrvnu uprostred hviezd.<sup>76</sup> Ak sa však pozorne zapozeralme na detaily, všimneme si tmavé výčnelky, ktoré sa zhodujú so stĺpcami na Hubblových snímkoch. Ako som spomínala v predošlých kapitolách, ľudské oči nemôžu zaznamenať rôzne odtiene na nočnej oblohe. Slabé svetlo vyžarované galaxiami a hmlovinami vidíme ako slabú bielu alebo svetlozelenú. Fotoaparáty vybavené filtrami, ktoré zodpovedajú špecifickým vlnovým dĺžkam, dokážu zaznamenať ako na fotografických doskách tak aj na digitálnych čipoch prítomnosť svetla v rôznych farbách. Každá expozícia však

---

<sup>73</sup> ELKINS, James. Six Stories from the End of Representation : Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000. Stanford University Press, 2008. ISBN 10 0804741476.str.60

<sup>74</sup> GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.str.74-76

<sup>75</sup> RECTOR, Travis. Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.str.219

<sup>76</sup> KESSLER, Elizabeth A. Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.str.25

zaznamenáva monochromaticky a farba musí byť následne priradená astronómami.<sup>77</sup> Staršia fotografia Orlej hmloviny výrazne kontrastuje s farebnou reprezentáciou tej istej hmloviny vytvorenej Hubblovým teleskopom. Na novšej fotografii sú stĺpy oranžovo-hnedé až červené na modrom pozadí. Prechodom z analógového na digitálny proces sa uľahčilo vytváranie farebných kompozícií, ale iba rozširovaním diskusie o Hubblových obrázkoch sa uľahčuje správna interpretácia priradených farieb. Červená bola priradená ku snímku zachytávajúcemu emisie zo samostatne ionizovaných atómov síry, na emisie vodíka bola použitá zelená a nakoniec modrá sa použila na tónovanie svetla emitovaného dvojitými ionizovanými atómami kyslíka. Po spojení všetkých zafarbených fotografií tak astronómovia dosiahli mimoriadny vizuálny dojem a zároveň poskytli bohaté informácie o chemických a fyzikálnych procesoch, ktoré sa odohrávajú v stĺpoch.<sup>78</sup>

V roku 2009 servisná misia vymenila WFPC2 kameru na WFP3, ktorá má ešte väčšie rozlíšenie, väčší záber na pozorovanie, lepšiu technológiu optiky a má asi 20 krát viac pixelov než mala predošlá kamera.<sup>79</sup> Výsledné fotografie sú ešte dramatickejšie, poskytujú jasnejší obraz a menej šumu. Ak si detailne porovnáme fotografiu z oblasti Orlej hmloviny nasnímanú v roku 1995 s fotografiou z novej WFP3 kamery všimneme si na stĺpoch úplne malé premeny. Zanedbateľné sa zdajú z ľudského pohľadu, ale v skutočnosti to sú vzdialenosti počítané v miliardách svetelných rokov. Hmlovina sa postupne rozptyľuje do okolitého vesmíru. Keďže je okrem prachu tvorená aj chladnými molekulami vodíka, ultrafialové žiarenie z horúcich a blízkych hviezd ju deformuje.<sup>80</sup> Navyše dnes majú astronómovia možnosť vyfotografovať miesto aj infračerveným filtrom a ten nám ukazuje Orliu hmlovinu úplne inak ako sme na ňu boli doteraz zvyknutí. Na fotografii sú zachytené tisícky hviezd, ktoré sú našim očiam v realite neprístupné.

---

<sup>77</sup> HESTER, Jeff. How Hubble Sees. In: NOVA [online], 2008, 7.1. 2008 [cit. 12.6. 2018]. Dostupné z: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/space/hubble-telescope.html>

<sup>78</sup> CHOU, Felicia a Ray VILLARD. Hubble Goes High-Definition to Revisit Iconic 'Pillars of Creation. In: NASA [online], 2015, 5.1. 2015 [cit. 6.5.2018]. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/content/goddard/hubble-goes-high-definition-to-revisit-iconic-pillars-of-creation>

<sup>79</sup> KESSLER, Elizabeth A. Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.str.111

<sup>80</sup> New view of the Pillars of Creation — infrared. In: Spacetelescope.com [online], 2015, 5.1. 2015 [cit. 13.6. 2018]. Dostupné z: <https://www.spacetelescope.org/images/heic1501b/>











obr.2: *galaxia M 82*, nasnímaná 5 - metrovým ďalekohľadom, 1972





obr.3: Orlia hmlovina (*Stĺpy stvorenia*) nasnímaná kamerou WFPC2, 1995





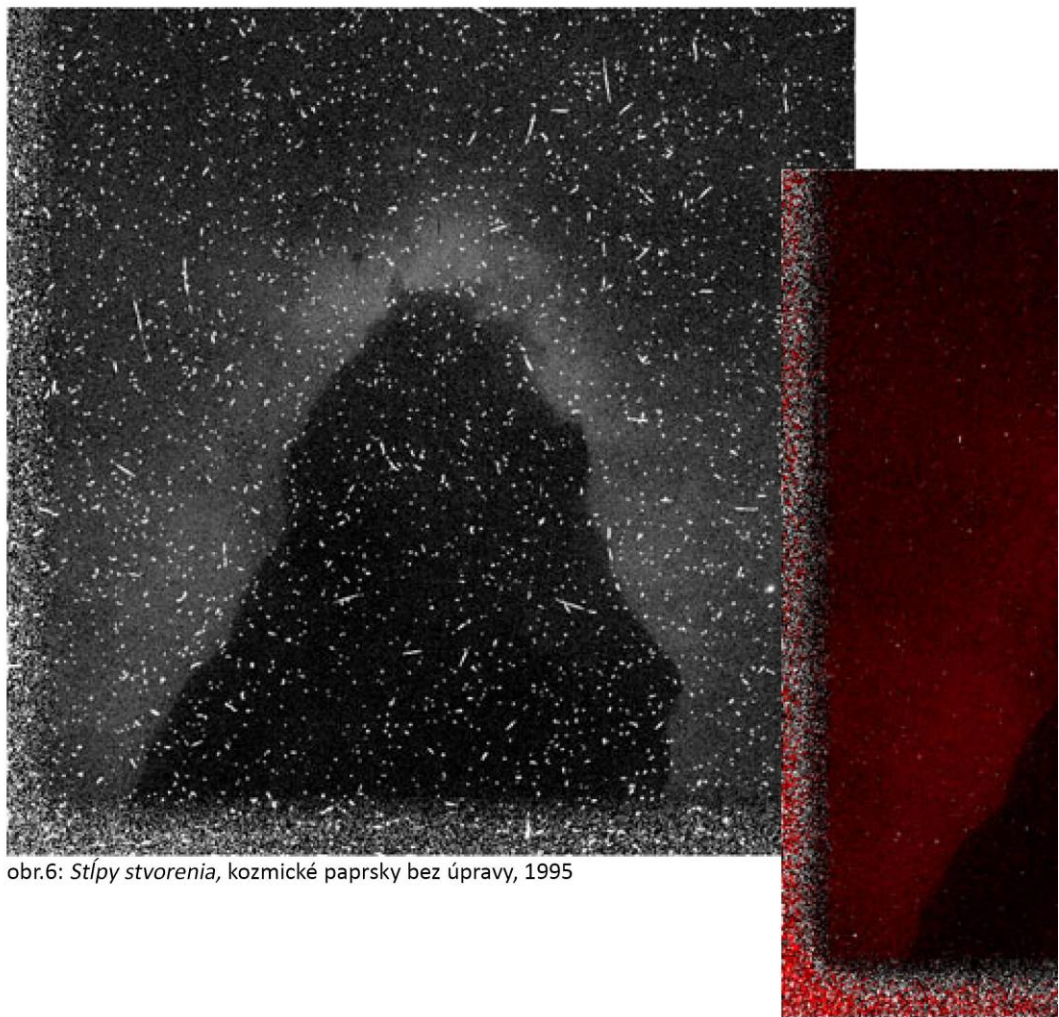
obr.4: Orlia hmlovina (Stĺpy stvorenia) nasnímaná kamerou WFPC3,2014



