

AKADEMIE MÚZICKÝCH UMĚNÍ V PRAZE

**FILMOVÁ A TELEVIZNÍ FAKULTA**

Filmové, televizní a fotografické umění a nová média

Kamera

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Úskalí tvorby 360° obrazu s prvky VR**

**Vojtěch Dvořák**

Vedoucí práce: Jakub Ježek

Oponent práce: MgA. Vidu Gunaratna

Datum obhajoby: 13.9.2018

Přidělovaný akademický titul: BcA.

Praha, 2018

ACADEMY OF PERFORMING ARTS IN PRAGUE

**FILM AND TV SCHOOL**

Film, Television, Photography and New Media

Cinematography

**BACHELOR THESES**

**The challenges of producing 360° video with VR features**

**Vojtěch Dvořák**

Thesis supervisor : Jakub Ježek

Opponent: MgA. Vidu Gunaratna

Defence date: 13.9.2018

Title assigned: BcA.

Praha, 2018

## **P r o h l á š e n í**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/magisterskou/disertační práci na téma

vypracoval(a) samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a s použitím uvedené literatury a pramenů.

Praha, dne .....

.....

podpis diplomanta

## **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.

## 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

## **Abstrakt**

Obsahem této práce je popsání základních principů tvorby 360° děl, která se dají promítat ve virtuálním prostředí pomocí VR headsetů nebo zobrazovacích zařízení jako je například chytrý mobilní telefon. Text se dotýká také historie projekce na velká plátna, což je předchůdce dnešních projekcí. Dále se text zabývá moderní projekcí 360° obrazu. Ozřejmuje pojem "Ekvidistantní válcová projekce", jenž je pro projekci tohoto typu zásadní. V práci se též pojednává o komfortu diváka, základní konstrukci kamer a postprodukcí. V rámci postprodukcí je popsán problém stitchingu. Jsou zde i vyjmenované některé rady, které mohou napomoci případné realizaci díla. Součástí práce je také krátká reference kompaktní kamery pro 360° obraz, jenž posloužila k testování postupů a odhalení úskalí natáčení pro 360° projekci. Obsahem textu je i všudypřítomné zamyšlení nad využitím tohoto média v dramatické tvorbě jako je film.

## **Abstract**

The thesis focuses on description of basic principles of 360° video creation, which can be projected in a virtual environment using VR headphones or display devices such as smartphones. The text briefly presents the history of large format screening, which is the forerunner of today's screenings. Furthermore, the thesis covers a modern projection of 360° video. It presents the concept of "Equidistant cylindrical projection", which is crucial for this type of projection. The thesis also discusses the viewer's comfort, basic camera design and post-production, including the problem of stitching. There are also some tips that can help the authors in realization process. The thesis furthermore includes short reference to a 360° compact camera that served to test procedures and detect shooting pitfalls for 360° projection. Finally, the text offers reflection of the use of this media in dramatic works such as film.

## **Poděkování**

Rád bych velmi poděkoval firmě VR Brainz - jmenovitě Robinovi Pulterovi, Petru Hanouskovi a Lucii Burešové za vřelý přístup a poskytnutí kamerové techniky k testům.

Dále bych chtěl poděkovat mé ženě Lence za podporu při psaní této práce.

