

AKADEMIE MÚZICKÝCH UMĚNÍ V PRAZE

FILMOVÁ A TELEVIZNÍ FAKULTA

Filmové, televizní a fotografické umění a nová média

Kamera

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ZOBRAZOVÁNÍ VESMÍRU VE FILMU

Kryštof Čížek

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Antonín Weiser

Oponent práce: MgA. Petr Kobloušek, Ph.D.

Datum obhajoby: 19. září 2022

Přidělovaný akademický titul: BcA.

Praha 2022

THE ACADEMY OF PERFORMING ARTS IN PRAGUE

**FILM AND TV SCHOOL**

Film, Television, Photography, and New Media

Cinematography

**BACHELOR'S THESIS**

**FEATURING THE UNIVERSE IN FILM**

**Kryštof Čížek**

Supervisor: doc. Mgr. Antonín Weiser

Opponent: MgA. Petr Koblůvský, Ph.D.

Date of thesis defense: September 19, 2022

Academic title granted: BcA.

Prague 2022

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Zobrazování vesmíru ve filmu* vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a s použitím uvedené literatury a pramenů.

V Praze dne 19. srpna 2022

Podpis autora:

## **Upozornění**

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

## Evidenční list

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto práci použil pouze ke studijním účelům a prohlašuje, že jí vždy řádně uvede mezi použitými prameny.

Jméno	Instituce	Datum	Podpis

Děkuji všem, kteří mě na cestě k finální práci podporovali a radili mi.

**Abstrakt:** Již od počátku hrané kinematografie se filmoví autoři obraceli ke hvězdám a ve svých filmech prozkoumávali místa mimo naši planetu. Jedním z nejznámějších příkladů takového typu filmu je *Cesta na Měsíc* Georgese Mélièse z roku 1902. Zobrazení vesmíru, Měsíce, hvězd i cizích planet se od té doby velmi změnilo nejenom díky možnostem digitálních efektů, ale i našemu hlubšímu porozumění vesmíru. Přesto do dnešní doby zpravidla nebývá vesmír z pochopitelných důvodů zobrazován realisticky, ale tak, jak se to danému filmaři hodí – vesmír je z naprosté většiny prázdný, což by ve filmech nevypadalo zajímavě. Ve své práci tak částečně navazujeme na předchozí studium autora Kryštofa Čížka, tedy studium astrofyziky na MFF UK.

**Abstract:** Since the beginning of cinematography film authors looked to the stars and explored places outside of our world in their films. One of the most notable films displaying the universe from that era is *A Trip to the Moon* by Georges Méliès from the year 1902. The way the universe is featured, along with the Moon, stars and foreign planets has progressed a lot since then, not only because of advances in digital effects but also our deeper understanding of the universe. Nevertheless, to this day the universe is not usually shown realistically, but in a way that suits the filmmaker – the universe is mostly empty, which would not look appealing on film. This work is partially based on the previous astrophysics studies of author Kryštof Čížek at the Faculty of Mathematics and Physics, Charles University.

# Obsah

Časová osa	1
<b>1 Úvod</b>	<b>2</b>
<b>2 Historie zobrazování vesmíru ve filmu</b>	<b>3</b>
2.1 Vesmír v začátcích kinematografie . . . . .	3
2.2 Pokročilejší fáze klasických triků . . . . .	5
2.3 Pozdní fáze klasických triků . . . . .	9
2.4 Začátek doby digitálních efektů . . . . .	14
<b>3 Zobrazování vesmíru v současném filmu</b>	<b>17</b>
<b>4 Budoucnost zobrazování vesmíru</b>	<b>21</b>
<b>5 Jak vesmír skutečně vypadá</b>	<b>23</b>
5.1 Zvuk . . . . .	23
5.2 Exploze . . . . .	23
5.3 Měsíc . . . . .	24
5.4 Mars . . . . .	26
5.5 Mlhoviny . . . . .	27
5.6 Černé díry . . . . .	28
5.7 Vzdálenosti ve vesmíru . . . . .	29
<b>6 Závěr</b>	<b>33</b>
Seznam použité literatury	34
Seznam obrázků	37

# Časová osa

- 1895 — první veřejná projekce filmu
- 1898 — *La Lune à un mètre*, rež. Georges Méliès
- 1902 — *Cesta na Měsíc*, rež. Georges Méliès
- 1929 — *Žena na Měsíci*, rež. Fritz Lang
- 1936 — *Flash Gordon*, rež. Frederick Stephani, Ray Taylor
- 1950 — *Destination Moon*, rež. Irving Pichel
- 1957 — Sputnik 1 se stává prvním umělým satelitem Země
- pes Laika jako první živý tvor vzlétá ze Země do kosmu
- 1959 — *Plán 9 z vesmíru*, rež. Edward D. Wood Jr.
- 1959 — Luna 2 jako první sonda dosedá na Měsíc
- 1961 — Jurij Gagarin jako první člověk vzlétá do kosmu
- 1963 — *Ikarie XB 1*, rež. Jindřich Polák
- 1965 — Alexej Leonov vystupuje jako první člověk do volného prostoru
- 1968 — *2001: Vesmírná odysea*, rež. Stanley Kubrick
- 1969 — Neil Armstrong a Buzz Aldrin jako první lidé sestupují na Měsíc
- 1970 — *Na kometě*, rež. Karel Zeman
- 1976 — první nezanedbatelné množství snímků z Marsu
- 1977 — *Kozoroh 1*, rež. Peter Hyams
- *Star Wars: Epizoda IV – Nová naděje*, rež. George Lucas
- 1980 — *Star Wars: Epizoda V – Impérium vrací úder*, rež. Irvin Kershner
- 1983 — *Star Wars: Epizoda VI – Návrat Jediho*, rež. Richard Marquand
- 1990 — na oběžnou dráhu Země je vynesena Hubbleův vesmírný dalekohled
- 1998 — *Armageddon*, rež. Michael Bay
- na oběžnou dráhu je vynesena ISS, od roku 2000 je trvale obydlena
- 1999 — *Star Wars: Epizoda I – Skrytá hrozba*, rež. George Lucas
- 2002 — *Star Wars: Epizoda II – Klony útočí*, rež. George Lucas
- 2005 — *Star Wars: Epizoda III – Pomsta Sithů*, rež. George Lucas
- 2013 — *Gravitace*, rež. Alfonso Cuarón
- 2014 — *Interstellar*, rež. Christopher Nolan
- první kontrolované přistání na povrchu komety sondou Philae
- 2015 — *Martan*, rež. Ridley Scott
- *Star Wars: Síla se probouzí* (epizoda VII), rež. J.J. Abrams
- 2017 — *Star Wars: Poslední z Jediů* (epizoda VIII), rež. Rian Johnson
- 2019 — *Ad Astra*, rež. James Gray
- *Star Wars: Vzestup Skywalkerů* (epizoda IX), rež. J.J. Abrams
- publikování prvního snímku černé díry
- 2021 — na oběžnou dráhu Země je vynesena Vesmírný dalekohled Jamese Webba



# 1. Úvod

Už od pravěku lidé pozorovali noční nebe, hleděli na hvězdy a přemítali, co ty světlé body jsou, jak jsou na nebi uchyceny a co je za nimi. Nejinak tomu bylo i na konci 19. století, kdy byl vynalezen kinematograf, někteří autoři se tedy své fantazie z pozorování hvězd rozhodli zvěčnit na filmový materiál a ukázat svoje představy ostatním divákům.

Jedním z nejznámějších autorů filmů byl v té době Georges Méliès, který první filmy s tématem vesmíru točil ještě před koncem 19. století. Od té doby zobrazování vesmíru, hvězd a vesmírných těles ve filmu významně pokročilo, a to nejen díky pokroku ve filmových technologiích a tricích, ale také díky našemu hlubšímu porozumění vesmíru. Přesto v určitém smyslu stále stojí na základech, které byly položeny v počátcích kinematografie.

V kapitole 2 si postupně projdeme historicky nejdůležitější filmy, ve kterých jsou vesmír nebo vesmírné objekty zobrazeny, od začátku kinematografie až do konce 20. století a na jejich příkladu si rozebereme, jak se vesmír zobrazoval a jak ho diváci vnímali. Výčet filmů rozhodně není kompletní a bylo by možné najít mnoho dalších snímků, které byly pro filmovou historii důležité, tato práce si ale neklade za cíl být v tomto výběru kompletní, pokud to je vůbec možné.

Ve 3. kapitole navážeme na předchozí kapitolu s metodami, jak se vesmír a vesmírná tělesa zobrazují v poslední době, tedy na začátku 21. století, především s použitím moderních filmových technologií.

Ve 4. kapitole se krátce zamyslíme nad vesmírem ve filmu v následujících desetiletích a jak by se jeho zobrazování mohlo vyvinout do budoucna.

I přes veškerý pokrok ve filmu ale stále vesmír nebývá zobrazován realisticky. Reálný vesmír je totiž z velké části prázdný, pomalý, a tím pro většinu filmařů nezajímavý, proto v kapitole 5 navážeme na znalosti z předchozích kapitol a porovnáme filmový vesmír s vesmírem reálným.

## 2. Historie zobrazování vesmíru ve filmu

Zaznamenat do filmu skutečný pohled na vesmír, v nejjednodušším případě přímo ze země, není vůbec jednoduché. A to obzvláště tehdy, pokud se příběh našeho filmu odehrává přímo ve vesmíru. Hvězdy jsou malé a oproti hercům a předmětům na scéně málo jasné, bývá tedy v naprosté většině případů jednodušší udělat je uměle. Pokud se navíc děj filmu odehrává na jiné planetě, nemáme už ani jinou možnost, protože dopravit lidi na jinou planetu se zatím nepodařilo. Přesto filmařům, právě díky použití speciálních a vizuálních efektů, nic nebrání, aby taková místa ve svých filmech zobrazovali. A to vše samozřejmě platilo o to více v začátcích filmu.

### 2.1 Vesmír v začátcích kinematografie

Začátek kinematografie se datuje na 28. prosinec 1895. Ačkoli různé druhy záznamu pohyblivého obrazu existovaly i dříve, v tento den proběhla první veřejná projekce filmu uskutečněná bratry Lumièrovými. Brzy nato začali různí filmaři točit svoje filmy, trvalo ale několik let, než do filmu začala pronikat fantazie natolik, aby se někdo pokusil zobrazit vesmír [21].

Jeden z vůbec prvních filmů, ve kterých je vesmír nějak zobrazen, je *La Lune à un mètre*<sup>1</sup> (1898) francouzského filmaře Georgese Mélièse. Ten si jako jeden z prvních lidí uvědomil, že film nemusí sloužit jen k zachycení reality, ale že se dá použít i k zobrazení naší fantazie, a začal tak už od roku 1896 produkovat velké množství filmů odehrávajících se třeba pod mořem nebo ve vesmíru.

Již zmíněný film *La Lune à un mètre* pojednává o astronomovi, který dalekohledem sleduje Měsíc, když se ale Měsíc dostane do astronomovy místnosti, začne dělat neplechý a astronom se ho nemůže zbavit (viz obr. č. 2.1)

Vzhledem k roku natočení se jedná samozřejmě o velmi krátký film, přesto byl ale v určitém smyslu revoluční, protože tak nastolil Mélièsovu dráhu k jeho nejslavnějšímu filmu, *Cestě na Měsíc* (1902) – snad nejslavnějšímu filmu nultých let 20. století –, ve kterém se skupina astronomů nechá na Měsíc vystřelit v kapsli. Na obrázku 2.2 můžeme opět vidět obličej Měsíce, kterému se kapsle zapíchla do oka a na obr. 2.3 chvíli, kdy posádka přistála na Měsíci a vystupuje z kapsle.

Vzhledem k době vzniku zmíněných Mélièsových filmů byly všechny dělány v ateliéru, protože tehdejší filmový materiál byl málo citlivý a potřeboval tedy velké množství světla.<sup>2</sup> Zároveň ateliér tehdy nabízel nejširší možnosti, jak natočit Mélièsovu fantazii. Vesmír a vesmírná tělesa byly v této době jen jako uměle vytvořené pozadí, nejčastěji malované, nebo jako velmi propracované makety – Měsíc v *La Lune à un mètre* mohl hýbat očima a pusou, takže byl schopný astronomovi sníst dalekohled, v *Cestě na Měsíc* byla maketa

<sup>1</sup>V překladu *Měsíc metr daleko*, český název ale nikde oficiálně uveden není, v těchto případech tedy budeme používat originální název.

<sup>2</sup>Jelikož ale tehdy nebyla citlivost filmu ještě standardizována, nedá se zpětně jednoduše určit.



Obrázek 2.1: Měsíc požívá astronomovi dalekohled v *La Lune à un mètre* (1898).

Měsíci přidělána na obličej samotného Mélièse [26], takže ačkoli se jedná jen o jeden záběr, režisér tak měl ještě více možností práce s výrazem a emocemi Měsíce.