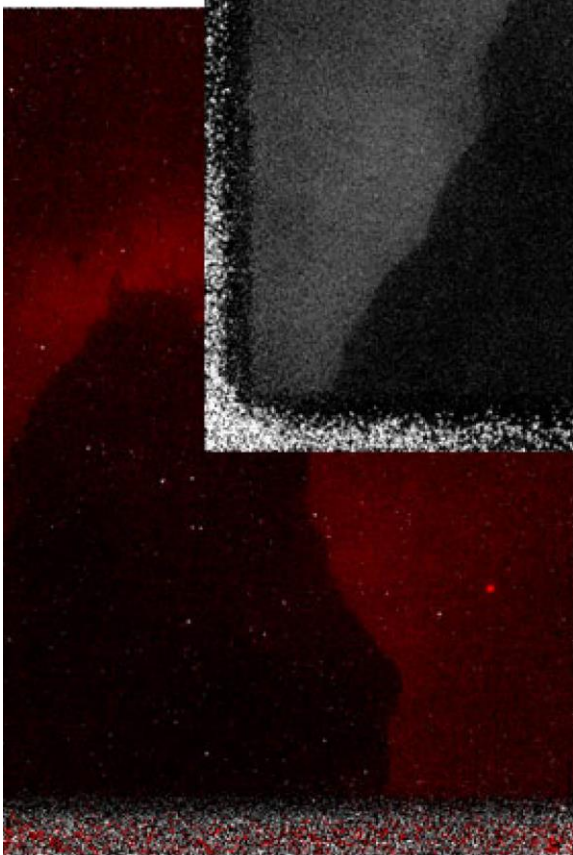


obr.5: Orlia hmlovina (Stĺpy stvorenia) v infračervenom žiarení,2015





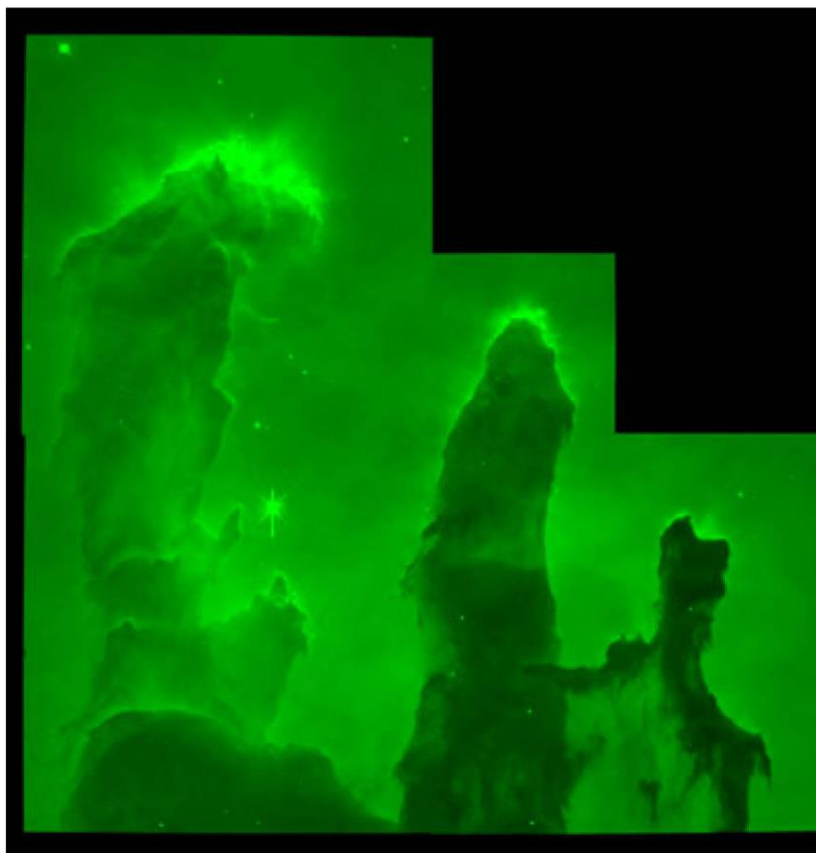
obr.6: *Stĺpy stvorenia*, kozmické paprsky bez úpravy, 1995



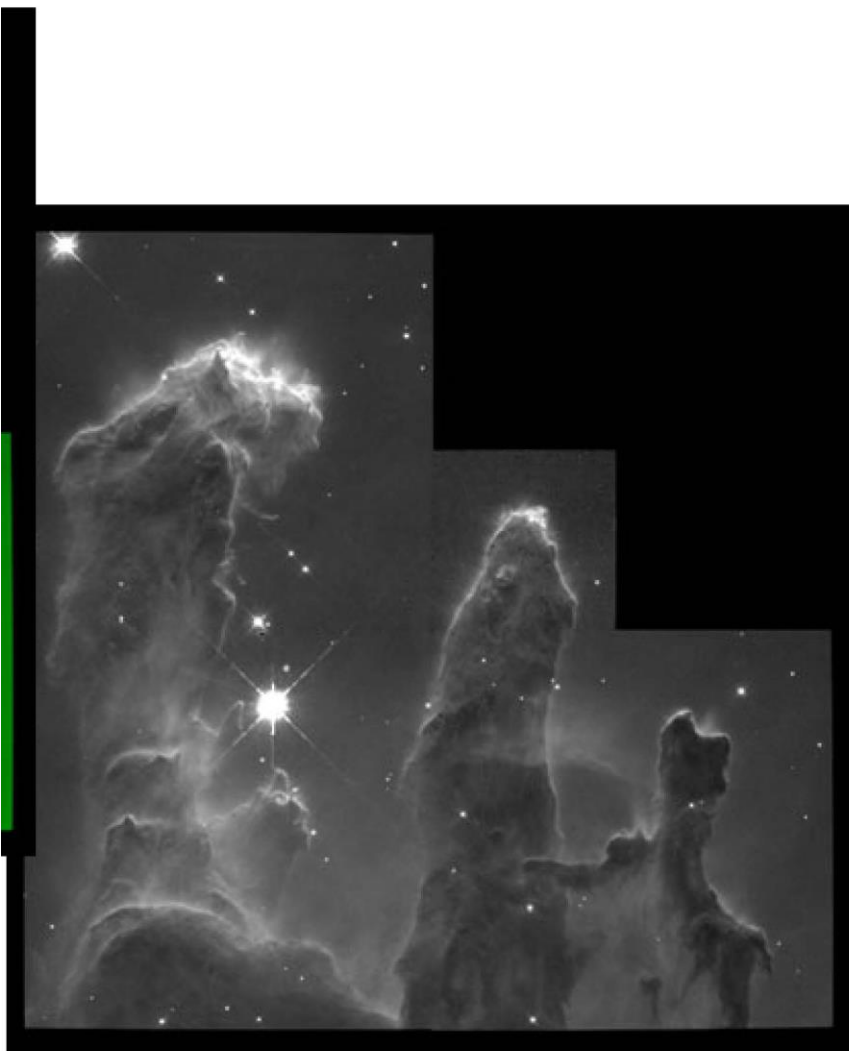
obr.7: *Stĺpy stvorenia*, kozmické paprsky po čiastočnom vyčistení, 1995



obr.8: *Stĺpy stvorenia*, po úplnom vyčistení, 1995



obr.9: *Stĺpy Stvorenia*, hydrogen filter, 1995



obr.10: *Stĺpy Stvorenia* , obraz zložený z jednotlivých filtrov, 1995

#### 4. Medzi krásou a vznešeným

"Estetický režim zobrazování je formou sdílení vnímatelného, která určuje nové formy zkušenosti, nové formy vztahů mezi viditelným, vyslovitelným a myslitelným. To, co charakterizuje určité období nejsou jenom určité obrazy, ale i formy produkce obrazů, formy pohledu na obrazy, formy přístupu k viditelnosti."<sup>81</sup> *Jacques Rancière*

V podvedomí už máme úspešne zakorenenú predstavu o vesmíre, ako o pohľade na farebnú abstrakciu, ktorá je vo všeobecnosti spájaná s prívlastkom „krásna“. Obrázky vesmíru v nás majú vyvolávať pozitívne pocity, predstavujú nám kozmos ako niečo, čoho sa nebojíme, ale chceme byť toho súčasťou, kľudne vycestovať ďaleko za hranice obežnej dráhy Zeme a vidieť všetku tú magickú krásu na vlastné oči. To si však môžeme hovoriť až v momente, ak zabudneme ako popisujú nočnú oblohu vedci pracujúci pre najvyššie položené observatória na svete. Predstavme si, že stojíme uprostred obrovskej púšte v tme, ktorá je od svetla vzdialená desiatky kilometrov. Ak sa na takomto mieste zadívame na oblohu, vidíme ju tak ako ju nepoznáme z mesta, ale ani z dediny, kde sme sa ako malí hrávali u starých rodičov. Dokonalá nekonečná čierna, ktorá sa tiahne naprieč celou nočnou kupolou. Je to viac než pekné, alebo krásne. Je to jedinečné spojenie niečoho krásneho a hrôzostrašného zároveň.