# Obsah

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2. 360° STUPŇOVÝ OBRAZ A JEHO PROJEKCE</b> .....	<b>10</b>
2.1. HISTORIE VELKÝCH PROJEKcí .....	11
2.2. TECHNICKÝ PRINCIP PROJEKCE 360° .....	14
2.2.1. 360° virtuální projekční plátno .....	14
2.2.2. Zorné pole, výřez .....	15
2.2.3. Kvalita obrazu .....	16
2.3. VYMEZENÍ 360 PROJEKCE A VR PROSTŘEDÍ .....	17
2.4. KINETÓZA A KOMFORT DIVÁKA .....	18
<b>3. PRINCIP SNÍMÁNÍ 360°</b> .....	<b>20</b>
3.1. KAMEROVÝ SYSTÉM A JEHO VLASTNOSTI .....	20
3.1.1. Optika - Fisheye .....	24
3.2. POHYBOVAT ČI NEPOHYBOVAT - TOŽ OTÁZKA .....	26
3.1. ORGANIZACE PŘI NATÁČENÍ .....	27
3.1.1. Stitching a jeho příprava .....	28
<b>4. POSTPRODUKCE</b> .....	<b>29</b>
4.1. STITCHING .....	30
<b>5. KAMEROVÝ TEST</b> .....	<b>31</b>
<b>6. MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ FORMÁTU 360°</b> .....	<b>33</b>
6.1. APLIKACE V DRAMATICKÉM UMĚNÍ .....	33
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>36</b>

## **Seznam použitého označování a zkratk**

FPS - frames per second - počet obrázků za vteřinu

Stitching – sešívání (spojení dvou a více obrazů do jednoho obrazu)[3.1.1]

VR – virtuální realita

Workflow – výrobní proces



# 1. Úvod

Před více než 100 lety započala nová epocha lidské činnosti - natáčení filmů. Z počátku se mu věnovali jen nadšenci a většinová společnost tento druh zábavy brala jen jako atrakci. Pionýři filmu však brzy dokázali vybudovat pevné základy pro filmové odvětví a toto médium v různých formách zdomácnělo po celém civilizovaném světě. Paralelně s tím se lidé snažili vytvořit imerzivní<sup>1</sup> formy projekce, aby měl divák pocit absolutního ponoření do předváděného obrazu.

360° a VR projekce je nyní ve stejném bodě, ve kterém byl film před sto lety. Někteří mohou namítnout, že pokusy o tento druh projekce byly již dříve a tato myšlenka se zrodila již dávno, ale nyní žijeme v době, kdy pokročilá výpočetní technika, zejména miniaturizované počítače v našich mobilních zařízeních, nám nyní umožní 360° obraz s prvky VR plně využít. Pokud bychom hovořili jen o digitální technice, tak hranice náročnosti, které nyní musíme při tvorbě těchto děl překonávat, je podobná, jako v digitální vizuální tvorbě na počátku devadesátých let minulého století. Důvodem je zvýšení požadavků na výrobu 360° záznamu, přenášená data a i na záznamový i projekční hardware - což běžné editační zařízení v této době nezvládají. Prostředí okolo této tvorby je velmi živé, alespoň v procesu nastavování workflow a výroby záznamových zařízení. Velké IT firmy se již snaží standardizovat ve svých aplikacích projekční formáty. Pokud není VR a 360° obraz pro společnost slepou cimrmanovskou uličkou, můžeme se nyní stát pionýry a rozvíjet toto médium dále, tak, jak to dělal před stovaceti lety Edison, bratři Lumiéři nebo v českých zemích pan Kříženecký.

Proč používám spojení 360° s prvky VR? Je to proto, že když si prohlížíte 360° obraz, tak zařízení, na kterém si toto prohlížíte, musí přizpůsobovat promítaný obraz vašemu konání - například otáčení hlavy. Tam, kam se podíváte, tam se posune i obraz.

Problematika tvorby 360° videa je tak obsáhlá, že nelze ani zdaleka v rozsahu této práce předložit všechny aspekty, které se tohoto tématu dotýkají. Při tvorbě kvalitního 360° obrazu (a pokud je tento obraz video) se dotknete snad všech složek workflow trikového filmu (specifické záznamové zařízení, náročné natáčení, řešení kvality dat, retuše, animace, rotoskopie, compositing, colorgrading, ...). Pro pořízení obrazu všední reality musíte vynaložit mnoho úsilí, abyste dosáhli technicky kvalitního výsledku.