Obecně personifikování nebeských těles – Měsíce, Slunce i hvězd – je pro Mélièse charakteristické a objevuje se kromě zmíněných filmů třeba i v *Cestě do nemožna* (1904) nebo *Dobytí pólu* (1912). Může tak ukazovat emoce těchto těles, čehož by jinak nedocílil.

Tehdejší znalosti o povrchu Měsíce nebyly alespoň v běžné populaci tak velké, aby diváky nějak zarazilo, že vědci vystoupí z kapsle v kloboucích a s deštníky a po potyčce s měsíčními lidmi spadnou zpět na Zemi. Dnes, když všichni víme, jak vypadají vesmírné lety, nám toto zobrazení může připadat naivní, přesto se stále i my dopouštíme podobných nepřesností s jinými vesmírnými objekty, jak budeme rozebírat v kapitole 5.



Obrázek 2.2: *Cesta na Měsíc* (1902), kapsle se zapíchla Měsíci do oka.



Obrázek 2.3: *Cesta na Měsíc* (1902), astronomové vystupují na Měsíci.

## 2.2 Pokročilejší fáze klasických triků

Přestože triky používané v začátcích kinematografie – jako malované pozadí nebo kulisy, stop trik, víceexpozice a makety Měsíce s obličejem – nám dnes mohou připadat úsměvné, tehdy byly něčím novým a pro vývoj kinematografie velmi důležitým. Zejména Georges Méliès jako první používal většinu z těchto triků a jeho postupy byly používány v různých obměnách dalších několik desítek let.

Ve 20. letech byla výroba filmů pokročilejší. Oproti začátku století se už točily velmi dlouhé filmy (nezřídka měly i přes 3 h), filmový materiál byl stálejší a kvalitnější. S tím přišly i možnosti vyprávění mnohem delších příběhů. Jedním takovým filmem je *Žena na Měsíci* (1929), německý film režiséra Fritze Langa.

V *Ženě na Měsíci* je naše nejbližší kosmické těleso vykresleno jako hornatá pouštní krajina. Film má oproti snímkům z nultých let mnohem více rozvedenou techniku, kterou kosmonauti používají, a obecně je, při zpětném pohledu, po technické stránce mnohem realističtější. Velká pozornost je věnována třeba dosažení rychlosti 11,2 km/s, což je přibližná hodnota únikové rychlosti z povrchu Země. Těleso, které takovou rychlost na povrchu má, má zároveň dostatek energie na opuštění gravitačního pole Země. Úniková rychlost je zde použita trochu nepřesně, protože jí raketa dosáhne až v průběhu cesty, kde už tak vysokou rychlost nepotřebuje, stále je to ale velmi důležitý detail, který se ve filmech moc nevyskytoval. Celý proces a lehké načrtnutí fyzikálních zákonů je navíc popsáno postavami ve filmu, takže film může být pro diváky dokonce poučný. Ve snímku se pracuje i se stavem beztlíže, který je zde během cesty ukázán, a více je kladen důraz i na obtížnost cesty, kdy kosmonauti při velkém zrychlení omdlévají, což do té doby běžně zobrazováno nebylo.

Tehdejší filmaři a laická veřejnost ale samozřejmě nemohli vědět, jak přesně by cesta na Měsíc probíhala nebo jak to na Měsíci skutečně vypadá. Mohli se tak pouze domnívat z fotografií, které byly pořízeny ze Země. Není tedy překvapivé, že v *Ženě na Měsíci* chodí kosmonauti po Měsíci ve svetru a společenských kalhotách bez jakékoli podpory dýchání. Vědcům již jistě v té době bylo jasné, že Měsíc obyvatelný bez speciálního skafandru pro lidi nebude, protože má pouze zanedbatelnou atmosféru a teploty na jeho povrchu se extrémně mění (konkrétně od  $-173\text{ °C}$  do  $117\text{ °C}$ ) [3]. Tyto znalosti ale nemusely být tak jednoduše dostupné pro laiky, a ti se tak mohli nechat unést fantazií filmařů.

Fritz Lang a jeho žena Thea von Harbou, která psala scénář, navíc nebyli sami, kdo si mysleli, že Měsíc má atmosféru. V druhé polovině 19. století to chybně předpověděl i uznávaný astronom Peter A. Hansen, který tvrdil, že na odvrácené straně Měsíce může být život, od této teorie se ale už před rokem 1900 upustilo [2]. Přesto se z jeho teorie ve filmu vychází a v jednu chvíli je přímo jeho jméno zmíněno. Ve všech ostatních oblastech, jak jsme již zmínili, byla cesta na Měsíc v tomto filmu přesná a Lang předpověděl nejen obtížnost cesty, ale i drobnosti, jako chlazení motorů vodou při startu nebo několik stupňů rakety, které se postupně shazují, což je používáno i u dnešních vesmírných letů.

Společně se zmíněným technickým rozvojem filmu a natáčením se objevily i větší možnosti ve filmovém triku. Oproti Mélièsovi už zde nejsou jen malované kulisy, krajina je mnohem více vypracována kombinací skutečného povrchu (většinou písku) a malovaného pozadí. Oproti raným filmům jsou realističtější i hvězdy, které už nemají tvar pentagramů, jako v *Cestě na Měsíc*, ale jsou jen jako světlé body na nebi.



Obrázek 2.4: Měsíční základna v *Ženě na Měsíci* (1929).



Obrázek 2.5: *Žena na Měsíci* (1929), astronauti krátce po přistání na Měsíci.

Po nástupu zvuku ve filmu na přelomu 20. a 30. let 20. století se přístup k natáčení změnil – najednou se daly slovy popsat mnohem složitější děje. Přesto vznikalo i mnoho filmů, které by klidně mohly zůstat němé a jejich efekt pro diváky by byl skoro stejný. Jedním z takových filmů je *Flash Gordon* (1936), kde jde především o honičky, souboje a akční scény.

Většina děje se odehrává na cizí planetě, která se má brzy srazit se Zemí. Celkově vesmíru zde moc vidět není, občas zahlédneme hvězdy, mnohem více scén se ale odehrává přímo na cizí hornaté planetě. Ta je oproti Mélièsovým filmům už mnohem realističtější – režiséři Frederick Stephani a Ray Taylor<sup>3</sup> využili miniatury hor, což nejen zjednodušilo realizaci natáčení, ale i poskytlo možnost použít normální ještěrky, které ve filmu v horách vypadají jako obrovští ještěři. Stejně tak i vesmírné rakety a létající talíře jsou zde natáčeny pomocí malých modelů.

Obecně při natáčení s použitím zmenšených modelů, zejména pokud je použit oheň, třeba jako u motorů kosmických lodí, je potřeba zvýšit snímací frekvenci kamery, aby byl obraz zpomalen. Zpomalením plamenů a kouře tak docílíme pocitu mnohem většího ohně, a tím i rakety, než při klasické snímací frekvenci, kdy malé modely vypadají stále jako loutky.

Tvůrci *Flash Gordon* bohužel zvýšenou frekvenci u miniatur většinou nepoužívali, takže scény s létajícími vesmírnými loděmi vypadají spíše jak loutkové divadlo a i u krajiny je vidět, že se jedná jen o zmenšené makety. U záběrů na ještěry už zvýšení snímací frekvence použito bylo, ale přesto může mít divák pocit, že tak velké zvíře by se mělo pohybovat ještě pomaleji.

V několika záběrech můžeme dokonce vidět kombinaci miniatur s živými herci – tento efekt byl dělán pomocí laboratorního triku, kdy na jeden film kopírujeme dvě části obrazu ze dvou různých filmových pásů –, když třeba posádka lodi vystoupí na cizí planetě a je napadena obřími ještěry (viz obr. 2.6). Technikou tedy film stále vychází z Mélièsových postupů, protože už ten byl jedním z hlavních průkopníků filmového triku a perspektivní triky, aby malé věci vypadaly velké, byly jeho často používanými postupy. Zde, stejně jako u Mélièse, nejsou triky ještě tak profesionální, jako třeba ve *Vesmírné odysee* (1968), kterou rozebereme později, takže si triku všimneme, přesto oproti raným létům

<sup>3</sup>Ray Taylor není v titulcích jako režisér uveden, vycházíme zde z informací na IMDb [30].

kinematografie už je postup posunut a nepůsobí tak divadelně, nejspíš díky realisticky vypadajícímu prostředí.

Při zabírání ještěrek je použita relativně malá hloubka pole, takže není docíleno pocitu velkého ještěra úplně dokonale. Na obr. 2.6 můžeme vidět, že levá spodní část obrazu má trochu jiný charakter, což je důsledek použitého triku. Ve filmu navíc obě části nejsou vůči sobě stabilní, takže při zkoumání záběru si musíme dělení obrazu všimnout. Záběry jsou ale krátké, takže pro běžného diváka je to skoro nepostřehnutelné.



Obrázek 2.6: Obří ještěr na cizí hornaté planetě ve filmu *Flash Gordon* (1936; obrázek je pro větší přehlednost zkontrastněn).

Film *Destination Moon* (1950) o americkém podnikateli, který se chce dostat na Měsíc dříve než Rusové, vznikl krátce po druhé světové válce, takže je zde už cítit začínající studená válka.

Devět let před prvním přistáním sovětské sondy a devatenáct let před prvním přistáním Američanů na Měsíci už bylo i filmařům jasnější, jak bude asi první let lidí na Měsíc vypadat. Oproti Langově *Ženě na Měsíci* tak už zde jsou použity skafandry, mnohem realističtější ovládání rakety a měsíční krajinu, která je velmi podobná reálnému Měsíci (obr. 2.7). Lidstvo v té době ještě nemělo žádné detailní fotografie Měsíce, takže jsou zde vyobrazené hory vyšší, než měsíční krátery ve skutečnosti jsou, rámcově ale vzhled odpovídá reálnému Měsíci mnohem více než v raných letech kinematografie.

I v tomto filmu ale můžeme vidět pozadí měsíční krajiny malované, tímto se tedy rámcově film stále ještě neposunul oproti filmům Mélièsovým. Jde ale rozhodně o realističtější vyobrazení, především díky umělci Chesley Bonestellovi, který se již dříve malbami a kresbami vesmíru zabýval a právě pro *Destination Moon* pozadí vytvářel. Ve filmu tak můžeme vidět jeho více než čtyřmetrové malované pozadí měsíční krajiny [20], což je vidět i na fotografiích ze scény, které pro magazín LIFE pořídil fotograf Allan Grant a které můžeme najít v archivu tohoto magazínu [40], [29].

Ani v tomto filmu ale není použita vyšší frekvence snímání, takže kosmonauti se po Měsíci prochází jako na Zemi, není zde zohledněna menší gravitace Měsíce. V té době ale byla už znalost přitažlivosti i hmotnosti Měsíce dostatečná, takže nebylo tak těžké pohyb vypočítat nebo odhadnout. Výjimkou jsou jen záběry, kde některý z kosmonautů skočí nebo je svým kolegou vyhozen do vzduchu, pak pohyb opravdu nižší gravitaci odpovídá.

Autoři jistě museli před natáčením vidět *Ženu na Měsíci*, protože v určitých částech mezi filmy nastává zřejmá podobnost. Konkrétně jde o scénu startu rakety, kdy kosmonauti v obou filmech v podobných záběrech leží na postelích a skoro omdlévají. V průběhu celých filmů se ale dá najít i více menších podobností.



Obrázek 2.7: První výprava lidí na Měsíc ve filmu *Destination Moon* (1950).

Podobné zpracování vesmíru, přestože na o něco nižší úrovni, je ve filmu *Plán 9 z vesmíru* (1959). Jedná se o béčkový film, je tedy jasné, že kvalita provedení není nijak vysoká. Přesto film získal značnou popularitu, možná kvůli svojí absurdnosti, možná díky životopisnému filmu Tima Burtona *Ed Wood* (1994) o režisérovi *Plánu 9*, Edwardu D. Wood Jr. Scény s létajícími talíři v jeho filmu jsou statické, se statickým pozadím a vypadají, jako bychom nabarvený kuchyňský talíř pověsili na vlasec, což není daleko od toho, jak se film skutečně natáčel – režisér použil běžně prodávané plastové modely létajících talířů a nabarvil je stříbrnou barvou [5], viz obr. 2.8.

Kromě zábavnosti se svojí absurdností a jednoduchostí může film sloužit i jako varování, jak může snímek dopadnout, pokud autoři podcení přípravu triků.



Obrázek 2.8: Létající talíře v *Plánu 9 z vesmíru* (1959).

## 2.3 Pozdní fáze klasických triků

První český celovečerní *hard sci-fi*<sup>4</sup> film byla *Ikarie XB 1* (1963). Jedná se zcela jistě o jeden z nejdůležitějších českých sci-fi filmů, nejenom díky své propracovanosti, ale i distribuci v zahraničí včetně USA. Snímek údajně viděl i Stanley Kubrick, než natočil svůj film *2001: Vesmírná odysea*, kterému se budeme věnovat dále.