Jasne tmavá obloha posiatá hviezdami je bránou do sveta, ktorý človek nikdy nedokáže dostatočne dôkladne preskúmať. To je presne to, čo nám naháňa strach. Veľkosť vesmíru a celkovo jeho fungovanie je ľudskými silami neovplyvniteľné. Týmto pocitom sa venovali ako jedeni z mnohých aj írsky filozof Edmund Burke a nemecký filozof Immanuel Kant.

---

<sup>81</sup> FIŠEROVÁ, Michaela. *Obraz a moc: rozhovory s francouzskými mysliteli*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2635-2.str.105

Pojem vznešeného popisuje Burke ako dôsledok tých najsilnejších pocitov, ktoré vznikajú na základe našej skúsenosti s niečím hrôzostrašným.<sup>82</sup> Vznešeno je vyvolané pri kontakte s niečím čo je pre nás akýmsi spôsobom nebezpečné, alebo nás trýzni. Pri pohľade na nočnú oblohu zažívame podobný druh pocitu, ako keď si predstavíme, že sa plavíme na malom člne uprostred najväčšieho a najhlbšieho oceánu a na horizonte niet stopy po pevnine. Na jednej strane sme udivení krásou prázdnoty, ale na druhej strane v sebe cítime strach a úzkosť z obrovskej masy vody pod nami. Hrôza a strach nemusia byť nutne vyvolané len myšlienkami, ale môžu byť spôsobené aj náhlým zážitkom, sústredení sa na objekt, ktorý svojou náhlostou a veľkosťou prináša zhrozenie. Burke píše: „Obrovská rovná plocha pôdy nie je rozhodne nejakou malou ideou, výhľad na takú plochu môže byť práve tak široký ako výhľad na oceán, môže však naplniť myseľ niečím, čo by bolo také veľké ako oceán?“<sup>83</sup> Spojenie zhrozenia a idey hrôzy je podľa Burkeho najvyšším stupňom vznešeného, pričom za vedľajšie účinky považuje obdiv, úctu a vážnosť. Dôležitosť pripisuje tajomnosti a temnote. Neurčitosť a nejasnosť výpovede prináša možnosť zamestnať myseľ oveľa viac ako keby sme vedeli podrobnosti. Hrôza, sila, nekonečnosť, ohromnosť, rozsiahlosť, temnota. Pre Burkeho je dôležité vnímať vznešeno ako samostatnú estetickú kategóriu paralelnú k pojmu krásy.<sup>84</sup>

„Nočná obloha sa vyznačuje snahou oboch autorov charakterizovať vznešené. Burke považoval akt uvažovania o hviezdach za určitú skúsenosť so vznešeným "hviezdne nebo, aj keď sa vyskytuje veľmi často podľa nášho názoru, nikdy nezabudne na myšlienku veľkoleposti." Spolu veľké množstvo hviezd a ich "zjavný zmätok" vyvolalo odhalenie nekonečna.“<sup>85</sup>

Kant vo svojej kritike predstavuje niekoľko vlastností, ktoré majú krásno a vznešeno

---

<sup>82</sup> BURKE, E., 1981. O vkuse, vznešenom a krásnom. Bratislava: Tatran, str.43

<sup>83</sup> BURKE, E., 1981. O vkuse, vznešenom a krásnom. Bratislava: Tatran, str.5

<sup>84</sup> BURKE, E., 1981. O vkuse, vznešenom a krásnom. Bratislava: Tatran, str.112-13

<sup>85</sup> KESSLER, Elizabeth A. Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.str. 48



spoločné. Obe sa páčia „samy o sebe“.<sup>86</sup> Zaľúbenie v krásnom aj vznešenom na jednej strane súvisí so schopnosťou znázornenia a obrazotvornosti, na druhej strane s rozvažovaním a schopnosťou pojmu rozumu, pričom sú tieto dve ľudské vlastnosti v súlade. Pretože si tieto dva sudy nárokuje len na pocit ľúbivosti a nepotrebujú poznanie predmetu, môžeme ich prehlásiť za všeobecne platné pre každého človeka. Medzi krásnom a vznešenom sa nachádza mnoho odlišností. Krásno často nachádzame v prírode v určitej forme, ktorá súvisí s obmedzenosťou. Vznešeno naopak nájdeme v predmete bez formy predstavujúcej neobmedzenosť. Krásno „je používané pro znázornění neurčitého pojmu rozvažování, vznešenost ale pro znázornění neurčitého pojmu rozumu.“<sup>87</sup> Krása teda ostáva na úrovni rozvažovania a vznešenosť už pracuje s ideami rozumu. Pri pocite vznešena dochádza k „zabrždení životních sil a nato jejich ihned následujícím a o to silnějším výlevem.“<sup>88</sup> Mysel' je k danému predmetu neustále priťahovaná a zároveň od nej odpudzovaná, predovšetkým preto, že obrazotvornosť nie je schopná vznešený predmet plne uchopiť. Hovoríme o páčivosti vznikajúcej z nepáčivosti. K tomu aby sa myseľ mohla zaoberať ideami vznešenosti je potrebné aby opustila zmyslovosť. Za vznešené teda nemôžeme považovať nič, čo by nás ohrozovalo na živote. V takom prípade nebude myseľ schopná opustiť zmyslovosť a zaoberať sa ideami obsahujúcimi vyššiu účelovosť. Pre Kanta je dôležitá predovšetkým vnímavosť myslí pre idey. Človek, ktorý touto špecifickou vnímavosťou nedisponuje bude podľa Kanta považovať vznešené iba za odpudzujúce.<sup>89</sup>

Človek síce môže byť schopný odhaliť krásu, ale pre odhalenie vznešeného je potrebný takzvaný morálny cit ako nazýva Kant schopnosť vnímať vznešené. Vznešeno je vyvolané pri kontakte s niečím čo je pre nás nejakým spôsobom nebezpečné alebo čo nás trýzní. Myšlienky na život, zdravie, v nás síce zanechávajú pocit spokojnosti, ale nie je to tak silný a dlhodobý pocit ako keď človek myslí na trýznenie alebo smrť, ktorú považuje Burke za najväčšiu hrozbu. „Útrapy, ktoré môžeme pretrpieť telom a myslou, sú vo svojich účinkoch bezpochyby oveľa väčšie než všetky slasti, ktoré by si vymyslel ten najväčší pôžitkár, alebo

---

<sup>86</sup> KANT, I., 1975. Kritika soudnosti. Praha: Odeon. s.81

<sup>87</sup> Taktiež tam

<sup>88</sup> Taktiež tam

<sup>89</sup> Taktiež tam

než tie, ktorým by sa tešila najživšia predstavivosť a najzdravšie a najcitlivejšie telo.“<sup>90</sup>

Ani krásu ani vznešeno nepovažoval Kant za objektívne vnímateľnú vlastnosť predmetu. Krásu chápal ako výsledok vzájomného pôsobenia obrazotvornosti a umu, vznešeno chápal ako výsledok vzájomného pôsobenia obrazotvornosti a rozumu. Tvrdí, že vznešeno je dynamickým prejavom mysli, zatiaľ čo krásno naopak vyžaduje klud a kontempláciu duše. Vznešeno teda predovšetkým nachádzame v našej mysli a nie v objektoch. Rozdeľuje vznešeno na dva typy, na matematické a dynamické. Matematicky vznešeným podľa jeho teórie je to čo je veľké úplne, nad akékoľvek porovnanie, je to veľkosť, ktorá sa rovná len sama sebe. Ak na to nemáme porovnanie je to spôsobené len obmedzenosťou našich predstáv.