Tento text není podrobnou kuchařkou, podle které byste vytvořili hned zítra brilantní dílo. Tato práce si klade za cíl představit základní principy vzniku 360° monoskopického obrazu, zejména videa, a též se zaměřuje na využití tohoto média v dramatické tvorbě narativního filmu.

---

<sup>1</sup> imerze - ponoření, vtažení

## 2. 360° stupňový obraz a jeho projekce

360 stupňový obraz, ať je to fotografie, video či počítačem generovaný obraz, je projekce obrazu, která diváka zcela obklopuje. Divák poté nabývá dojmu, že je zcela pohlcen předkládanou realitou.

Okolo diváka je tedy plátno ve tvaru koule, na kterou je promítán obraz. Tato koule může být vytvořena buď reálným plátnem, nebo virtuálně. Virtuální varianta vyžaduje elektronické prohlížecké zařízení jako je VR přilba (headset), ale stačí i samotný výkonný smartphone, který obsahuje gyroskop. Též se dá 360 stupňový obraz prohlížet na desktopových zařízeních, ale k rozhlížení po scéně musí divák použít ovládacích prvků jako je klávesnice či myš.

Zařízení VR headset může v jeden okamžik používat jen jeden divák. Při sledování klasické formy filmu tak toto zařízení jde proti hromadnému sdílení zážitku z podívané, který se nám dostává při návštěvě klasického kina. Na druhou stranu, toto zařízení zprostředkovává nejintenzivnější pocit bezprostřední přítomnosti. U jiných využití, kdy se divák stane spíše uživatelem, návštěvníkem, hráčem, badatelem, ... , nemusí být tato osamělost negativem. U tohoto zařízení také musíme počítat s tím, že každý člověk je trochu jiný, a tak nemusí jistému procentu populace vyhovovat jeho ergonomie.



Televizní brýle Huga Gernsbacka (1963) a projekční zařízení VR headset Oculus <sup>2</sup>

Při projekci na reálné plátno je celý obrazový obsah vykreslován na celou plochu plátna, kdežto u VR variant je vykreslován pouze výřez obrazu. U projekce na plátno je tak výhoda, že projekce se může účastnit více osob, které se mohou rozhlížet nezávisle na sobě. Tyto systémy se však zaměřují spíše jen na projekce do velikosti polokoule (v dnešním chápání tak nazýváme 180 stupňový obraz). Dnes je tato projekce nejlépe dostupná například v moderních planetáriích (Fulldome). Tento způsob prezentace není tématem této práce, ale zasluhuje si zmínku, jelikož souvisí s historií tohoto odvětví.

---

<sup>2</sup><http://gamechanger.co.ke/product/oculus-rift-vr-headset-touch-controller/>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Hugo\\_Gernsback](https://en.wikipedia.org/wiki/Hugo_Gernsback)

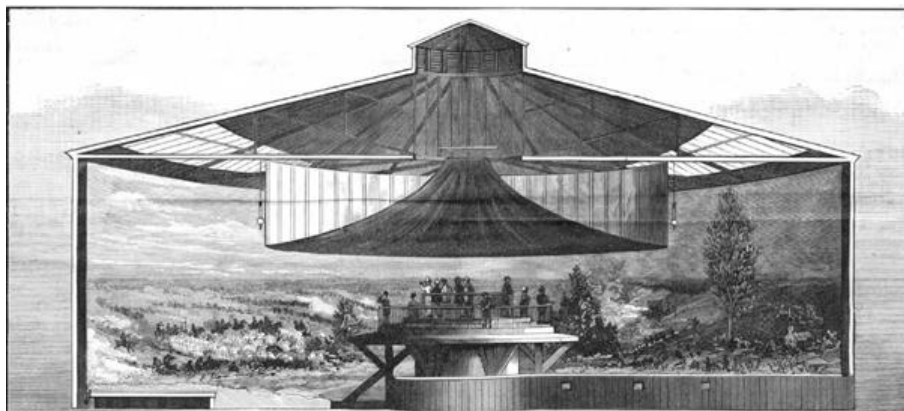
O největší rozšíření projekce 360° obrazu se zasloužila firma Google. Ve své službě Google Maps nabízí zážitek z 360° obrazu formou street view a v její aplikaci YouTube si můžete promítnout 360° video. Další dostupnou platformou, kde lze 360° video promítat, je například Facebook nebo Vimeo. 360° video je též prezentováno v prostředí VR, kde mezi zajímavé galerie patří například Jaunt a Transport, obsahující i krátké filmy s filmově-dramatickým obsahem.