Skupina vybraných vědců z různých vědeckých odvětví se vydává na cestu k nejbližší hvězdě od Slunce, Alfé Centauri. Možná kvůli nedávnému prvnímu přistání sovětské sondy na Měsíci (v roce 1959) a prvnímu člověku v kosmu, opět Sověta (v roce 1961), měl film na poměry v té době v Československu velký rozpočet, takže je natočen kvalitně [38]. Záběru na vesmírné lodě zvenku sice občas mohou stále působit jako loutkové divadlo, už jsou ale mnohem lépe zpracované než v předchozích filmech. Vnitřní prostory *Ikarie* jsou už zpracovány velmi kvalitně.

Samotných záběrů na vesmír ve filmu moc není, většina děje se odehrává uvnitř vesmírné lodi *Ikarie*. Ačkoli je i zde po větším zkoumání vidět, že kosmické lodě jsou jen malé makety, nepůsobí už tak papundeklovým dojmem jako třeba v *Plánu 9* nebo *Flashi Gordonovi*, viz obr. 2.9.

Zajímavé je pozorovat i vývoj skafandrů. Zatímco v *Cestě na Měsíc* a *Ženě na Měsíci* chodili lidé po Měsíci ve svetrů, v *Destination Moon* už měli kvalitnější skafandry podobné zimním bundám. V *Ikarii* skafandry vypadají o dost robustněji, lidé si čím dál tím více uvědomovali, jak skafandr musí vypadat (viz obr. 2.10). Film měl premiéru jen dva roky před tím, než Alexej Leonov jako první člověk vystoupil do vesmíru. Dobývání kosmu bylo tedy v plném proudu, takže v případě *Ikarie* se tvůrci už inspirovali skutečnými skafandry sovětských kosmonautů, jak v rozhovoru zmiňuje Hynek Bočan, který na natáčení pracoval jako pomocný režisér [6].

<sup>4</sup>Podžánr sci-fi, který se vyznačuje vědeckou správností a přesností.





Obrázek 2.9: Malé modely vesmírných plavidel v *Ikarii XB 1* (1963.)



Obrázek 2.10: Už celkem realistický skafandr v *Ikarii XB 1* (1963).

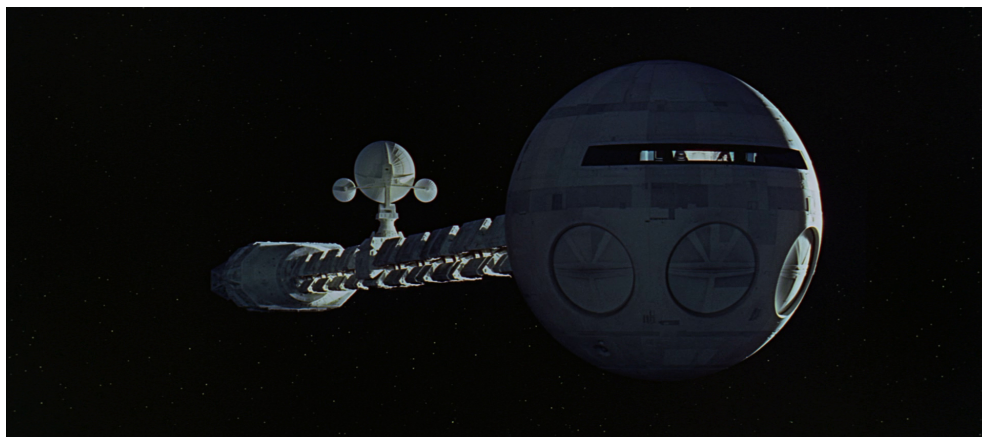
Film *2001: Vesmírná odysea* (1968) byl jako první z filmů zmíněných v této práci natočen po prvním vystoupení člověka do kosmu (v roce 1965) a zároveň už lidstvo mělo několik tisíc fotografií povrchu Měsíce (převážně z let 1964 a 1965), takže filmaři mohli mít mnohem lepší představu, jak by asi mělo vybavení vypadat. Na scénáři spolupracoval režisér Stanley Kubrick s Arthurem C. Clarkem, který ve stejném roce vydal knihu *2001: Vesmírná odysea*, jejíž text vznikl společně se scénářem filmu.

Ve *Vesmírné odysee* máme opět o něco realističtější vyobrazení života ve vesmíru. Ačkoli se raketa pohybuje velmi rychle oproti rychlostem na zemi, trvá řádově měsíce, než se dostane od oběžné dráhy Země k oběžné dráze Jupiteru, kam má ve filmu namířeno. Z tohoto pohledu je tedy vše pomalejší. Při pohybování ve stavu beztíže působí pohyby osob pomaleji, jelikož je pro ně náročnější pohybu docílit, když nemají oporu v gravitaci, jak můžeme vidět třeba na videích z Mezinárodní vesmírné stanice (ISS z anglického International Space Station; viz [8] nebo [13]). Podobný pocit zpomaleného pohybu máme i ve scénách z Měsíce nebo prostoru mimo loď ve *Vesmírné odysee*. Z tohoto pohledu je tedy pohyb o dost realističtější než v raných filmech.

V *Odysee* je i více rozvedena technologie vesmírné lodi, která má rotační prstenec, ve kterém se kosmonauti většinu času pohybují, který jim tak díky odstředivé síle simuluje gravitaci. Je zde tedy vidět, že filmaři měli stále více promyšleno, jak bude cestování ve vesmíru vypadat.

Samotná loď a vesmírná stanice byly natočeny jako modely, se kterými si autoři museli do detailu vyhrát, protože snímek byl natáčen na 65mm film a je tedy v obraze vidět opravdu každý detail. Například model lodi Discovery One, ve které posádka letí, měl na délku skoro 17 m (viz obr. 2.11). Při natáčení bylo používáno zpravidla maskování záběru, kdy byla na stejný filmový pás v laboratoři nakopírována nejprve loď s vymaskovaným okolím a následně hvězdy s maskou tam, kde předtím byla loď. Díky pokročilým technologiím v kamerové a laboratorní technice už bylo možné udělat tyto dvoj- a víceexpozice mnohem lépe než třeba v případě zmíněného *Flashe Gordona*. I při detailním zkoumání filmu ve vysoké kvalitě není možné ve většině případů postřehnout, že byl obraz natáčen na více částí. Již zmíněné natáčení na 65mm film vyžadovalo opravdu precizní práci, aby triky nebyly poznat. Třeba v obrázku č. 2.12 můžeme v pozadí vidět přistávající modul, který byl touto metodou dělán.

V jiných případech, kdy se loď Discovery One v záběru pohybovala, nebylo možné použít jednoduchý trik s maskováním. V takovém případě se statická loď natáčela pohybující se kamerou, jejíž pohyb byl ovládán motory, takže bylo možné vždy docílit stejného pohybu. Aby bylo dosaženo pocitu velikosti, byla loď natáčena s velmi velkou clonou, aby záběry měly vysokou hloubku pole, každý snímek byl tedy pro správný osvit exponován několik sekund. Pokud navíc mělo být něco vidět za okny uvnitř lodi, byl do oken zadní projekcí promítán předtočený materiál.



Obrázek 2.11: Vesmírná loď Discovery One ve *Vesmírné odysee* (1968) byla natáčena díky skoro 17m modelu.

Hvězdy ve *Vesmírné odysee* byly vytvořeny pomocí tenkého plechu, do kterého byly vyvrtány díry a zezadu byl prosvětlen. Pomocí jízdy na kolejkách se pak dalo docílit pohybu hvězd za okny vesmírných lodí.

Planety byly malované na sklo, následně natočené na filmový materiál Kodak Ektachrome a zvětšené při projekci. Výjimkou byl jen Měsíc, který se ani po několika pokusech stále nedařilo namalovat dostatečně dobře, proto nakonec byly použity nazvětšované fotografie skutečného Měsíce, viz obr. 2.13 [23].

Zejména zmíněné filmy *Ikarie* a *Vesmírná odysea* měly oproti dřívějším filmům mnohem realističtější podání, takže i dnešní diváci mohou film vidět, aniž by se pozastavovali nad úsměvným vzhledem vesmírných lodí. To je dáno především díky práci na modelech lodí a designu jejich interiéru, kterým tvůrci věnovali velkou pozornost.



Obrázek 2.12: Kosmonauti ve *Vesmírné odysee* (1968) pozorují přistání.



Obrázek 2.13: Měsíc ve *2001: Vesmírná odysea* (1968).

Ne všechny filmy měly v tomto období realistické zobrazení vesmíru. Karel Zeman je známý především svými trikovými filmy, ve kterých používá kombinaci hraného filmu s animací a dokreslovačky, což je zpravidla pozadí malované na skle, které se dává před kameru a v obraze navazuje na scénu, která je sice za sklem, v obraze ale vnímáme pozadí za scénou. V jeho snímku *Na kometě* (1970) se kometa srazí se Zemí a kus zemského povrchu společně s částí francouzské kolonie odnese do kosmu. Většina filmu se stále odehrává na zemském povrchu, chvílemi jsou ale ukázána i ostatní vesmírná tělesa na nebi, viz obr. 2.14 a 2.15.

Ostatní filmy z tohoto období, jako *Vesmírná odysea* nebo *Ikarie*, směřovaly k co nejvyšší realističnosti, co se týká zobrazování vesmíru. *Na kometě* se od tohoto trendu odchyluje. Zeman, stejně jako u většiny svých efektů, i zde kometu, Mars, ke kterému se odloupaná část Země dostane, a hvězdy na nebi tvoří převážně již zmíněnou dokreslovačkou na skle. Nebeská tělesa nepůsobí vůbec realisticky, což ale zcela jistě ani nebylo záměrem. Naopak díky nerealističnosti mohl Zeman do svého filmu přinést atmosféru, které by při realistickém zobrazení nikdy nedosáhl. To je navíc podpořeno výrazným zabarvením snímků, které celkové vyznění obrazu ve filmu ještě mění.



Obrázek 2.14: *Na kometě* (1970), záběr s herci v popředí a malovaným pozadím s blížící se kometou.



Obrázek 2.15: *Na kometě* (1970), Mars, ke kterému se část Země na kometě přiblížila, zahalený za zemskými mraky.

Přímo realistické zobrazení vesmíru není ani ve filmu *Kozoroh 1* (1977), kde Američané celému světu ukazují, že přistáli na Marsu, ve skutečnosti je ale vše předtáčené ve studiu.

V tomto filmu tedy Mars zobrazen není, je zde jen studio, které Mars simuluje. Pro naše potřeby je dobré si ukázat, jak může být vesmír zobrazován nejen pro účely filmu, ale i jak lehce se dají diváci oklamat v rámci zobrazování vesmírných cest.

První dostatečně úspěšné přistání sondy na Marsu s cílem pořídit a odeslat velké množství snímků povrchu se odehrálo v roce 1976, kdy na Marsu přistál americký Viking. *Kozoroh 1* měl premiéru v roce 1977, musel tedy vznikat krátce po publikování prvních snímků z Marsu.

Celé studio, ve kterém je přistání fingováno, se skládá z modulu, ve kterém měli kosmonauti přistát, kamenitého povrchu a plátna, které oranžovým nasvícením představuje atmosféru Marsu, viz obr. 2.16. Zde můžeme vidět, že docílení dokonalé iluze jiné planety pro laickou veřejnost není nijak náročné – stačí mít písek, barevné plátno a několik lamp s barevnými filtry. Přesto i zde rámcově nepoužíváme jiné triky, než v *Ženě na Měsíci*, stále máme písek na zemi a umělé pozadí, tentokrát jen není malované.



Obrázek 2.16: Studio, ve kterém se předtáčí přistání na Marsu ve filmu *Kozoroh 1* (1977).

## 2.4 Začátek doby digitálních efektů

Ačkoli ve filmech ze 70. let 20. století digitální triky ještě moc vidět nemůžeme, v některých filmech začínaly být pomalu využívány na jednotlivé záběry nebo krátké vizualizace. *Star Wars: Epizoda IV – Nová naděje* (1977) byl jeden z prvních sci-fi filmů, který počítačovou grafiku využíval,<sup>5</sup> konkrétně šlo o model Hvězdy smrti, který byl ukazován na setkání povstalců, než na Hvězdu smrti zaútočili. Jistě se takovéto krátké využití nedá porovnávat s dnešním stavem digitálních triků, přesto už v té době začínalo být pomalu jasné, že počítače budou ve filmu používány stále více [17, s. 188].