Práve snaha uchopiť nekonečnosť sama o sebe vytvára pocit vznešena. Dynamické vznešeno vzniká v prípade, že vnímame prírodu ako čistú moc, ktorá dokáže prekonávať prekážky. Ak chceme hodnotiť prírodu ako dynamicky vznešenú, musí v nás vyvolávať strach. „Odvážné převislé, jakoby hrozící skály, bouřková mračna kupící se na nebi, provázená blýskáním a hřměním, sopky v celé své zničující síle, orkány se svými pustošivými následky, bezbřehý bouřící oceán, vysoký vodopád mocné řeky apod. činí z naší schopnosti klást odpor ve srovnání s jejich silou bezvýznamnou maličkost.“<sup>91</sup> Kant vo svojej definícii vznešena najprv vylúčil veci vyrobené človekom, neskôr súhlasil, že objekt vznešena môže byť aj produktom ľudskej tvorivej sily. Hlavným dôvodom prečo by nemalo byť vznešeno videné v predmetoch ľudskej tvorby je obsiahnutá v primárnej obmedzenosti človeka. Ale vďaka novým technológiám a materiálom, ktoré človeku umožňujú vytvárať stále nepredstaviteľnejšie a neuveriteľnejšie diela, ktoré mnohokrát vyzerajú, že odporujú aj samotným fyzikálnym zákonom, môže v človeku vyvolať údiv aj samotný ľudský výtvar.<sup>92</sup> Podľa Burkeho aj Kanta tvorí strach a hrôza neoddeliteľnú časť pocitu vznešeného a to najmä tam, kde bolo vznešené vyvolané silou prírody. U oboch nachádzame myšlienku, že vznešené môže vzbudiť niečo čo dosahuje veľké rozmery.

---

<sup>90</sup> BURKE, E., 1981. O vkuse, vznešenom a krásnom. Bratislava: Tatran, str.43

<sup>91</sup> KANT, I., 1975. Kritika soudnosti. Praha: Odeon. str.81

<sup>92</sup> KANT, I., 1975. Kritika soudnosti. Praha: Odeon. str.87

Elizabeth A. Kessler pri popise fotografií z Hubblovho teleskopu zdôrazňuje ich podobnosť s maľbami a fotografiami amerického západu z devätnásteho storočia. Spomína autorov ako sú Albert Bierstadt, Thomas Moran, Timothy O'Sullivan alebo William Henry Jackson a poukazuje na podobnosti najmä na základe vlastností, ktoré popisujú pojem vznešena.<sup>93</sup> Na pestrofarebných dramatických obrazoch vzdialených hviezd a galaxií, Kessler demonštruje vznešeno s jeho vnútorným napätím medzi rozumom a predstavivosťou v novej digitálnej ére kedy skúmanie vykonávajú skôr technológie než ľudia. Na rozdiel od Kessler, Elkins dáva do popredia vedecké fotografie vesmíru, ktoré neprešli farebnými úpravami. Jednoznačne odmieta obrázky vytvorené na popularizáciu, pretože ich vidí ako rozptýlenie od toho, čo považuje za oveľa zaujímavejšie astronomické obrazy, a to tie, ktoré vedci používajú len na získanie vedomostí. Navyše uprednostňuje názor, že tak ako je definované vznešeno sa nedá pocítiť z fotografie ako to tvrdí Kessler.<sup>94</sup>

„Keď Kant nazval jedno zo svojich vznešených "matematické", neznamenal to algebru, ale skôr škálu objektov, ako je hviezdna obloha, ktorá vyvoláva matematické pojmy, ktoré sú pre intuíciu nedostupné, tak ako je nič a nekonečnosť. Podstatným rozdielom medzi Kantovými príkladmi a skutočnými obrázkami je, že obrazy - dokonca vedecké ilustrácie - sa nikdy nedostanú do nekonečna. Z väčšej časti sa vedecké obrazy pokúšajú zahrnúť nekompatibilné objekty prostredníctvom reálneho sveta matematiky.“<sup>95</sup>

---

<sup>93</sup> KESSLER, Elizabeth A. *Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.str.54

<sup>94</sup> ELKINS, James. *Six Stories from the End of Representation : Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000*. Stanford University Press, 2008. ISBN 10 0804741476.str.87-116.

<sup>95</sup> ELKINS, James. *Six Stories from the End of Representation : Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000*. Stanford University Press, 2008. ISBN 10 0804741476. str.89

## 5. Medzi umením a gýčom.

„Takže, 50. léta: vynoření se, 60. léta: příznačné jsou revolty mladých generací, které se rozvíjejí víceméně všude, a potom, od 80. let 20. století: proces zrychlování proměny moderních hodnot v hodnoty postmoderní. Podstatné črty období postmoderny ... není lehké shrnout několika slovy. Řekl bych však, že těmito rysy jsou důraz kladený na estetično a na přítomnost, důležitost hedonismu, s čímž souvisí důležitost těla, hodnoty imaginárního, tvořivého a hravého aspektu existence, tedy hodnoty spjaté s hravostí, kolektivními sny apod.“<sup>96</sup> *Michel Maffesoli*

Liotard (francúzsky filozof a literárny teoretik, ktorý bol hlavným predstaviteľom filozofického postmodernizmu), uvažoval nad vznešeným na pozadí umeleckej tvorby a strach nahrádza pojmom úzkosť. Tá na rozdiel od strachu nie je spôsobená konkrétnym predmetom alebo situáciou, ktorá by nás ohrozovala, pretože úzkosť neohrozuje, ale tiesni. Lyotard sa v rámci svojho premýšľania obracia na teórie Edmunda Burkeho a Immanuela Kanta. Zásadným rozdielom medzi krásnym a vznešeným je podľa Lyotarda v tom, že krása sa zakladá na zhode s estetickými normami, na zhode s určitými pravidlami a umožňuje produkovať vkusové sudy. Krása vyvoláva rôznorodé pôžitky, zostáva však na strane pozitívnych pocitov. Naproti tomu sa vznešené zakladá na rozporoch, protikladnosti, odlišnosti a nezmieriteľnosti. Je to potešenie a pôžitok z niečoho, čo nás presahuje, ale zároveň bolesť a strach, že to buď nemôžeme obsiahnuť, alebo nás to ohrozuje, koniec koncov je to vlastne niečo, čo ani nemôžeme zobraziť, alebo ukázať. Vznešeno podľa Lyotarda absentuje znázornenie reality, je to ústup od reálneho a vznešeno ústi do prázdnych abstrakcií. Oproti tomu krása ústí do figurácií, podriaďuje sa určitému modelu. Krása sa viaže

---

<sup>96</sup> FIŠEROVÁ, Michaela. *Obraz a moc: rozhovory s francouzskými mysliteli*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2635-2.str.145-146

na formu zatiaľ čo vznešené ostáva nesformované. Krása potrebuje pre svoju existenciu prikrášľovať a ozdobovať zatiaľ čo vznešeno chce zintenzívniť nefalšované pocity. U Lyotarda sa stalo vznešeno synonymom neukončenosti, neurčitosti a neurčenosti, rozporuplnosti, experimentu, odmietnutia kánonov. Krásno rešpektuje súvislosti krásy, ktoré hovoria o nej ako o harmónii, symetrii, účelnosti, svetle, proporcii.<sup>97</sup> Lyotard hovorí o konci dvadsiateho storočia ako o nulovom stupni kultúry. Je to podľa neho obdobie, ktoré sa vyhýba autentickému výskumu, a v ktorom jediným kritériom je zisk.<sup>98</sup>

Od dňa kedy NASA uverejnila prvú fotografiu Hubblovho teleskopu, nejasný čierno-biely obraz, ubehlo už viac ako dvadsať rokov.<sup>99</sup> Postupne sa vytváral estetický štýl astronomických fotografií. Archív obrázkov z Hubblovho teleskopu potvrdzuje ľudský hlad po sýtych farbách, vysokom kontraste, bohatých detailoch, majestátnej kompozícii a dramatickom osvetlení. Toto všetko ovplyvňuje a definuje ako si dnes predstavujeme vesmír. Naše predstavy už nemajú takmer nič spoločné so staršími fotografiami hviezd a ani to nie je nič čo by bolo podobné tomu čo vidíme na nočnej oblohe voľným okom. Záujem o nejakú vedeckú misiu trvá zvyčajne krátko - niekoľko týždňov, mesiacov, no záujem o ikonické fotografie z vesmíru trvá desaťročia. Farebné snímky z Hubblovho teleskopu cirkulujú v médiách, rovnako online alebo aj v tlačenej podobe. Dosahujú nevídanú popularitu medzi všetkými ostatnými astronomickými snímkami a to je vlastne aj zámer, s ktorým boli fotografie pripravované. Od začiatku boli tieto obrázky vytvárané tak, aby oslovili, očarili, čo najširšie spektrum spoločnosti. Vedci ich estetiku smerovali na okruh ľudí, ktorí nie sú vedci, ale ľudia, ktorí však môžu vedu finančne podporiť. Astronómovia, ktorí pracujú na sprístupnení obrázkov z Hubblovho teleskopu pre verejnosť sa snažia často naplniť protichodné požiadavky príliš širokého publika - od škôlkarov až po vedeckých pracovníkov. Tieto informácie však pripomínajú definície jednej z najznámejších estetických kategórií - gýč. Gýč je snaha o prebudenie sentimentality a citov u masy ľudí, pričom tieto city zároveň

---

<sup>97</sup> LYOTARD, Jean-Francois. O postmodernismu: Postmoderno vysvětlované dětem: Postmoderní situace. Praha: Filozofický ústav AV ČR, 1993. Základní filosofické texty. ISBN 80-7007-047-1.