## 2.1. Historie velkých projekcí

Již od počátku kinematografie člověk toužil o vytvoření umělé podívané, která by divákovi zprostředkovala co nejdělejší vjem skutečnosti. Jednou z možností je zbavit se projekčního rámu kina a vytvořit co největší projekční plátno, aby okraje nebyly v zorném poli divákova vidění. V této kapitole popíšeme několik zásadnějších konceptů a událostí, které představují kořeny 360° záznamu a virtuální reality tak, jak je známe dnes.

### Cyklorama

Jedním z kořenů 360° záznamu, byla panoráma – tento termín byl poprvé použit umělcem Robertem Bakerem v 90. letech 18. století, který tak označil své patentované velkoformátové malby, obklopující pozorovatele. Baker speciálně pro výstavu svých panoramatických maleb zkonstruoval v Londýně rotundu a odstartoval tak popularitu takovýchto výstav i vysokou konkurenci v této oblasti. Historicky tedy panorama (někdy označovaná také jako cyklorama) označovala velkoformátovou 360° malbu, často doprovázenou trojrozměrnými prvky simulovaného prostředí, aby se, spolu s architekturou budovy, posílila iluze hloubky a představované reality, která měla návštěvníka obklopovat. Takto prezentované malby byly částečně zábavou a částečně vzdělávacím prostředkem – zobrazovaly buď grandiózní místa nebo významné historické události.



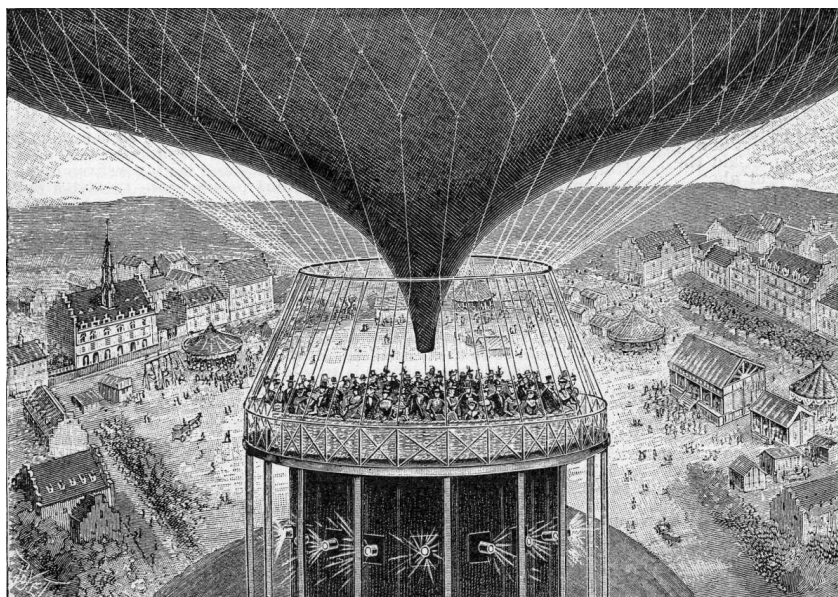
Příklad cykloramy - Gettysburg cyklorama (Brooklyn 1886) <sup>3</sup>

<sup>3</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Cyklorama>

## Cineorama

Období po průmyslové revoluci přineslo novou éru technologických pokroků, 90. léta 19. století například veřejnosti představila novou formu média - pohyblivý obraz, čili film. V průběhu 20. století vývoj kinematografie postupoval dál, tvůrci hledali nové metody i technologie a doplněním barvy, zvuku, širokoúhlému obrazu a stereoskopie do plejády možností cílili na vytvoření realistické imerzivní zkušenosti pro diváka.