Původní trilogie *Star Wars* (1977–1983)<sup>6</sup> navazuje na *Vesmírnou odyseu* použitím maket a modelů vesmírných lodí. Premiéra *Nové naděje* nastartovala po celém světě, resp. tam, kde mohla být uvedena, zejména tedy v Americe, úplně nový zájem o sci-fi filmy. Na první díl se čekaly před kiny dlouhé fronty a trilogii viděli i lidé, kteří do té doby o sci-fi neměli vůbec zájem. Film tak změnil nejen přístup diváků k tomuto žánru, ale i filmařů, kteří po roce 1977 už u tvorby každého sci-fi filmu museli být touto sérií alespoň krajně ovlivněni [17, s. 293–295].

Ve *Star Wars* je zobrazeno velké množství různých vesmírných lodí – od planetárních vznášedel, přes bojové letouny v kosmu, až po obrovské křižníky impéria a Hvězdu smrti velkou jako planeta. Celá série *Star Wars* je z velké části tvořena efekty a triky, určitě alespoň částečně právě kvůli nim se tak proslavila.

Všechny lodě byly dělány buď jako malý model, který měl řádově desítky centimetrů až jednotky metrů, nebo jako velká maketa v životní velikosti, ve které mohli sedět herci a které disponovaly velmi jemně zpracovanými prvky, takže ani při natáčení detailů není poznat, že jde o maketu. Na rozdíl od *Vesmírné odysey* nebylo při kombinování záběrů vesmírných lodí a hvězdného okolí v laboratoři používáno klasické maskování, lodě byly na pozadí klíčovány pomocí modrého pozadí. Technika klíčování byla sice známa už z 30. let, v době natáčení *Star Wars* se ale postupně začínala dostávat i do televize (kde byla brzy nahrazena zelenou plochou) a zaznamenávala tak mnohem větší rozšíření.

Pro druhý natočený díl, tedy epizodu V, vymyslel Richard Edlund, který pracoval na vizuálních efektech, speciální *quad optical printer* (což by šlo přeložit nejlépe asi jako čtyřnásobná optická kopírka), která pomocí počítačů velmi zjednodušila práci na kombinování více záběrů natočených na modrém pozadí. Do té doby bylo časově velmi náročné zkombinovat takto více záběrů, aby kolem modelů lodí nebyly vidět hrany a aby všechny části scény byly sesynchronizované, Edlundův vynález tedy znamenal velký krok v používání modrého pozadí a přinesl mu Cenu Akademie za mimořádný úspěch. Záběr s modelem lodi točený na modrém pozadí můžeme vidět v obrázku č. 2.19.

Kromě zmíněných maket a modelů byla ve *Star Wars*, zejména u vytváření pohybu mimozemských zvířat v celcích, použita pookénková animace. Bylo použito i velké množství loutek – od malých ovládaných rukou loutkáře uvnitř loutky, jako Mistr Yoda, přes větší, které byly klasicky ovládány seshora lanky, jako třeba zpěvačka v kantýně na Tatooine, až po velké loutky, které zevnitř ovládalo několik lidí, například velký slimák Jabba Hutt

<sup>5</sup>Prvním filmem, který byl plně založen na vizuálním stylu vytvořeném počítačem, byl *Tron* (1982), v něm ale bohužel vesmír moc zobrazen není, nebudeme se jím tedy zabývat.

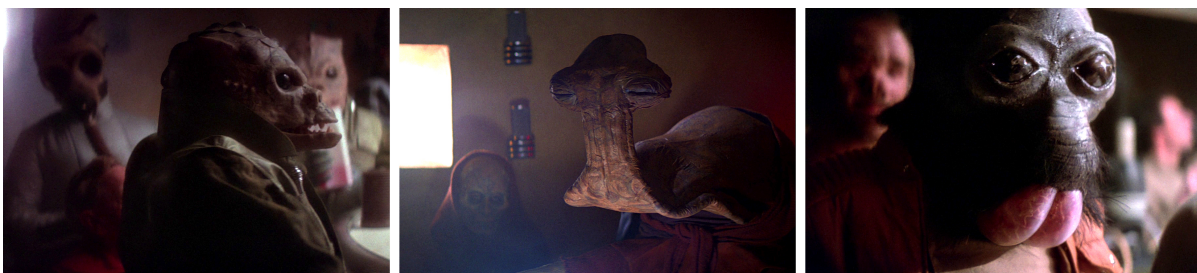
<sup>6</sup>*Star Wars: Epizoda IV – Nová naděje* (1977), *Star Wars: Epizoda V – Impérium vrací úder* (1980) a *Star Wars: Epizoda VI – Návrat Jediho* (1983).

(viz obr. 2.18). Kromě loutek byly použity kostýmy mimozemšťanů, které měli oblečeny někteří herci. Není tedy moc triků, které by zde použity nebyly [28].

George Lucas, autor *Star Wars* (v epizodách V a VI už ne jako režisér, ale pouze autor námětu a výkonný producent), ve svých filmech vždy zobrazoval velké množství různých živočišných druhů, ať už se jednalo o mimozemské alternativy zvířat, humanoidní postavy v baru nebo roboty. Většina těchto živočišných druhů je pro příběh nepotřebná a úplně by stačilo, pokud by návštěvníci baru byli všichni jedné rasy, viz obrázek 2.17. Tato rozmanitost ale dodává světu ve filmu zajímavost a přirozenost, takže se dokážeme do děje lépe vžít.

Jelikož se děj odehrává kdysi dávno ve velmi vzdálené galaxii, jen těžko můžeme porovnávat, jak se společně se *Star Wars* vyvíjelo vnímání vesmíru, žádné z nám známých vesmírných těles tu zobrazeno není.

*Star Wars* jistě inspirovaly mnoho tvůrců, přesto i George Lucas byl určitě při jejich přípravě ovlivněn ve starších filmech. Třeba charakteristické úvodní titulky, které nás na začátku každého dílu uvádí do děje, byly použity v *Destination Moon*, zde ale jen jako klasické úvodní titulky se jmény členů štábu. Nebeské město ve filmu *Flash Gordon* je zase až nápadně podobné městu v oblacích ve *Star Wars: Epizoda V – Impérium vrací úder*.



Obrázek 2.17: Tři výstřižky z jedné scény ve *Star Wars: Epizoda IV – Nová naděje* (1977), kde se objevuje velké množství živočišných druhů (pro přehlednost zesvětleno).



Obrázek 2.18: Jabba Hutt jako velká loutka ovládaná několika lidmi zevnitř ve *Star Wars: Epizoda VI – Návrat Jediho* (1983).



Obrázek 2.19: Odlet lodi Millennium Falcon od Hvězdy smrti byl točen na modrém pozadí ve filmu *Star Wars: Epizoda IV – Nová naděje* (1977).

Michael Bay byl několikrát kritizován za svůj film *Armageddon* (1998), především za vědeckou nepřesnost v přístupu k vesmíru nebo asteroidům [11], přesto film získal popularitu a do dnešních dnů je brán jako jeden z nejkultovnějších katastrofických filmů.

Posádka těžařů se v něm vydává k asteroidu, který se má srazit se Zemí, aby do něj umístila bombu, která by asteroid rozbila, a tím ho odklonila od dráhy směrem k Zemi. Velká část filmu se odehrává přímo na tomto kosmickém kusu skály, který sám o sobě mohl být vytvořen ve studiu nebo v poušti na Zemi. Nemalá část filmu ale byla tvořena pomocí digitálních triků, zejména úvodní část, kde menší úlomky asteroidu zasahují města [27]. Digitální triky byly zcela jistě použity i při pohledu ve větších celcích na asteroid (viz obr. 2.20)

Z vesmíru je zde zobrazen hlavně asteroid, jehož povrch je plný ostrých kamenných výčnělků, mezi kterými se povalují cáry mlhy tvořené plynem, který vychází z jeho jádra. Kromě digitálních triků zde jsou ale použity i klasické miniaturní modely raketoplánu nebo vesmírné stanice.



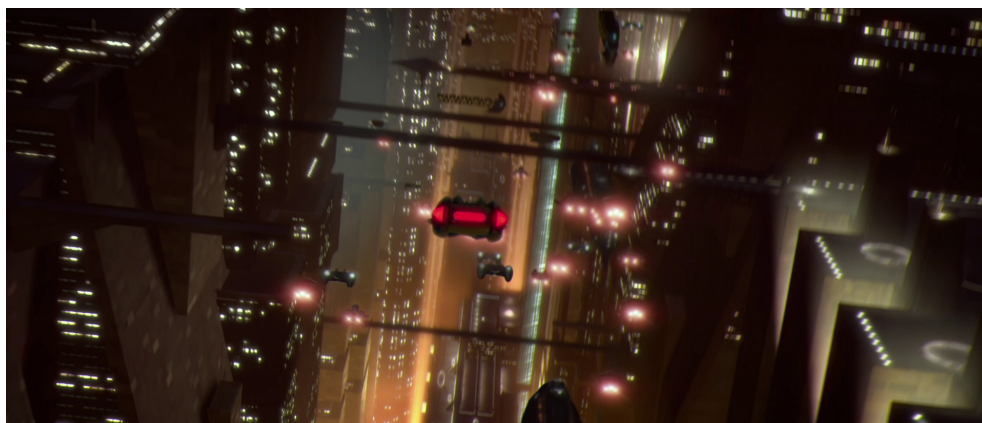
Obrázek 2.20: Krajina na obrovském asteroidu ve filmu *Armageddon* (1998).

### 3. Zobrazování vesmíru v současném filmu

V roce 2002 měl premiéru pátý film z hlavní linie ságy: *Star Wars: Epizoda II – Klony útočí*, který byl prvním důležitým celovečerním sci-fi filmem v dějinách kinematografie natočeným pouze na digitální kameru s vysokým rozlišením<sup>1</sup> (konkrétně Sony HDW-F900 [36]).

I ve zbytku prostřední trilogie *Star Wars*, nazývané prequely<sup>2</sup>, bylo ve velkém používáno modré pozadí a digitálních triků. Už *epizoda I* se z části točila na digitální kameru a další dvě epizody pak už byly digitálně natáčeny celé. Vzhledem k digitálním trikům byly již na modrém pozadí trackovací body, což rozšířilo možnosti, jak pracovat s pohybem kamery i při použití modrého pozadí [12].

Přestože technicky se vývoj filmu mezi původní trilogií a prequely velmi posunul a byly využívány digitální triky, autoři používali i staré postupy – již zmíněné modré pozadí, makety vesmírných lodí v životní velikosti a masky mimozemských ras pro herce. Nově ale přibýly počítačové animace, jako třeba mistr Yoda, některé scény s vesmírnými loděmi nebo modely měst a planet (viz obr. 3.1).



Obrázek 3.1: V původní trilogii *Star Wars* byli tvůrci odkázáni na práci s modely, v plně digitálním *Star Wars: Epizoda II – Klony útočí* (2002) už mohli vymodelovat celé město se spoustou vznášedel v počítači.

Film *Gravitace* (2013) je často zmiňován v souvislosti s velmi realistickým zobrazením života ve vesmíru. V něm kosmonautka zůstane jako jediný žijící pasažér u rozbitého raketoplánu a vesmírné stanice a musí se dostat zpět na Zemi. Je zde příběhově kladen důraz na špatné ovládání čehokoli v kosmu, zejména tedy pohybu samotných lidí, pokud nejsou připoutáni třeba ke stanici lanem, na což v námi zmíněných filmech zatím kladen důraz nebyl. Ve *Vesmírné odysee* sice také jeden z kosmonautů v této bezvýchodné situaci

<sup>1</sup>První film obecně byl americký *Jackpot* (2001), ve kterém vesmír nijak zobrazen není, takže se jím nezabýváme [31].

<sup>2</sup>*Star Wars: Epizoda I – Skrytá hrozba* (1999), *Star Wars: Epizoda II – Klony útočí* (2002) a *Star Wars: Epizoda III – Pomsta Sithů* (2005).



není připoután k lodi a nemůže se dostat zpět, v *Gravitaci* je ale tento příběhový prvek pro diváka mnohem více přítomný a dává tak možná poprvé nahlédnout, jaké to je být takto zcela bezmocný při havárii v kosmu, viz obr. 3.2

Celé prostředí okolo herců bylo už děláno digitálně. Samotní herci byli pro zobrazení ve stavu beztlíže natáčení přivázaní na lanech a pomocí snímání pohybu maket skafandřů byly pak digitálně dotvořeny normální skafandry. Velký počet záběrů je zde dotvářen v postprodukcí, takže často jsou jediné reálně natočené části obrazu obličej herců [16]



Obrázek 3.2: Bezmocnost kosmonautů putujících vesmírem v *Gravitaci* (2013).

Režisér Christopher Nolan je známý tím, že pokud může, tak ve svých filmech rád používá klasické efekty místo digitálních triků. V jeho filmu *Interstellar* (2014) je vyslána posádka ze Země, aby našla novou planetu, kterou mohou lidé obydlet. Skrze červí díru se loď dostane do vzdáleného vesmíru nedaleko černé díry, kde planetu hledají. Nolan zde tvořil hvězdné pozadí za okny kosmické lodi pomocí přední projekce. Vrátil se tak opět k postupu, který se používal už v první polovině předchozího století.