<sup>98</sup> TAGG, John. Ground of Dispute. Un. of Minnesota Press, 1992. ISBN: 9780816621323. str.157-163

<sup>99</sup> MCCRAY, Patrick. Giant Telescopes : Astronomical Ambition and the Promise of Technology. HARVARD UNIVERSITY PRESS, 2006. ISBN10 0674019962. str.204

uspokojuje.<sup>100</sup> Ľudia majú dosť vlastných problémov a preto pri pohľade na obraz očakávajú krásu a k spokojnosti im nič viac nechýba, takže gýč si v tomto prípade poctivo plní svoju úlohu. Ľudia nechcú hľadať žiaden skrytý význam, ani jedinečnosť, chcú si len oddýchnuť od myšlienok, tváriť sa, že žijeme v ideálnom svete. Aby nám gýč predstavil ideálny svet, vytvára zmes overených prvkov, štruktúr a materiálov, ktorú následne veľmi ľahko reprodukuje na také množstvo aby sa dostala do nášho povedomia,<sup>101</sup> takže sa môže ľahko stať, že ak sa nezamyslíme nad tým čo sledujeme v televízii, počúvame v rádiu, čítame v novinách, len ťažko zistíme, že je to gýč. Podstatou umenia je síce tiež vyvolanie pocitov, ale v tomto prípade berieme do úvahy úprimné pocity, ktoré môžu byť krásne, ale na druhej strane autori často zámerne vyvolávajú u diváka znepokojenie. Umenie nás nestavia pred hotovú vec, núti nás klásť si otázky, na ktoré hľadáme odpovede buď vo svojom okolí alebo v sebe. Jednoznačne definovať gýč je problematické. Pod týmto pojmom si zjednodušene môžeme predstaviť niečo bez obsahovej hodnoty, na prvý pohľad identifikovateľné, rozšírené medzi masou divákov, od ktorých preferuje univerzálnosť pocitov. Komunikuje na základe interaktívnej schémy neustáleho opakovania toho, čo je divákovi dobre známe a po čom túži. „Gýč nepožaduje od svojich zákazníkov nič okrem ich peňazí, ani ich čas.“<sup>102</sup>

Pokladať fotografie vesmíru za jednoznačný gýč by bolo trúfalé. Aj keď sú fotografie na prvý pohľad ľúbivé, nie je to ich hranica. Pod farebným nánosom sú stovky hodín práce a vedecky overené informácie. Je na pozorovateľovi či sa rozhodne uspokojiť svoje vnímanie povrchovou ľúbivosťou, alebo sa bude snažiť pochopiť farebné skratky, ktoré hovoria o fyzikálnych a chemických vlastnostiach vesmírnych objektov a javov. Hubblov vesmírny ďalekohľad nie je ľudské oko a preklad jeho vnímania do nášho vizuálneho systému vyžaduje znalosť vyššej matematiky a fyziky. Skutočnosť, že spomínané technické oko je schopné vidieť do vzdialenosti 11 miliárd rokov výrazne oddeľuje jeho snímky od bežných fotografií.

---

<sup>100</sup> Greenberd str. 9-10

<sup>101</sup> Taktiež tam

<sup>102</sup> Taktiež tam

## 6. Česká astronomia

Pri skúmaní astronomických fotografií som sa zamerala predovšetkým na príťažlivé farebné obrázky vznikajúce od deväťdesiatych rokov minulého storočia. Jednou z ich úloh je hľadať finančnú podporu na vedecký výskum. Hubblov vesmírny ďalekohľad je projektom NASA a teda je financovaný najmä zo strany USA. Jeho obrázky sú však svetoznáme. Rozvojom vedy sa neustále zvyšujú náklady na financovanie nových observatórií a preto sa na podporu veľkých projektov spájajú dohromady viaceré krajiny. V rámci skúmania estetiky astronomickej fotografie som sa okrajovo pozrela aj na súčasnú situáciu v Českej republike. Česko má za sebou bohatú astronomickú históriu a záujem o astronomickú fotografiu nájdeme ako v minulosti, tak aj v súčasnosti jednak na strane odbornej verejnosti, ale veľké nadšenie pre tento druh fotografie nachádzame aj u amatérskych astronómov, ktorí sa výrazne zaslujú o popularizáciu vesmíru.

Astronomický ústav Akadémie vied Českej republiky je jednou z najstarších vedeckých inštitúcií v Česku. Je priamym pokračovateľom klementínskej hvezdárne, ktorej astronomická veža bola dokončená v roku 1722. Významným prelomom v astronómii na českom území bolo postavenie hvezdárne v Ondřejove, ktorá je od Prahy vzdialená približne 35km juhovýchodne a je umiestnená v nadmorskej výške 528m. Vznikla zásluhou bratov Fričových, ktorí ju vybudovali ako súkromnú hvezdáreň a v roku 1928 ju pozostalý brat J.J. Frič venoval Československému štátu pre potreby Univerzity Karlovej. V roku 1954 vznikol Astronomický ústav Československej akadémie vied so sídlom v Prahe a koncom roku 1992 sa Astronomický ústav stal pracoviskom Akadémie vied Českej republiky. V roku 1993 bolo sídlo presťahované do Ondřejova. V súčasnosti slúžia historické kopule hvezdárne ako múzeá. Menšie oddelenie ústavu sa nachádza v Prahe v areáli ústavu Akadémie vied v Spořilove.<sup>103</sup> Predmetom hlavnej činnosti Astronomického ústavu je vedecký výskum a vývoj v oblastiach astronómie a

---

<sup>103</sup> Astronomický ústav AV ČR, Historie, In. Asu.cas.cz [online], [cit. 6.6. 2018], dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/cz/asu/historie>

astrofyziky. Ústav je od roku 2009 zapojený do činnosti Európskeho južného observatória (ESO). Ondřejov sa stal sídlom jedného z európskych regionálnych uzlov interferometru ALMA, čo je v súčasnosti najväčší astronomický projekt na svete. Je spoločným projektom Európy, severnej Ameriky a východnej Ázie v spolupráci s Čile.<sup>104</sup> ALMA je zložitý technický zariadenie, ktoré nepracuje na princípe klasického ďalekohľadu, ktorý by zobrazoval obraz na fotografickú dosku alebo na čip.<sup>105</sup> Obraz vytvárajú astronómovia v spolupráci so softvérom matematickými postupmi, "je to kombinácia vyššej matematiky a mágie" ako popisuje svoju prácu Miroslav Bárta zo slnečného oddelenia v Ondřejove. Z jednotiek a nuliek sa vytvárajú obrazy, ktoré sa potom môžu buď vedecky zhodnotiť, alebo ďalšími úpravami pripraviť pre publikovanie. Dôležitou úlohou astronómov pracujúcich v Ondřejove je okrem iného aj kontrola získaných dát, ich spracovanie a redukcia v programe CASA.<sup>106</sup> V areáli ondřejovskej hviezdárne je v súčasnosti menší ďalekohľad s priemerom 65cm, slúžiaci na fotografovanie asteroidov a komét, a jeden veľký ďalekohľad s priemerom zrkadla 2m, ktorý je zameraný na výskum spektra hviezd. V archíve hviezdárne sa nachádza mnoho fotografií spektra, ktoré sú však predovšetkým určené pre výskum. V Ondřejove sa vedci nezameriavajú na plošné objekty ako sú hmloviny a galaxie, ktoré sú pre verejnosť najzaujímavejšie svojou farebnosťou. Vývojom galaxií sa v Českej republike venuje napríklad Bruno Jungwiert s ktorým som absolvovala niekoľko stretnutí. Pracuje s astronomickým obrazom vznikajúcim aj na základe najmodernejšieho spôsobu pozorovania, a to trojdimenzionálnej spektroskopie. Celosvetovo známy je Miloslav Druckmüller, matematik, ktorý z nasnímaných digitálnych dát vytvára najostrejšie fotografie slnečnej koróny pri zatmení Slnka.<sup>107</sup>