Jedním z takovýchto brzkých pokusů bylo Cinéorama, které sestavil Raoul Grimoin-Sanson pro pařížskou expozici v roce 1900. Cinéorama představovalo kombinaci panoramatické rotundy a filmového promítání, s cílem simulovat let horkovzdušným balónem nad Paříží. Použitý materiál byl natočen na deset kamer umístěných do opravdového balónu, záznam byl pak promítán s pomocí deseti synchronizovaných projektorů na plátna, umístěné do plného kruhu – tedy 360° - okolo vyhlídkové platformy, pro autentičnost reprezentované velkým košem horkovzdušného balónu. Platforma byla natolik velká, že mohlo záznam sledovat až 200 diváků najednou.



*Cineorama1900*<sup>4</sup>

Dalším z řady inovátorů byl například filmař a expert na speciální efekty Fred Waller, který na světovém veletrhu v New Yorku v roce 1939 představil imerzivní kino, nazvané Vitarama, které využívalo 11 projektorů k promítání gigantického obrazu na kopulovitou plochu, designovanou architektem Ralphem Walkerem.

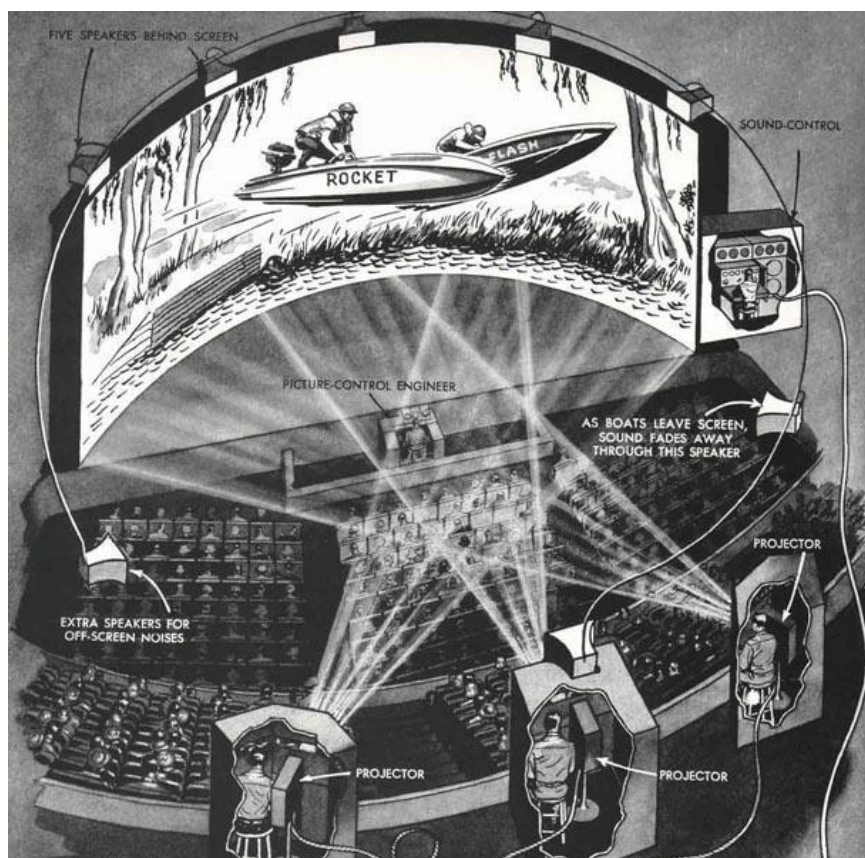
O dva roky později použil Waller principy Vitaramy a přetvořil je do simulátoru pro americkou armádu během 2. světové války, konkrétně pro letecké střelce, kteří se tak měli naučit reagovat na cíl v realistických podmínkách. Pro tento účel byly použity záznamy pěti kamer, umístěných na bombardér během letu. Záznam byl pomocí pěti projektorů promítán na speciální kulovitou