V případě černé a červí díry, aby byl vzhled těchto objektů co nejpřesnější, přizval jako výkonného producenta Kipa Thorna, jednoho z předních světových teoretických fyziků. Tak mohl štáb pomocí dlouhých počítačových výpočtů vymodelovat černou díru s realistickým vzhledem ještě pět let před prvním pořízením skutečného snímku (který by vzhledem k jeho rozlišení filmařům stejně nepomohl). Díky tomu navíc teoreticky prozkoumali vzhled černé díry tak, jak to ještě nikdo před nimi neudělal, což jistě pomohlo nejen filmařům, ale i vědcům [18].

O několik desetiletí zpět se Nolan vrátil i s postupy natáčení vesmírných lodí. Pro *Interstellar* bylo vytvořeno několik fyzických modelů – od menších v poměru asi 1 : 15, přes větší v poměru 1 : 5, až po repliky interiéru v životní velikosti. Modely vesmírných vznášedel Ranger a Lander měly okolo 15 m a tvůrci tak v použitých velikostech navazovali na postupy, které se používaly ve *Vesmírné odysee* nebo *Star Wars*. Nolan rád používá modely a zobrazování pozadí přímo na scéně (ať už se jedná o zadní nebo přední projekci nebo vytištěné pozadí) z několika důvodů: za prvé herci mohou na scénu, kterou rovnou vidí, reagovat lépe, než kdyby byla dotvořena až v postprodukcí, za druhé tak může režisér vzhled záběru, jak bude ve filmu vypadat, vidět rovnou na místě [10].

Christopher Nolan je navíc velkým milovníkem klasického filmu, takže svoje poslední filmy točil vždy alespoň částečně na IMAX. Důvodem je údajně menší cena natáčení na film a rychlejší práce při postprodukční práci na barvách obrazu [9].

Nolan samozřejmě není jediný, kdo se navrácí k použití filmu. Přestože druhá epizoda *Star Wars* byla svým plně digitálním záznamem přelomová, poslední trilogie – epizody VII až IX – byla natáčena na 35mm a IMAX filmový negativ [37]. V osmé epizodě, *Star Wars: Poslední z Jediů*, se tvůrci odvrátili od digitální verze Yody použité v epizodách I až III a místo toho použili loutku, stejně jako v původní trilogii. Ačkoli zde tvůrci spíše odkazovali na starší filmy, je vidět, že triky, které se využívaly před padesáti lety, mají místo i v dnešním filmu.



Obrázek 3.3: Vesmírné lodě v *Interstellar* (2014) točené se zmenšenými modely.

*Martan* (2015) Ridleyho Scotta je jeden z mála zde zmíněných filmů, který se odehrává na Marsu. Pro natáčení červené krajiny využili filmaři zčásti pouštní údolí Wadi Rum v Jordánsku, protože je svým červeným pískem velmi podobné Marsu. Zbytek záběrů byl natáčen ve studiu se zeleným pozadím [19]; viz obr. 5.6.

Na jednu stranu film může působit celkem realisticky, na druhou ale obsahuje různé zásadní fyzikální nepřesnosti, které budeme rozebírat v kapitole 5.

Přestože v poslední době se mnoho sci-fi filmů na Měsíci nebo Marsu neodehrává a tvůrci situují své příběhy spíše do smyšlených vzdálených míst vesmíru, existují i výjimky. Kromě *Martana* právě takovou výjimkou je i *Ad Astra* (2019), kde se nemalá část příběhu odehrává právě na Měsíci a na Marsu. Pro zobrazení Měsíční krajiny bylo využito snímání dvěma kamerami, z nichž jedna natáčela barevně, zatímco druhá zachycovala scénu v infračerveném spektru. Autoři tak mohli docílit unikátního vzhledu Měsíce, protože při záznamu infračerveného spektra je nebe tmavé, zatímco zbytek scény je světlý, takže už při samotném záznamu je tedy vzhled blízký Měsíci. Odstranění mraků a dotvoření krajiny pak už bylo doděláno v postprodukci [25], viz obr. 5.5.

V roce 2009 měl premiéru *Avatar*, první film, ve kterém je celý svět včetně postav složen z počítačových 3D modelů, postavy zde byly animovány díky snímání pohybu herců, ve většině filmu tedy hlavního herce vůbec nevidíme.

V roce 2019 byl uveden seriál *The Mandalorian* ze světa *Star Wars*, ve kterém byla poprvé použita 360stupňová LED stěna a strop, na které je v reálném čase zobrazováno prostředí okolo herců, takže je rovnou snímáno. Herci tak mohou na prostředí reagovat a zjednodušuje se práce v postprodukci, oproti zadní nebo přední projekci ale při použití této technologie máme skoro neomezené možnosti, jak pohybovat s kamerou.

Na příkladu *Avatara* a *Mandaloriana* je vidět, že v současné době je možné do filmu zobrazit cokoli, co dokážeme v počítači vymodelovat nebo jinak vytvořit, což je samo o sobě limitováno skoro jen fantazií tvůrců (a samozřejmě financemi). Nejsme tedy limitováni množstvím záběrů, jak ukazuje *Avatar*, ani pohybem kamery, jak je vidět na příkladu *Mandaloriana*. Stále určitě existují situace, které dokonale v počítači vytvořit nejdou nebo je levnější natočit je skutečně, jako třeba samotné herce, jednou ale jistě přijde doba, kdy se budou i samotní herci už jen animovat.

## 4. Budoucnost zobrazování vesmíru

V dnešní době prakticky neomezených možností digitálních triků je těžké si představit, jak velké kroky můžeme ještě v zobrazování vesmíru podniknout. Při současných výpočetních výkonech počítačů neexistuje prakticky nic, co by nebylo možné vymodelovat a vložit do filmu k hercům. Stále je ale problém modelovat samotné herce. Jak se ale budou možnosti 3D modelování vyvíjet, jednou určitě nastane doba, kdy bude nejenom možné, ale možná i dokonce levnější modelovat herce ve vesmíru místo vkládání živých herců do vesmírného prostředí. Problematikou světa s takovými možnostmi se zabývá film *Futurologický kongres* (2013), kde jsou těla a obličeje, včetně různých emocí herců, naskenovány, aby mohly být při tvorbě filmů už jen animovány.

Další možností pokračování zobrazování vesmíru je natáčení v samotném kosmu. V říjnu 2021 to už absolvoval štáb Rusů při tvorbě filmu *Výzva*, kdy strávili 12 dní na ISS. Film má plánovanou premiéru na rok 2022. Přestože se nejedná úplně o první hraný film, který by byl v kosmu natáčen, je to poprvé, kdy do kosmu letěl filmový štáb, ze kterého nikdo původně kosmonaut nebyl [34].

Natáčení v kosmu ohlásil i americký herec Tom Cruise, který měl v říjnu 2021 na ISS rovněž hrát ve filmu. Natáčení ale bylo posunuto kvůli pandemii koronaviru a Rusové tak Američany předběhli [7]. Vzhledem k finanční a realizační náročnosti natáčení v kosmu se dá jednoduše předpokládat, že tyto plány nemají moc výhod a producenti je realizují především kvůli získání popularity.

Natáčení by samozřejmě bylo ještě o mnoho náročnější, pokud by se natáčelo mimo vesmírnou stanici, kde by herci museli být ve skafandrech, což by přidalo ještě více času k jejich tréninku i nebezpečnosti celého natáčení a celkově manipulace s filmovou technikou by byla mnohem náročnější. Jednou ale jistě dojde i k takovému natáčení.

Jiný důvod než získání popularity pravděpodobně nemohl být ani pokus natočit ve vesmíru pornografický film. V roce 2015 to plánovala pornografická stránka Pornhub [1] a pomocí skupinového financování chtěla vybrat 3 400 000 amerických dolarů pro svůj film *Sexploration*, což se jim ale nepodařilo (vybrali jen 6 % cílové částky), takže příprava projektu už dál nepokračovala [33].

Je zřejmé, že natáčení hraných filmů ve vesmíru nebude ani zdaleka běžné skoro nikdy. Cesty do vesmíru jsou velmi nákladné, v případě problémů je nemožné zavolat technika nebo zdravotníka. Při současných možnostech digitálních triků nemá natáčení ve vesmíru žádnou výhodu – finanční, časovou, není to jednodušší na realizaci a předpokládáme, že i z hlediska vizuální stránky mohou být digitální triky stejně efektní, možná dokonce lepší, protože při nich se může štáb plně zaměřit na film a neřešit při tom zmíněné problémy, které natáčení v kosmu přináší.

O tom se ale budeme moct přesvědčit až po premiérách zmíněných filmů. Pro příklad, i když je letecká doprava relativně levná, je stále výhodnější točit scénu v letadle v maketě na Zemi. A lepší je to nejenom finančně, ale i třeba z hlediska světla, protože světlo můžeme v ateliéru nastavovat podle sebe, a tím docílit mimo jiné lepší návaznosti záběrů, které bychom ve skutečném letadle docilovali složitěji. Natáčení v maketě nám tak dá příležitost reálnější návaznosti záběrů. A stejně to určitě ještě dlouhou dobu bude

s cestami do kosmu. Natáčení ve vesmíru tedy podle nás nemá žádné výhody, kromě získání popularity právě tím, že se ve vesmíru točily.

Předpokládáme, že při současných prakticky neomezených možnostech digitálních triků se bude zobrazování vesmíru rozvíjet především z hlediska fantazie lidí.

Ačkoli nám dnes filmy ze začátku 20. století, kdy astronauti chodí po Měsíci v kloboucích, mohou připadat úsměvné, z hlediska jiných kosmických objektů se dopouštíme stejných prohřešků vůči fyzikální přesnosti i dnes. A je možné, že v budoucnosti, až bude povědomí o fungování třeba černých děr základem znalostí každého středoškoláka, pak budoucí generace budou s úsměvem sledovat filmy ze začátku 21. století a budou poukazovat na to, jak nerealisticky jsme zobrazovali vesmír. Konkrétně budeme nepřesnosti v současném filmu rozebírat v následující kapitole.

## 5. Jak vesmír skutečně vypadá

Nejenom ve filmech, ale i v časopisech, knihách a především na internetu můžeme vidět velké množství obrázků zobrazujících vesmír různými způsoby, přestože ten ve skutečnosti vypadá naprosto jinak. Je to ale pochopitelné, protože autoři chtějí získat co nejefektivnější vzhled snímků, aby zaujali co největší publikum, které většinou nemá o vzhledu vesmíru moc informací. Rozeberme si nyní několik filmových prvků, které jsou ve filmech různými způsoby zobrazovány.

### 5.1 Zvuk

Jednou z nejznámějších fyzikálních nepřesností ve sci-fi filmech je šíření zvuku ve vakuu. Zvuk je vlnění v nějakém médiu, může jít třeba o lehké zvyšování a snižování tlaku ve vzduchu nebo drobné vlnění v plechovém plátu. Pokud ale nemáme žádné prostředí, které by zvuk neslo, žádné vlnění nevznikne. Tím se zvuk liší třeba od elektromagnetického záření, které žádné médium pro existenci nepotřebuje, jelikož jde o vlnění samotného elektromagnetického pole.

Vakuum sice není úplně prázdné, stále jsou v něm nějaké atomy – přibližně 11 částic na  $\text{cm}^3$  v meziplanetárním vakuu [4] – a také množství fotonů, takže má smysl debatovat o teoretickém šíření zvuku na krátké vzdálenosti s velmi vysokým útlumem. Pro naše potřeby, abychom slyšeli explozi vesmírné lodi několik stovek metrů od nás, ale můžeme předpokládat, že zvuk se vakuem opravdu nešíří.

Vezmeme-li situaci z pohledu pilota lodi, samozřejmě se zvuk může šířit lodí, ať už jejím pláštěm nebo vzduchem uvnitř. Pilot může slyšet i výstřel z jeho vlastních zbraní, jejich dopad na loď protivníka už ale slyšet nebude. Toto je správně ukázáno v *Gravitaci*, kde opravdu žádné zvuky, které by být slyšet neměly, nejsou. Tento efekt, bohužel pro pocit se do všudypřítomného ticha, zaniká v použité hudbě. Naopak ve velkém množství snímků se zvuk vakuem normálně šíří, jako třeba ve filmech *Armageddon*, *Vetřelec* (1979), *Sunshine* (2007) nebo *Star Wars*.