Česká astronomická spoločnosť organizuje fotografickú súťaž Česká astrofotografie měsíce. Touto formou sa snaží nadviazať na známu tradíciu prezentácie astronomických fotografií v zahraničí APOD - vo voľnom preklade "astronomická fotografia dňa". Súťaže tohto

---

<sup>104</sup> BÁRTA, Miroslav, z rozhovoru pre TV Noe, In: TvNoe.cz [online], 2018, 3.3. 2018 [cit. 30.5. 2018]. Dostupné z: <http://www.tvnoe.cz/video/16009>

<sup>105</sup> MCCRAY, Patrick. Giant Telescopes : Astronomical Ambition and the Promise of Technology. HARVARD UNIVERSITY PRESS, 2006. ISBN10 0674019962.str.179

<sup>106</sup> BÁRTA, Miroslav, z rozhovoru pre TV Noe, In: TvNoe.cz [online], 2018, 3.3. 2018 [cit. 30.5. 2018]. Dostupné z: <http://www.tvnoe.cz/video/16009>

<sup>107</sup> DRUCKMULLER, Miloslav, z rozhovoru pre ČT24, In. Ceskatelevize.cz [online], 2017, 4.11. 2017 [cit. 30.5. 2018]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10441294653-hyde-park-civilizace/217411058091104/>



druhu sú úspešným marketingom pre popularizáciu vesmíru a takisto pre prilákanie k štúdiu prírodovedných a technických oborov.<sup>108</sup> Jedným z najvýznamnejších popularizátorov je astrofotograf Peter Horálek, ktorý kvôli fotografiám oblohy bez svetelného smogu cestuje naprieč celým svetom. Pri spracovaní nasnímaných dát precízne dodržiava matematické postupy tak aby výsledok fyzikálne zodpovedal realite.<sup>109</sup>

## 7. Záver

Je problematické zamýšľať sa nad estetikou astronomickej fotografie v tom najširšom zmysle, pretože podoba astronomických fotografií sa premieňa na základe toho, pred aké publikum budú fotografie v konečnom dôsledku predložené. Rozhodla som sa svoju pozornosť sústrediť na fotografie vesmíru, ktoré sú často označované za krásne a dokonca umelecké. Práve kvôli týmto prívlastkom prideleným prevažne zo strany laického publika, som hľadala skutočný charakter farebných fotografií vesmíru publikovaných predovšetkým nie v odbornej literatúre. Ikonické fotografie vesmíru sú okrem iného reklamou na astronomický výskum a pokladať ich za čiru realitu by bolo naivné. Pozadie obrázkov, ktoré som skúmala však nie je výhradne marketingové. Základy obrázkov stoja predovšetkým na matematicko-fyzikálnom výskume. Výsledné fotografie sú jednou z najefektívnejších ciest ako dostať do povedomia ľudí, že výsledky vedeckého výskumu sú dobre investované peniaze. Treba však brať do úvahy, že spomínaný marketing a popularizácia pomáhajú presvedčať verejnosť o zmysle financovania vedy najmä čo sa týka amerického výskumu. U nás situácia zatiaľ nie je taká extrémna.

---

<sup>108</sup> Nebeské perly české a slovenské astrofotografie, Hurbanovo, Slovenská ústredná hviezdáreň, 2016,ISBN 978-80-85221-88-6

<sup>109</sup> Interview s Petrom HORÁLKOM, astrofotograf a popularizátor vesmíru v ČR. Praha 14. 3. 2018

Absolvovala som niekoľko stretnutí s vedeckými pracovníkmi Astronomického ústavu AV ČR a vyplynulo, že samotní astronómovia sa nemajú potrebu hlbšie zamýšľať nad vývojom estetiky astronomických fotografií a hlavným dôvodom je to, že nepracujú s fotografiou ako s celkom, ale skúmajú číselné údaje, ktoré sú zastúpené v jednotlivých pixeloch. Vedecké články, ktoré nie sú bežne prezentované širokej verejnosti, sú studnicou fotografií a vizualizácií, ktoré sú podľa astronómov pre laikov vizuálne neatraktívne. Sú to obrázky, ktoré sa vôbec nesnažia byť pekné. Nie sú veľkolepé a nespoliehajú sa na dych berúcu farebnosť a kompozíciu. Nie sú jednoznačné, sú neostre a plné šumu. Často nezobrazujú vesmírne objekty v celkoch, ale vo výrezoch. Pre laika sú takmer nečitateľné. Sú krásne, ale krása v tomto momentne znamená niečo iné než mozaika fotografií prifarbená falošnými farbami s upraveným jasom a kontrastom. Hoci sú tieto dáta nenarušené farebnou škálou priradenou softvérom a astronómom, naďalej sa nemôžeme uistiť, že daná fotografia nám prináša pohľad na realitu, ktorá je v bežnom vnímaní človeka viazaná na každodennú skúsenosť. Síce farebným obrázkom laici nerozumejú približne tak isto ako tým čierno-bielym, ale aspoň sú farebné a obsahujú interpretačné vodítko – hviezdy, ktoré nám dostatočne dobre prezrádzajú, že na fotografii ide o vesmír. U tých čierno-bielych, neupravených si nemôžeme byť na prvý pohľad úplne istí, či sa jedná o pohľad do hĺbín vesmíru, alebo na mikroskopický vedecký snímok napríklad buniek.

Je samozrejme možné hľadať podobnosti medzi umeleckou tvorbou a fotografiami nočnej oblohy, hmlovín a galaxií, ale s veľkou pravdepodobnosťou sú hlavne umelci tí, ktorí nachádzajú inšpiráciu vo vede a nie naopak. Súčasnej astronómii predchádzalo dlhé obdobie, kedy sa nebeské telesá a javy pozorovali voľným okom bez použitia fotoaparátu a ešte pred tým bez použitia teleskopu. Najviac známe fotografie vesmíru sú aj dnes úzko viazané na skúsenosť voľného ľudského oka s každodennou realitou, ktorou myslím hlavne prírodné javy. Najväčší prelom v estetike fotografií vesmíru nastal na prelome dvadsiateho a dvadsiateho prvého storočia, najmä vďaka Hubblovmu teleskopu. Od tohto obdobia sa po dobu viac než dvadsaťpäť rokov veľa nezmenilo. Pre popularizáciu vedy sa kombinujú obrázky vzniknuté priamym zobrazovaním s informáciami získanými na základe nepriameho zobrazovania. O obrázkoch, ktoré vznikajú vizualizovaním meraní získaných rádioteleskopom,

alebo trojdimenzionálnou spektroskopiou zatiaľ nie je veľa dostupnej literatúry, ktorá by bola dostatočne dobre zrozumiteľná pre širšiu verejnosť.

Astronomická fotografia prináša pohľad do extrémnej priestorovej a časovej vzdialenosti, do minulosti, na základe ktorej veda dokáže predpovedať extrémne vzdialenú budúcnosť. Aj vďaka Hubblovmu teleskopu dnes vieme napríklad, že galaxia M31 v súhvezdí Andromeda, sa približne za štyri miliardy rokov prepojí s tou našou galaxiou. Sú to zistenia, ktoré našu predstavivosť nezanechajú nečinnú, podobne ako pohľad na skutočne tmavú oblohu bez svetelného smogu, ale pocit vznešena sa na CCD čip ešte stále nezmesť.

INTERVIEW S RNDr. BRUNOM JUNGWIERTOM, Ph.D.

prepis zvukovej nahrávky, V Prahe, 21.3.2018

**V čom podľa Vás nastal zlom po vyslaní Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu na obežnú dráhu Zeme?**

Ten hlavný dôvod prečo sa vyslal na obežnú dráhu Zeme bol ten, že obraz vo vesmíre nekazí zemská atmosféra a tak sa dajú rozoznať jemné detaily medzi vesmírnymi objektmi. V tom to bol obrovský zlom. Navyše on je na obežnej už 25 rokov a za tú dobu nakumuloval obrovské množstvo snímok rôzneho druhu.

**Akým spôsobom vytvára Hubble fotografie, ktoré potom my bežne vidíme?**

Hubble má niekoľko prístrojov, ktoré sa časom vymieňali. Niektoré tie prístroje robia len astronomickú fotografiu v rôznych filtroch. Niektorý z filtrov vidí napríklad len červenú farbu a ten filter je upravený tak aby bol citlivý na oblasti kde sa tvoria nové hviezdy. To sú všetky naružovelé miesta, ktoré vidíme na fotografii. Sú to oblasti kde vznikajú hviezdy v súčasnej dobe. Sú to horúce hviezdy a tieto miesta sa nazývajú hviezdne pôrodnice. Niektoré z tých hviezd sú natoľko horúce, že zahrievajú okolitý plyn, ktorý potom na fotografiách svieti červenou farbou. Týmto filtrom urobíte fotku, na ktorej vidíte len žiarenie vznikajúcich hviezd. Potom zase v inom filtri urobíte snímok, na ktorom vidíte svetlo starých hviezd. Potom sa dajú rôzne kombinovať tieto filtre a vytvárať mnoho farebné obrázky. Kde každá farba zodpovedá buď inej látke alebo inému fyzikálnemu procesu. Takže v tom nie je žiadna spektroskopia.

## **Môžu vedci na základe fotografií, ktoré vidíme v pekných knižkách robiť výskum alebo sú to fotografie určené výhradne pre verejnosť?**

Je to pripravené pre verejnosť, ale astronóm to má samozrejme v inej digitálnej podobe v počítači. A teda čo on má konkrétne? Každá tá fotografia zostáva z milióna pixelov a v každom pixely má informáciu o tom, koľko je tam svetelného toku. Pre každý zo spomínaných filtrov to má zvlášť. Takže ak si astronóm vezme v danom pixely svetelný tok, v napríklad červenej oblasti kde svieti plyn pri novovznikajúcej hviezde, tak tie čísla, ktoré tam má je schopný pomocou teórie previesť na množstvo hviezd, ktoré sa tam vytvoria za rok. Takže tie čísla majú pre výskum veľký význam, nie je to tak, že by sme robili takúto fotografiu len preto aby sme to ukázali verejnosti aké to je pekné. Veľa vecí sa dá zo samotnej fotografie vyčítať. Ale ak máte možnosť urobiť aj spektroskopiu, tak tých informácií je omnoho viacej. Robiť spektroskopiu je časovo ale omnoho náročnejšie a na niektoré veci to ani nie je potrebné. Robiť fotografie je oveľa lacnejšie na čas a peniazev porovnaní so spektroskopiou.

## **Ako teda vyzerajú najviac surové dáta, ktoré stoja za farebným obrázkom?**

Originál sú čísla. Astronomický prístroj má v sebe CCD čip, rovnako ako to čo máte v kamere alebo v mobile. Je to čip, do ktorého prichádzajú fotóny. Každý fotón zachytený čipom vyrazí elektrón, ktorý je kontrolovaný elektrickým poľom, takže drží na nejakom mieste dokým z neho takzvané nevyčnie. Surové dáta sú čísla, ktoré vám hovoria koľko elektrónov bolo v danom mieste vytvorené dopadajúcim žiarením. Tie čísla sú informácie o elektrónoch a tie sa dajú previesť späť na počet fotónov, ktoré tam dopadli.

## Mohli by ste popísať ako funguje súčasná spektroskopia?

Najmodernejšia metóda je plošná spektroskopia a taktiež sa jej niekedy hovorí aj trojdimenzionálna spektroskopia. Spočíva v tom, že obraz na oblohe sa pomocou nejakého optického prvku – buď pomocou sklenených šošoviek, alebo pomocou malých zrkadiel rozdelí na časti, ktorým sa hovorí spaxly narozdiel od jednotlivých elementov, ktoré sú na čipe v kamere, ktorým sa hovorí pixely. Pixel je element obrazu a spaxel je element priestoru, ktorý v tej galaxii skúmame. Je to slovo vytvorené z dvoch anglických slov SPACE a ELEMENT. V astronómii je medzi spaxlom a pixelom rozdiel v tom, že spaxel zobrazuje malý kúsok galaxie v priestore zatiaľ čo pixel v CCD čipe nezachytáva priestorovú informáciu, ale je na ňom zobrazená časť spektra. Takže galaxia sa rozreže na spaxly a nemusí to byť nutne v štvorcovom formáte, môže to byť napríklad aj v tvare kruhu. Pre každý ten spaxel sa vytvorí spektrum, ktoré padne na CCD, ktoré v kamere zachytí obraz spektier, ktorých môžu byť tisíce aj desaťtisíce a to závisí na tom na koľko spaxlov galaxiu spektrograf rozreže a aj na tom ako veľké je CCD alebo koľko ich je zložených k sebe. To čo má astronóm k dispozícii na CCD je rad spektier. Na tých spektrách sa v princípe dá pracovať samostatne ale väčšinou tie softvéry sú urobené tak, že sa snažia vziať v úvahu aj spektrá z blízkych spaxlov a zisťovať do akej miery sú spektrá podobné. Ale dá sa na nich pracovať aj zvlášť a preto, že ich sú tisíce až milióny tak sa musí ten postup nejako automatizovať. A automatizuje sa podľa toho čo chcete v tej galaxii hľadať – či chcete zistiť napríklad rýchlosti plynu alebo hviezd v časti galaxie a dostať potom rýchlostné pole, čo znamená vidieť či sa otáča, alebo či z nej tryská nejaká hmota von. Môžete zo spektroskopie získať chemické zloženie alebo aj teplotu hviezd a tak ďalej. Miesto toho aby ste získali len fotografiu, získate fotografiu spektier a ak ich potom všetky spojíte vznikne dátová kocka, teda obecne to je kváder a nie kocka, ktorá obsahuje aj tretí rozmer – máte 2 priestorové, ktoré vám dávajú tú fotku, ale tých fotiek máte pre rôzne vlnové dĺžky mnoho, takže môžete tú dátovú kocku v rôznych miestach, teda v rôznych vlnových dĺžkach rezať. Tým pádom dokážete vidieť danú galaxiu iba v jednej konkrétnej vlnovej dĺžke, ktorá hovorí napríklad o tom kde vznikajú v galaxii nové hviezdy. Takže dalo by sa povedať, že spektroskopia tiež umožňuje robiť fotografie, v rámci jedinej

expozičné získate obrovské množstvo fotiek naraz.

## ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV

obr.1: *Veľká hmlovina v Orióne*, John Herschel, ručná kresba z roku 1847  
HERSCHEL, John. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) [online]. [cit. 14.6.2018]. Dostupný na:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Resultsofastrono00hers\\_0503.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Resultsofastrono00hers_0503.jpg)

obr.2: *galaxia M 82*, nasnímaná 5 - metrovým ďalekohľadom, 1972  
KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1972, roč.3.,  
č.5.,str.146

obr.3: *Orlia hmlovina (Stĺpy stvorenia)* nasnímaná kamerou WFPC2, 1995  
NASA, ESA and the Hubble Heritage Team , [www.pbs.org](http://www.pbs.org) [online]. [cit. 8.5.2018].Dostupný na  
: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/0303/01-howi-01.html>

obr.4: *Orlia hmlovina (Stĺpy stvorenia)* nasnímaná kamerou WFP3,2014  
NASA, ESA and the Hubble Heritage Team, [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov) [online]. [cit. 10.5.2018]. Dostupný  
na: <https://www.nasa.gov/image-feature/the-pillars-of-creation>

obr.5: *Orlia hmlovina (Stĺpy stvorenia)* v infračervenom žiarení,2015  
NASA, ESA and the Hubble Heritage Team, [www.spacetelescope.org](http://www.spacetelescope.org) [online]. [cit.11.6.2018]  
Dostupný na: <https://www.spacetelescope.org/images/heic1501b/>

obr.6: *Stĺpy stvorenia*, kozmické paprsky bez úpravy, 1995  
NASA, ESA and the Hubble Heritage Team , [www.pbs.org](http://www.pbs.org) [online]. [cit. 8.5.2018] .Dostupný  
na : <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/0303/01-howi-01.html>

obr.7: *Stĺpy stvorenia*, kozmické paprsky po čiastočnom vyčistení, 1995  
NASA, ESA and the Hubble Heritage Team , [www.pbs.org](http://www.pbs.org) [online]. [cit. 8.5.2018] .Dostupný  
na : <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/0303/01-howi-01.html>



obr.8: *Stípy stvorenia*, po úplnom vyčistení, 1995

NASA, ESA and the Hubble Heritage Team , [www.pbs.org](http://www.pbs.org) [online]. [cit. 8.5.2018] .Dostupný na : <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/0303/01-howi-01.html>

obr.9: *Stípy Stvorenia*, hydrogen filter, 1995

NASA, ESA and the Hubble Heritage Team , [www.pbs.org](http://www.pbs.org) [online]. [cit. 8.5.2018]. Dostupný na : <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/0303/01-howi-01.html>

obr.10: *Stípy Stvorenia*, obraz zložený z jednotlivých filtrov, 1995

NASA, ESA and the Hubble Heritage Team , [www.pbs.org](http://www.pbs.org) [online]. [cit. 8.5.2018]. Dostupný na : <http://www.pbs.org/wgbh/nova/sciencenow/0303/01-howi-01.html>