### 5.2 Exploze

Aby mohlo dojít k výbuchu, je zapotřebí mít teplo, palivo a hořlavý plyn, zpravidla kyslík. Jak je známo, ve vakuu žádný kyslík, který by mohl k výbuchu přispět, není. Pokud jde o výbuch mimo vesmírnou loď, nemělo by k němu dojít vůbec. Pokud vybuchuje samotná loď nebo stanice, ty v sobě přirozeně kyslík mají, při protržení jejich pláště je ale vzduch rychle rozptýlen do okolí, takže výbuch je jen krátký. Toto je realisticky zobrazeno třeba v již zmíněné *Gravitaci*, kde na rozdíl od typických akčních filmů s vybuchujícími auty exploze trvají jen zlomek sekundy (obr. 5.1). Na druhou stranu třeba v sérii *Star Wars* můžeme při bitvách hvězdných lodí vidět několik sekund šlehající plameny, které při našich technologiích realistické nejsou. Na druhou stranu na obranu *Star Wars*, nevíme,

jakou atmosféru má planeta Coruscant, u které se bitva odehrává. Ještě delší exploze, které trvají více než 7 s, jsou v *Armageddonu*, viz obr. 5.2.

Dalším rozdílem oproti výbuchům na Zemi je absence odporu vzduchu. Úlomky explodované rakety se tak nezastaví, ale letí stále rovně. I toto je dobře zobrazeno právě v *Gravitaci*. Abychom jakékoli těleso udrželi na oběžné dráze okolo Země, musí ji obíhat velmi rychle. Třeba ISS obíhá Zemi rychlostí asi 7,7 km/s [35] a tuto rychlost pak získají i úlomky, které po případném rozbití stanice vzniknou. Pokud se pak srazí s družicí, raketoplánem nebo stanicí letícím v opačném směru, následky takových energií jsou samozřejmě destruktivní.



Obrázek 5.1: Velmi krátká exploze v *Gravitaci* (2013) trvá asi 0,5 s.



Obrázek 5.2: Na vesmír velmi dlouhá exploze v *Armageddonu* (1998) trvá více než 7 s.

### 5.3 Měsíc

Přistání na Měsíci, jakožto vesmírném tělese nejbližším Zemi, byl filmován především v rané kinematografii, kdy byl Měsíc něco neprobádaného a neznámého. V dnešní době snad všichni vědí, že procházet se na Měsíci v klobouku a svetru, jak to bylo třeba v *Cestě na Měsíc* nebo v *Ženě na Měsíci* (viz obr. 5.3), není možné.

Dnes již víme, že Měsíc je jen holá, pustá prašná krajina, ve které není nic zajímavějšího než krátery různých velikostí. Nejspíš proto je pro diváky (a tím i pro producenty) zajímavější mít ve filmech spíš vymyšlené planety, ve kterých si autoři mohou pohrát se vzhledem, než Měsíc, který byl jako něco neprozkoumaného populární právě na začátku kinematografie. Dobře je to vidět třeba v posledních třech dílech *Star Wars* ságy<sup>1</sup>, kde různé vzhledy planet jsou podle nás tvořeny především pro vizuální efekt (což rozhodně nemusí být pro film špatně).

V současné době je už Měsíc zobrazován celkem realisticky, jak můžeme vidět třeba na obr. 5.4 z filmu *První člověk* (2018) nebo obr. 5.5 z filmu *Ad Astra*.



Obrázek 5.3: Muž odchází do Měsíční krajiny v *Ženě na Měsíci* (1929).

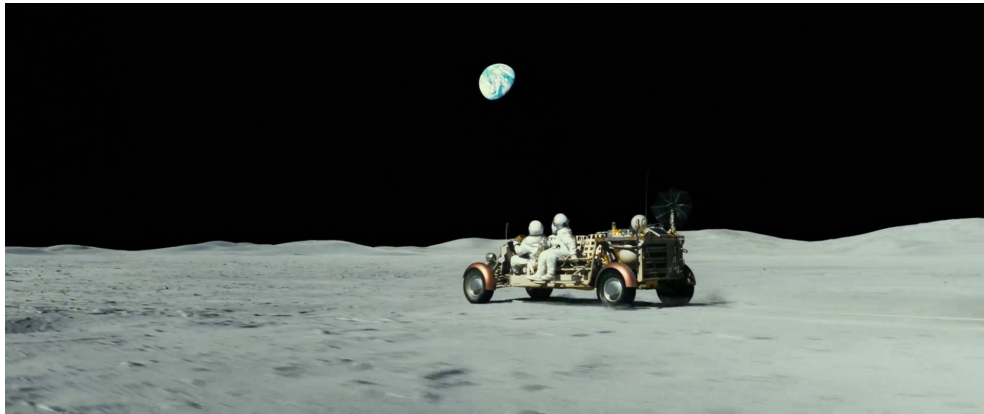


Obrázek 5.4: Přistání na Měsíci ve filmu *První člověk* (2018).

---

<sup>1</sup> *Star Wars: Síla se probouzí* (2015), *Star Wars: Poslední z Jediů* (2017) a *Star Wars: Vzestup Skywalkerů* (2019).





Obrázek 5.5: Honička ve vozidlech na Měsíci ve filmu *Ad Astra* (2019).

## 5.4 Mars

Filmů, kde by byl zobrazen Mars, v poslední době moc nebylo. Důvodem může být krajina podobná Měsíci – rozdíl je pouze v barvě a místo kráterů jsou zde i hory, ale z hlediska dramatickosti je stejně nezajímavý a filmaři možná proto upřednostňují vymyšlené světy před Sluneční soustavou.

Přesto v jednom podstatném filmu Mars zobrazen byl, konkrétně ve filmu *Martan* o člověku, který je kvůli nehodě ponechán posádkou na Marsu a musí zde přežít několik měsíců, než se pro něj vrátí. Mars je brán jako první planeta kromě Země, kterou lidé obydlí, a je skutečně asi nejlepší volbou z třech zbývajících terestrických planet<sup>2</sup>. Ideální pro život lidí ale ani vzdáleně není.

Ačkoli krajina Marsu je v *Martanovi* zobrazena celkem realisticky (až na silnou bouři), je zde hned několik jiných nepřesností. Jednou z nich je gravitace – přestože ve filmu kosmonauti po Marsu chodí normálně, rudá planeta má se svým gravitačním zrychlením  $0,38g^3$  blíže k Měsíci než k Zemi. Pohyb na jejím povrchu by měl být tedy odlišný.

Další nepřesností je použití jen lehkého skafandru, ve kterém navíc hlavní postavě vznikne během filmu dvakrát díra. Teploty na Marsu sice nejsou tak extrémní jako na Merkuru, Venuši nebo Měsíci, se svým rozsahem  $-110\text{ °C}$  až  $35\text{ °C}$  není pro lidi jeho noc bez pořádného skafandru přežitelná. Kromě toho kvůli řídké atmosféře a zejména absenci ozonové vrstvy a magnetického pole je povrch Marsu stále bombardován velmi energetickým kosmickým zářením. I proto by potřebovali obyvatelé Marsu robustnější skafandry, aby je před zářením ochránily.

Při vzniku díry ve skafandru by se skoro okamžitě vyrovnal v jeho vnitřku tlak s atmosférou, která má něco okolo  $640\text{ Pa}$ , tedy asi  $0,6\%$  atmosférického tlaku Země. Lidské tělo by se v takovém případě kvůli vnitřnímu tlaku nafouklo, naopak při vyrovnání tlaku v krvi s atmosférou by se v těle začala vařit krev, protože tlak na povrchu Marsu odpovídá přibližně trojnásobku bodu vody, která se tím pádem začíná vařit už při  $0,01\text{ °C}$ .

Pobývání na Marsu a jeho dlouhodobější kolonizace není tedy tak jednoduchá, jak by se to z filmu *Martan* mohlo zdát.

<sup>2</sup>Mezi terestrické planety se řadí Merkur, Venuše, Země a Mars.

<sup>3</sup> $g \doteq 9,81\text{ m/s}^2$ , což je střední hodnota tíhového zrychlení na povrchu Země.



Obrázek 5.6: Krajina v *Marťanovi* (2015) natáčená v Jordánsku.

## 5.5 Mlhoviny

Pokud vidíme na internetu nebo v novinách barevné mlhoviny, může nám připadat úžasné, jak je vesmír plný barev. Ve skutečnosti ale tak zajímavý není. Barevné snímky mlhovin jsou často měřeny v jiných vlnových délkách elektromagnetického záření než ve viditelném spektru a výsledné barvy do fotografie jsou pouze reprezentace různých vlnových délek záření, které vůbec nemusí být světlem.

Pro příklad na obrázku 5.7 je Krabí mlhovina zobrazena skoro přes celé spektrum – od radiových vln až po rentgenové záření. Obrázek je kombinací dat z několika teleskopů a zrovna zde zelená barva reprezentuje celé viditelné spektrum. Všimněme si, jak je v obrázku málo zelené, tedy viditelné části spektra.



Obrázek 5.7: Krabí mlhovina. Červená barva odpovídá radiovým vlnám, žlutá infračerveným, zelená reprezentuje celé viditelné spektrum, modrá odpovídá ultrafialovému záření a fialová rentgenovému [32].

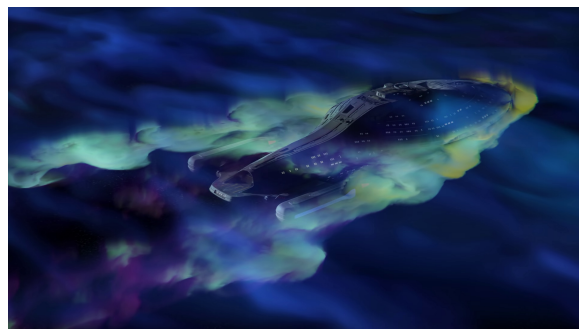
Při sledování teleskopem sice můžou mlhoviny vypadat jako mlha (odtud i jejich jméno), pokud se dostaneme do nich, rozhodně jako mlha nevypadají. Hustota částic v mlhovině je zhruba 100 až 10.000 molekul na  $\text{cm}^3$  [15] Pro srovnání, meziplanetární vakuum ve Sluneční soustavě má přibližně 11 částic na  $\text{cm}^3$  [4], Měsíční atmosféra asi 400.000 částic na  $\text{cm}^3$  [14], mlhoviny tedy nejsou o mnoho hustší než meziplanetární vakuum. Jsou navíc tvořeny převážně z vodíku, což je bezbarvý plyn, a vesmírného prachu, který by i při zmíněných 10.000 částic na  $\text{cm}^3$  znatelný nebyl. Pro srovnání – vzduch na Zemi má asi  $2,5 \times 10^{19}$  částic na  $\text{cm}^3$ , tedy o 15 řádů více než ta nejhustší mlhovina.

Že nám jako mlha při pohledu připadají je způsobeno jejich obrovskou velikostí, často mívají v průměru i několik desítek světelných let. V takové velikosti se pro nás i řádově stovky částic na  $\text{cm}^3$  stávají neprůhlednými. Přesto mlhoviny, ačkoli svou velikostí na noční obloze zaujímají někdy i plochu větší než Měsíc, nejsou zpravidla okem vidět a jejich fotografie můžeme dostat jen díky dlouhým expozicím, speciálním filtrům nebo již zmíněnému měření v jiných než viditelných částech spektra. Že mlhoviny vůbec vidět můžeme je způsobeno fluorescencí způsobenou světlem okolních hvězd.

Zejména v seriálu *Star Trek* je hned několik nerealistických zobrazení mlhovin. Jsou zde nejen nerealisticky barevné, ale také vypadají jako zemské mraky – viz obrázky 5.8 a 5.9.



Obrázek 5.8: Ve filmu *Star Trek II: Khanův hněv* (1982) je mlhovina zobrazena jako malé fialovomodré mračno, které se pohybuje jako mraky na Zemi.



Obrázek 5.9: Hned v úvodní znělce seriálu *Star Trek: Vesmírná loď Voyager* (1995–2001) proplová vesmírná loď barevnou mlhovinou a rozráží ji jako mraky.

## 5.6 Černé díry

Existenci černých děr předpověděl Albert Einstein ve své obecné teorii relativity. Nejedná se přímo o kosmické těleso, jako spíš o část časoprostoru s velmi extrémní gravitací. Černá díra je charakterizována horizontem událostí, což je v nejjednodušším případě kulová oblast, kde cesty jakékoli částice vedou jen dovnitř, nikoli ven. Takže cokoli, co se za hranici této oblasti dostane, se už nikdy nemůže dostat zpět<sup>4</sup>. A to platí i pro světlo. Vzhledem k tomu, že je z blízkého okolí velmi těžké uniknout, tvoří se kolem černých děr tzv. akreční disk, což je rozžhavené plasma, které vzniklo roztrháním hvězd, které se do okolí černé díry dostaly. Tyto akreční disky vyzařují velké množství energie, díky kterým

<sup>4</sup>Nerozebíráme zde Hawkingovo záření, která má zanedbatelný dopad na hmotnost černé díry a které zatím není vědci univerzálně přijímané.

můžeme pořizovat snímky černých děr, jinak by to samozřejmě, vzhledem k nemožnosti úniku světla z černé díry, nebylo možné.