## ZOZNAM POUŽITEJ BIBLIOGRAFIE

ANDĚL, Jaroslav. Myšlení o fotografii. V Praze: Nakladatelství Akademie múzických umění ve spolupráci s Grantovou agenturou České republiky, 2012. ISBN 978-80-7331-235-0.

APPENZELLER, I. Introduction to astronomical spectroscopy. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 1107601797.

BRACKEN, Charles. The Deep-Sky Imaging Primer. Deep-Sky Publishing, 2017. ISBN10 0999470906.

BURKE, Edmund. O vkuse, vznešenom a krásnom: filozofické skúmanie o pôvode našich ideí vznešeného a krásneho. Bratislava: Tatran, 1981. Knižnica estetiky.

ELKINS, James. Six Stories from the End of Representation : Images in Painting, Photography, Astronomy, Microscopy, Particle Physics, and Quantum Mechanics, 1980-2000. Stanford University Press, 2008. ISBN 10 0804741476.

FÍŠEROVÁ, Michaela. Obraz a moc: rozhovory s francouzskými mysliteli. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2635-2.

GENDLER, Robert. Breakthrough! : 100 Astronomical Images That Changed the World. Springer International Publishing AG, 2015. ISBN 10 3319209728.

KANT, I., 1975. Kritika soudnosti. Praha: Odeon. 271 s. ISBN 01-015-75.

KEMP, Martin. Seen | Unseen : Art, science, and intuition from Leonardo to the Hubble telescope. Oxford University Press, 2006. ISBN10 0199295727

KESSLER, Elizabeth A. Picturing the cosmos: Hubble Space Telescope images and the astronomical sublime. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012. ISBN 9780816679577.

KLEPEŠTA, Josef. Fotografický průzkum vesmíru. Praha, 1957.

LYNCH, Michael, Y. EDGERTON Jr, Samuel. Abstract Painting and Astronomical Image

Processing. The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science, editor Alfred I. TAUBER, 103–124. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

LYNCH, Michael, Y. EDGERTON Jr, Samuel. Aesthetics and digital image processing: representational craft in contemporary astronomy, *Picturing Power: Visual Depiction and Social Relations*. editor G. FYFE, J. LAW, 184-220. London Routledge and Kegan Paul, 1988.

LYOTARD, Jean-Francois. O postmodernismu: Postmoderno vysvětlované dětem: Postmoderní situace. Praha: Filozofický ústav AV ČR, 1993. Základní filosofické texty. ISBN 80-7007-047-1.

MCCRAY,Patrick. *Giant Telescopes : Astronomical Ambition and the Promise of Technology*. HARVARD UNIVERSITY PRESS, 2006. ISBN10 0674019962.

NASIM, Omar W. *Observing by hand: sketching the nebulae in the nineteenth century*. London: University of Chicago Press, 2013.

RECTOR, Travis. *Coloring the Universe : An Insider's Look at Making Spectacular Images of Space*. University of Alaska Press, 2015. ISBN 10 1602232733.

RUHRBERG, Karl, editor Ingo F WALTHER. *Umění 20. století: malířství, soptury a objekty, nová média, fotografie, I. díl*. Praha: Slovart, 2011. ISBN 978-80-7391-572-8.

SLOUKA, Hubert. *Astronomie v Československu od dob nejstarších do dneška*. Praha: Osvěta, 1952. *Věda a život (Osvěta)*.

TAGG,John. *Ground of Dispute*. Un. of Minnesota Press, 1992. ISBN: 9780816621323.

VERTESI, Janet. *Seeing like a Rover: how robots, teams, and images craft knowledge of Mars*. London: The University of Chicago Press, 2015. ISBN10 9780226155968.

*Nebeské perly české a slovenské astrofotografie*, Hurbanovo, Slovenská ústredná hviezdáreň, 2016,ISBN 978-80-85221-88-6

KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1982, roč. 13, č. 6.

KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1984, roč. 15, č. 3.

KOZMOS: populárno-vedecký astronomický časopis. Bratislava: Obzor, 1985, roč. 16, č.4.

## ZOZNAM ELEKTRONICKÝCH ZDROJOV

REDD, Taylor Nola. The Andromeda Galaxy (M31): Location, Characteristics & Images.

Space.com [online], 2018, 9.1. 2018 [cit. 6.5. 2018]. Dostupné z:

<https://www.space.com/15590-andromeda-galaxy-m31.html>

Hubblecast 104: Illustrating Hubble's discoveries. In: Youtube.com [online], 2017, 9.12.2017

[cit. 13.6. 2018]. Dostupné z:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=7&v=oeedemzl9cA](https://www.youtube.com/watch?time_continue=7&v=oeedemzl9cA)

GREENSLAFE Jr.Thomas.The Earl of Rosse's Leviathan Telescope In: Kenyon [online], 2013,

29.10.2013 [cit. 12.6.2018]. Dostupné z:

<https://web.archive.org/web/20131029195547/http://bulletin.kenyon.edu/x1446.xml>

NASA's great observatories, In : NASA.com [online], 2004, 12.2. 2004 [cit. 4.6. 2018].

Dostupné z :

[https://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F\\_NASA\\_Great\\_Observatories\\_PS.html](https://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F_NASA_Great_Observatories_PS.html)

REDD, Taylor Nola. Hubble Space Telescope: Pictures, Facts & History, In: Space.com [online],

2017,14.12. 2017 [cit. 6.6. 2018]. Dostupné z :

<https://www.space.com/15892-hubble-space-telescope.html>

HESTER, Jeff. How Hubble Sees. In: NOVA [online], 2008, 7.1. 2008 [cit. 12.6. 2018]. Dostupné

z: <http://www.pbs.org/wgbh/nova/space/hubble-telescope.html>

CHOU, Felicia a Ray VILLARD. Hubble Goes High-Definition to Revisit Iconic 'Pillars of Creation. In: NASA [online], 2015, 5.1. 2015 [cit. 6.5.2018]. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/content/goddard/hubble-goes-high-definition-to-revisit-iconic-pillars-of-creation>

Messier 16:Eagle Nebula, In: Messier-objects.com [online]2015,6.4. 2015 [cit. 3.6.2018]. Dostupné z: <http://www.messier-objects.com/messier-16-eagle-nebula/>

New view of the Pillars of Creation — infrared. In: Spacetelescope.com [online], 2015, 5.1. 2015 [cit. 13.6. 2018]. Dostupné z: <https://www.spacetelescope.org/images/heic1501b/>

The Hubble Heritage Project In: Hubble Heritage Information Center [online], [cit. 7.6. 2018]. Dostupné z: <http://heritage.stsci.edu/commonpages/infoindex/ourproject/moreproject.html>

BÁRTA, Miroslav, z rozhovoru pre TV Noe,In: TvNoe.cz [online], 2018, 3.3. 2018 [cit. 30.5. 2018]. Dostupné z: <http://www.tvnoe.cz/video/16009>

DRUCKMULLER, Miloslav, z rozhovoru pre ČT24, In. Ceskatelevize.cz [online], 2017, 4.11. 2017 [cit. 30.5. 2018]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10441294653-hyde-park-civilizace/217411058091104/>

Astronomický ústav AV ČR, Historie, In. Asu.cas.cz [online], [cit. 6.6. 2018], dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/cz/asu/historie>