V některých filmech jsou černé díry prezentovány jako černé objekty, které do sebe nasají vše, co je v okolí. V realitě ale z hlediska gravitace není rozdíl, pokud se jedná o černou díru nebo o hvězdu. Při stejných hmotnostech bude i gravitační pole v jejich okolí stejné, takže kdyby se třeba Slunce z ničeho nic proměnilo v černou díru, z hlediska gravitace bychom nepocítili žádný rozdíl a Země by kolem ní obíhala stále stejně. Důležitý rozdíl ale je, že černá díra má mnohem menší poloměr než hvězda, ze které vznikne, a tedy se k centru gravitace můžeme dostat mnohem blíže. V bezprostředním okolí už pak jsou rozdíly v gravitaci v různých vzdálenostech tak velké, že slapové síly roztrhnou jakoukoli hvězdu, která se k černé díře přiblíží. Tyto hvězdy roztrhané na jednotlivé atomy pak obíhají černou díru a vzájemným srážením pak část částic do černé díry padá.

Další utkvělou nepřesnou představou je, že uvnitř černé díry je tma. To samozřejmě nelze nikdy ukázat, jelikož z černé díry nemůžeme žádné informace odeslat, ale teoreticky černou díru prozkoumat můžeme. Přestože nic nemůže z černé díry uniknout, vše, co do ní padá, zejména tedy světlo hvězd, v černé díře vidět je. Není tam tedy tma, ale je vidět veškerý okolní vesmír, jen deformovaný do mnohem menší části našeho výhledu z důvodu extrémního zakřivení časoprostoru.

Film *Interstellar* byl konzultován s předním fyzikem zabývajícím se černými dírami, Kipem Thornem, takže ačkoli i v něm je několik fyzikálních nepřesností, jeho velká část je realistická. Takže i překročení horizontu událostí je zde alespoň ze začátku celkem realistické a můžeme vidět i již zmíněné smršťování viditelného vesmíru. Po pár vteřinách ale nastává kolem lodi v černé díře úplná tma, která by ve skutečnosti nastat neměla (možná ale světlo hvězd a akrečního disku jen není v záběru).

I samotná černá díra je v *Interstellaru* ukázána celkem realisticky – má kolem sebe akreční disk, který je kvůli zakřivenému časoprostoru vidět ze všech jejích stran (viz obr. 5.10). Vzhled černé díry byl vytvořen pomocí dlouhých počítačových výpočtů přímo z Einsteinových rovnic, takže vzhled by měl být opravdu realistický.

Aby ale i planeta, která černou díru ve filmu obíhá, a další příběhové prvky ve scénáři byly realistické, je zapotřebí velmi velký moment hybnosti (odpovídající rychlosti otáčení černé díry), konkrétně jen jednu biliontinu procenta pod teoretickou maximální hodnotou momentu hybnosti pro danou černou díru [22].

Není běžné, že bychom o vesmírných objektech v daném filmu měli tolik informací jako v případě *Interstellaru*, Kip Thorne naštěstí po premiéře filmu vydal svoji knihu *The Science of Interstellar* [22], ve které svoje postupy a předpoklady dopodrobna rozebírá. V této podkapitole tedy vycházíme převážně z této knihy.

## 5.7 Vzdálenosti ve vesmíru

Vesmír je opravdu veliký. Tak velký, že většina lidí si jen těžko může představit, jak velký je. Pokud si vezmeme nejbližší hvězdu od Slunce, Proximu Centauri, je od nás vzdálená přibližně 4,25 světelných let.



Obrázek 5.10: Realistický vzhled černé díry s akrečním diskem a obíhající planetou ve filmu *Interstellar* (2014).

Uvedme si přirovnání k menším vzdálenostem – pokud bychom naši Zemi přirovnali ke kouli o průměru 0,3 mm, tedy okem sotva postřehnutelnému zrnku písku, Měsíc by obíhal ve vzdálenosti asi 1 cm od Země, Slunce by bylo vzdáleno necelé 4 m. Sonda Voyager 1, která je dnes od Země nejvzdálenější objekt vytvořený lidmi, by po necelých 45 letech provozu byla ve vzdálenosti asi 611 m od naší pomyslné planety [39]. Pokud bychom tuto soustavu umístili do středu Prahy, Proxima Centauri by se pak nacházela přibližně ve vzdálenosti Kyjeva (1050 km). A to jsme zatím zmínili jen nejbližší hvězdu. Pokud bychom se chtěli dostat k centru naší galaxie, odpovídalo by to v našem modelu asi 7 000 000 km.

Jak je snad vidět na příkladu, vesmírné vzdálenosti jsou opravdu velké a i samotnému světlu trvá cesta od nejbližší hvězdy přes 4 roky. Jak popsal ve své speciální teorii relativity Einstein, nic se nemůže pohybovat rychleji než světlo ve vakuu, protože jeho rychlost je zároveň rychlostí kauzality.

Přesto ve sci-fi filmech často vidíme překonávání těchto obrovských vzdáleností v řádech dnů, hodin, minut, nebo dokonce sekund. Není tomu tak ale všude. Třeba v *2001: Vesmírná odysea* putuje vesmírná loď k Jupiteru (resp. k Saturnu, pokud bychom rozebírali knihu) a tato cesta je opravdu dlouhá, pocitově pomalá a klidná. Celkové pomalé vyznění filmu ještě umocňuje náš pocit z pomalosti, s jakou vše na cestě probíhá.

Pokud tedy vidíme ve filmu za okny vesmírné lodi pohybovat se hvězdy stejně, jako vidíme vzdálené kopce v krajině při jízdě autem, je to, až na výjimky, nesmysl. Představme si, že výhled z okénka vesmírné lodi nám umožňuje zorný úhel  $10^\circ$  a že jsme od hvězdy, na kterou máme výhled, 4 světelné roky. Pak můžeme vzdálenost  $x$ , kterou musíme s lodí překonat, aby se hvězda posunula z jednoho kraje okénka k druhému, vypočítat z rovnice:

$$2 \operatorname{tg} \left( \frac{10^\circ}{2} \right) = \frac{x}{4 \text{ ly}}.^5$$

Jednoduchou matematikou tak dojdeme k závěru, že naše loď musí překonat asi  $x = 0,7 \text{ ly}$ , aby se hvězda posunula z jednoho kraje okénka k druhému. Jak jsme již rozebírali, je ne-

<sup>5</sup>Jednotka ly = světelný rok, z anglického light-year.

možné, aby jakékoli těleso překonalo takovou vzdálenost v řádu minut, které ve filmech vidíme, pokud nepoužívá některou z možností nadsvětelné rychlosti, které budeme rozebírat dále. V takových případech by byl ale pohled na okolní vesmír velmi odlišný tomu, jak ho běžně vnímáme. Přesto takto rychle ubíhající hvězdy vidíme třeba ve *Vesmírné odysee*, kde máme statický záběr na loď, za kterou se hvězdy pohybují. Zrovna zde ale posádka necestuje rychlostí blízkou rychlosti světla, protože vzdálenost mezi Zemí a Jupiterem, tedy asi 40 světelných minut, překonávají několik měsíců.

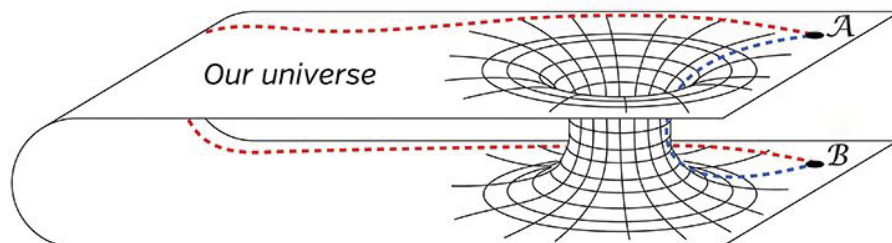
Pohyb hvězd v pozadí by byl znatelný při jakékoli rychlosti, pokud by loď na své cestě zatáčela. Při cestování v kosmu je ale zatáčení nesmyslné, pokud zrovna nevyužíváme gravitační pole planety, protože zbytečně prodlužuje dráhu, k čemuž není důvod.

I přes limit rychlosti světla existují teoretické způsoby, jak vzdálenost mezi dvěma místy překonat rychleji než světlo. Zatím ale nebylo prokázáno ani vyvráceno, zda jsou možné i prakticky.

Jedním ze způsobů je Alcubierrův pohon. Nic se sice nemůže pohybovat v prostoru rychleji než světlo, pokud prostor mezi dvěma místy zmenšíme, můžeme mezi nimi procestovat za nižší čas, a přesto nepřekročit rychlost světla. Není přitom žádné omezení, jakou rychlostí se může prostor roztahovat nebo smršťovat. Pokud bychom byli schopni prostor před raketou zkracovat a naopak za ní prodlužovat, mohla by se mezi dvěma místy přemístit rychleji než samotné světlo, přitom ale nepřekročit světelnou rychlost, protože lokálně by se stále pohybovala pomaleji. Na tomto principu Alcubierrův pohon funguje, pro jeho realizaci je ale zapotřebí mít hustotu energie menší než ve vakuu, tedy analogii záporné hmotnosti. Ačkoli na mikroskopických škálách jde energii zmenšit pod tuto hranici, pro využití tohoto efektu na vesmírnou loď by bylo potřeba mít ve velmi malé části prostoru zápornou energii větší než je veškerá energie celého pozorovatelného vesmíru. Přesto se objevují i novější teorie, které tak extrémní podmínky nepotřebují a jednou tak teoreticky může takový pohon vzniknout. [24].

Tento koncept cestování nadsvětelnou rychlostí byl použit například v seriálu a filmech *Star Trek*, kde loď Enterprise právě tento pohon používá.

Další možností rychlého cestování je červí díra, která je sice řešením Einsteinových rovnic v obecné teorii relativity, zároveň ale žádná pozorování nenaznačují, že by něco takového existovalo. Toto speciální zakřivení časoprostoru může propojit dvě velmi vzdálená místa v prostoru nebo čase. Na obr. 5.11 můžeme vidět dvourozměrný vesmír, který je díky třetí dimenzi zakřiven a propojuje dvě místa mnohem kratší cestou. Místo toho, abychom cestovali podél červené čáry, můžeme využít kratší cestu skrz červí díru podél modré trajektorie. V našem vesmíru by zakřivení fungovalo stejně, akorát by se náš trojrozměrný vesmír zakřivoval do čtvrtého rozměru, o kterém samozřejmě ani nevíme, zda existuje. V takovém případě by hranice červí díry neměla tvar kruhu jako na obrázku, ale trojrozměrné analogie kruhu, tedy koule, ve které je vidět celé okolí místa, kam červí díra ústí, jak je vysvětleno třeba v *Interstellaru*, kde je červí díra zobrazena, viz obr. 5.12.



Obrázek 5.11: Pro zkrácení cesty mezi body  $A$  a  $B$  můžeme využít červí díru a cestovat modrou cestou místo dlouhé červené cesty [22].



Obrázek 5.12: Vesmírná loď přibližující se k červí díře v *Interstellaru* (2014).

## 6. Závěr

Podoba zobrazování vesmíru a jeho vnímání jak diváky, tak filmovými tvůrci v průběhu 20. století významně pokročily – od Mélièsových jednoduchých kulis v *Cestě na Měsíc*, přes pokročilejší ztvárnění Měsíce v *Destination Moon*, velké modely vesmírných lodí v *2001: Vesmírná odysea*, pokroky v práci s modrým pozadím v sérii *Star Wars*, až po celkem realistické zobrazení života na oběžné dráze Země s použitím digitálních triků v *Gravitaci*.

Ačkoli v dnešní době díky digitálním trikům dokážeme zobrazit prakticky cokoli, co si můžeme představit, jistě se i tak bude v následujících letech zobrazování vesmíru dále vyvíjet. Přesto nečekáme, že by se rychle posouvalo směrem k realističtějšímu pojetí, protože vesmír je v naší fantazii mnohem zajímavější a pro film vizuálně efektnější než ve skutečnosti.



# Seznam použité literatury

- [1] ADEBAYO, Morenike. *Pornhub Wants To Shoot A Porn Film In Space* [online]. iflscience.com, 2015-06-12. [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.iflscience.com/space/pornhub-wants-you-help-fund-porn-film-shot-space/>
- [2] BECK, Daniel A. (1984). Life on the moon? A short history of the Hansen hypothesis. *Annals of Science*, **41**(5), 463–470. Dostupné též online: <https://doi.org/10.1080/00033798400200361>
- [3] BUGBY, D. C.; FARMER, J. T. et al. (leden 2010). *Two-Phase Thermal Switching System for a Small, Extended Duration Lunar Surface Science Platform*. AIP Conference Proceedings. **1208**(76). 76–83. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.3326291>
- [4] CHAMBERS, Austin. *Modern Vacuum Physics*. CRC Press, 2004. ISBN
- [5] CRAIG, Rob. *Ed Wood, Mad Genius: A critical study of the films*. Jefferson, NC: McFarland, 2009. ISBN 978-0786439553.
- [6] FILMEXPORTHOMEVIDEO. *Ikarie XB 1 Film o filmu* [online]. YouTube.com, 2012-03-10 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: [https://youtu.be/iylpwc9\\_DI](https://youtu.be/iylpwc9_DI)
- [7] KLEIN, Brennan. *Tom Cruise Outer Space Movie & Filming Details Revealed*, 2022-01-28 [online]. screenrant.com. [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://screenrant.com/tom-cruise-space-movie-story-filming-details/>
- [8] KW SPACE TV. *ISS - International Space Station - Inside ISS - Tour - Q&A - HD* [online]. YouTube, 2016-03-31 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: [https://youtu.be/06-Xm3\\_Ze1o](https://youtu.be/06-Xm3_Ze1o)
- [9] LEE, Mike. *Christopher Nolan Talks IMAX, 3D, and CGI in Movies* [online]. ScreenRant, 2012-04-16 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://screenrant.com/christopher-nolan-imax-3d-cgi/>
- [10] LEVY, Emanuel. *Interstellar: Creating Various Aircrafts* [online]. EmanuelLevy.com, 2014-10-24 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://emanuellevy.com/review/interstellar-creating-the-various-aircrafts/>
- [11] LEWIS, Tanya. *Asteroid Science: How 'Armageddon' Got It Wrong* [online]. Live Science, 2014-09-16 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://www.livescience.com/47864-armageddon-film-asteroid-science.html>
- [12] LUCASLEGACY. *The Making of Star Wars - Attack of the Clones* [online]. YouTube, 2019-10-11 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://youtu.be/QmMkkkEplbM>
- [13] NASA. *Astronauts Raja Chari & Matthias Maurer Spacewalk Outside the International Space Station* [online]. YouTube, 2022-03-23 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://youtu.be/uZqaTsbDcgU>
- [14] ÖPIK, E. J. The lunar atmosphere. *Planet. Space Sci.*, **9**(5): 211–244, květen 1962

- [15] OSTERBROCK, Donald E. a FERLAND, G. J. (2005). *Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei*, University Science Books, ISBN 978-1-891389-34-4
- [16] RICH, Katey a EISENBERG, Eric. *How Did Gravity Do That? The Secrets Behind Its Groundbreaking Special Effects* [online]. Cinema Blend, 2013-10-11 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://www.cinemablend.com/new/How-Did-Gravity-Do-Secrets-Behind-Its-Groundbreaking-Special-Effects-39790.html>
- [17] RINZLER, J. W. *The Making of Star Wars (TM): The definitive story behind the original film*. New York: Del Rey Books, 2007. ISBN 978-0-345-47761-3.
- [18] ROBERTSON, Barbara. *Oscar-Nominated VFX Supervisor Paul J. Franklin on Interstellar* [online]. StudioDaily, 2015-02-11 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://www.studiodaily.com/2015/02/oscar-nominated-vfx-supervisor-paul-j-franklin-interstellar/>
- [19] SCHERER, Jenna. *Where Was 'The Martian' Filmed?* [online]. CNTraveler, 2016-02-27 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.cntraveler.com/stories/2015-10-02/the-martian-comes-to-earth-filming-locations-for-the-red-planet>
- [20] SPUDIS, Paul D. *Chesley Bonestell and the Landscape of the Moon*, 2022-06-14 [online]. smithsonianmag.com. [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.smithsonianmag.com/air-space-magazine/chesley-bonestell-and-the-landscape-of-the-moon-120863737/>
- [21] THOMPSON, Kristin a BORDWELL, David. *Dějiny filmu: přehled světové kinematografie*. 2., opr. vyd. Přeložila Helena BENDOŤÁ. Praha: Akademie múzických umění, 2011. ISBN 978-80-7331-207-7.
- [22] THORNE, Kip S. a NOLAN, Christopher. *The science of Interstellar*. New York: W.W. Norton & Company, 2014. ISBN 9780393351378.
- [23] TRUMBULL, Douglas. *Creating Special Effects for 2001: A Space Odyssey*. *American Cinematographer*. 1968, **49**(6), 416–419
- [24] VAN DEN BROECK, Chris. *On the (im)possibility of warp bubbles*. arXiv. 1999. Dostupné z: <https://arxiv.org/abs/gr-qc/9906050>
- [25] WIRED. *How the Lunar Scene from Ad Astra Was Made | WIRED* [online]. YouTube, 2019-10-10 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: [https://youtu.be/2\\_qWvfxdzRg](https://youtu.be/2_qWvfxdzRg)
- [26] *A Trip to the Moon (1902)* [online]. IMDb, [cit. 2022-08-06]. Dostupné z: <https://www.imdb.com/title/tt0000417/fullcredits>
- [27] *Bonusový materiál k filmu Armageddon* [film]. Criterion Collection, USA, 2008. Dostupné též z: <https://youtu.be/EjiKp50VK7I>
- [28] *Bonusový materiál k filmům Star Wars* [film]. V rámci vydání *Star Wars: The Complete Saga*, 20th Century Fox, USA, 2011.
- [29] Destination Moon: Four daring Americans make the first lunar landing in a rocket ship in order to protect world peace. *LIFE*. 1950, **28**(17), 107–110

- [30] *Flash Gordon (1936)* [online]. IMDb, [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.imdb.com/title/tt0027623/fullcredits/>
- [31] How George Lucas pioneered the use of Digital Video in feature films with the Sony HDW F900 [online]. *Red Shark News*, 2019-12-01 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://www.redsharknews.com/technology-computing/item/2990-how-george-lucas-pioneered-the-use-of-digital-video-in-feature-films-with-the-sony-hdw-f900>
- [32] Observatories Combine to Crack Open the Crab Nebula [online]. *NASA*, 2017-05-10 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/observatories-combine-to-crack-open-the-crab-nebula>
- [33] *Pornhub Space Program – SEXPLORATION* [online]. indiegogo.com. [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.indiegogo.com/projects/pornhub-space-program-sexploration/>
- [34] *Ruští filmaři jsou zpět z natáčení ve vesmíru. Přistáli bezpečně v Kazachstánu* [online]. iDNES, 2022-10-17 [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/iss-rusti-filmari-kazachstan-vesmir.A211017\\_132549\\_zahranicni\\_indr](https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/iss-rusti-filmari-kazachstan-vesmir.A211017_132549_zahranicni_indr)
- [35] Spot The Station [online]. *NASA*, [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: [https://spotthestation.nasa.gov/tracking\\_map.cfm](https://spotthestation.nasa.gov/tracking_map.cfm)
- [36] *Star Wars: Episode II – Attack of the Clones (2002) – Technical Specifications* [online]. IMDb, [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.imdb.com/title/tt0121765/technical>
- [37] *Star Wars: Episode VII - The Force Awakens (2015) – Technical Specifications* [online]. IMDb, [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://www.imdb.com/title/tt2488496/technical>
- [38] Tip z iVysílání: Ikarie XB 1 letí k lepším zítřkům přes jadernou zkoušku. *ČT24.cz* [online]. Česká televize, 2020-07-29 [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/kultura/3150873-tip-z-ivysilani-ikarie-xb-1-leti-k-lepsim-zitrkum-pres-jadernou-zkousku>
- [39] Voyager – Mission Status [online]. *NASA*, [cit. 2022-08-09]. Dostupné z: <https://voyager.jpl.nasa.gov/mission/status/>
- [40] *Vyhledávání Google: Destination Moon source:life* [online]. Google, [cit. 2022-08-17]. Dostupné z: <https://www.google.com/search?q=Destination+Moon+source:life&source=lnms&tbm=isch>

# Seznam obrázků

2.1	Měsíc požívá astronomovi dalekohled v <i>La Lune à un mètre</i> (1898). . . . .	4
2.2	<i>Cesta na Měsíc</i> (1902), kapsle se zapíchla Měsíci do oka. . . . .	4
2.3	<i>Cesta na Měsíc</i> (1902), astronomové vystupují na Měsíci. . . . .	4
2.4	Měsíční základna v <i>Ženě na Měsíci</i> (1929). . . . .	6
2.5	<i>Žena na Měsíci</i> (1929), astronauti krátce po přistání na Měsíci. . . . .	6
2.6	Obří ještěr na cizí hornaté planetě ve filmu <i>Flash Gordon</i> (1936; obrázek je pro větší přehlednost zkontrastněn). . . . .	7
2.7	První výprava lidí na Měsíc ve filmu <i>Destination Moon</i> (1950). . . . .	8
2.8	Létající talíře v <i>Plánu 9 z vesmíru</i> (1959). . . . .	9
2.9	Malé modely vesmírných plavidel v <i>Ikarii XB 1</i> (1963.) . . . . .	10
2.10	Už celkem realistický skafandr v <i>Ikarii XB 1</i> (1963). . . . .	10
2.11	Vesmírná loď Discovery One ve <i>Vesmírné odysee</i> (1968) byla natáčena díky skoro 17m modelu. . . . .	11
2.12	Kosmonauti ve <i>Vesmírné odysee</i> (1968) pozorují přistání. . . . .	12
2.13	Měsíc ve <i>2001: Vesmírná odysea</i> (1968). . . . .	12
2.14	<i>Na kometě</i> (1970), záběr s herci v popředí a malovaným pozadím s blížící se kometou. . . . .	13
2.15	<i>Na kometě</i> (1970), Mars, ke kterému se část Země na kometě přiblížila, zaha- lený za zemskými mraky. . . . .	13
2.16	Studio, ve kterém se předtáčí přistání na Marsu ve filmu <i>Kozoroh 1</i> (1977). . . . .	13
2.17	Tři výstřižky z jedné scény ve <i>Star Wars: Epizoda IV – Nová naděje</i> (1977), kde se objevuje velké množství živočišných druhů (pro přehlednost zesvětleno). . . . .	15
2.18	Jabba Hutt jako velká loutka ovládaná několika lidmi zevnitř ve <i>Star Wars: Epizoda VI – Návrat Jediho</i> (1983). . . . .	15
2.19	Odlet lodi Millennium Falcon od Hvězdy smrti byl točen na modrém pozadí ve filmu <i>Star Wars: Epizoda IV – Nová naděje</i> (1977). . . . .	16
2.20	Krajina na obrovském asteroidu ve filmu <i>Armageddon</i> (1998). . . . .	16
3.1	V původní trilogii <i>Star Wars</i> byli tvůrci odkázáni na práci s modely, v plně digitálním <i>Star Wars: Epizoda II – Klony útočí</i> (2002) už mohli vymodelovat celé město se spoustou vznášedel v počítači. . . . .	17
3.2	Bezmocnost kosmonautů putujících vesmírem v <i>Gravitaci</i> (2013). . . . .	18
3.3	Vesmírné lodě v <i>Interstellar</i> (2014) točené se zmenšenými modely. . . . .	19
5.1	Velmi krátká exploze v <i>Gravitaci</i> (2013) trvá asi 0,5 s. . . . .	24
5.2	Na vesmír velmi dlouhá exploze v <i>Armageddonu</i> (1998) trvá více než 7 s. . . . .	24
5.3	Muž odchází do Měsíční krajiny v <i>Ženě na Měsíci</i> (1929). . . . .	25
5.4	Přistání na Měsíci ve filmu <i>První člověk</i> (2018). . . . .	25
5.5	Honička ve vozidlech na Měsíci ve filmu <i>Ad Astra</i> (2019). . . . .	26
5.6	Krajina v <i>Marťanovi</i> (2015) natáčená v Jordánsku. . . . .	27

5.7	Krabí mlhovina. Červená barva odpovídá radiovým vlnám, žlutá infračerveným, zelená reprezentuje celé viditelné spektrum, modrá odpovídá ultrafialovému záření a fialová rentgenovému [32]. . . . .	27
5.8	Ve filmu <i>Star Trek II: Khanův hněv</i> (1982) je mlhovina zobrazena jako malé fialovomodré mračno, které se pohybuje jako mraky na Zemi. . . . .	28
5.9	Hned v úvodní znělce seriálu <i>Star Trek: Vesmírná loď Voyager</i> (1995–2001) proplouvá vesmírná loď barevnou mlhovinou a rozráží ji jako mraky. . . . .	28
5.10	Realistický vzhled černé díry s akrečním diskem a obíhající planetou ve filmu <i>Interstellar</i> (2014). . . . .	30
5.11	Pro zkrácení cesty mezi body $A$ a $B$ můžeme využít červí díru a cestovat modrou cestou místo dlouhé červené cesty [22]. . . . .	32
5.12	Vesmírná loď přibližující se k červí díře v <i>Interstellaru</i> (2014). . . . .	32