---

<sup>4</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A9orama>

plochu od Ralpa Walkera, obklopující čtyři školené letce. Záznam zachycoval 150° horizontálně a 75° vertikálně. Letcům se zároveň kvůli co nejvyššímu přiblížení realitě do sluchátek pouštěl audio záznam, přenášely vibrace přes makety zbraní a počítalo skóre úspěšnosti zásahů.

Waller byl zároveň autorem dalšího systému širokoúhlého promítání díky sbírce projektorů, spolu se speciálním systémem audiotechniky, tentokrát určeného pro zábavu – Cinerama (v 50. letech 20. století).



*Cinerama Freda Wallera*<sup>5</sup>

V dnešní době se můžeme s velkými 180° projekcemi nejčastěji setkat např. v planetáriích, jednotlivec si může 360° obraz vychutnat pomocí VR zařízení, které mohlo vzniknout díky příchodu digitální revoluce.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> <https://mediartinnovation.com/2014/05/21/fred-waller-cinerama-1950/>

<sup>6</sup> Tricart, Celine (2018). Virtual Reality Filmmaking: Techniques & Best Practices for VR Filmmakers.

## 2.2. Technický princip projekce 360°

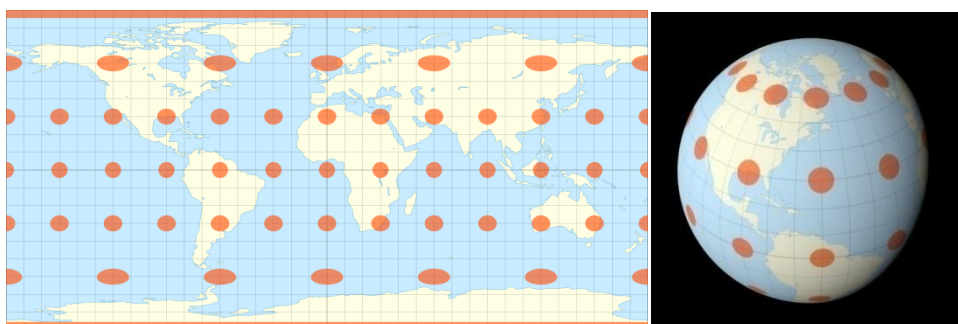
V dnešní době se setkáváme se dvěma druhy 360° projekce: 2D (monoskopickou) a takzvanou 3D (stereoskopickou) projekcí. Zatímco u monoskopické vidíme pouze plochu, u stereoskopické projekce užíváme binokulární vidění a vnímáme tak hloubku a vzdálenosti mezi objekty ve scéně. Tato práce je vzhledem k omezenému rozsahu zaměřená pouze na 2D 360° stupňovou projekci. U této projekce se hloubka a prostor buduje podobně jako u klasické kinematografie.

### 2.2.1. 360° virtuální projekční plátno

Technicky se vždy do zobrazovacího zařízení přenáší obraz celého pomyslného kulového plátna obklopujícího diváka, aby reakce zobrazení byla okamžitá a divák tak měl kvalitní zážitek. Avšak v dnešní době neumíme fyzicky vyrábět kulový digitální obraz, a tak se do zobrazovacího zařízení přenáší klasické dvojrozměrné video, které je popsáno počtem pixelů na řádek a počtem řádků. Toto video je následně upraveno zobrazovacím zařízením tak, aby vznikla správná iluze kulové projekce. K tomu se užívá takzvaná Ekvidistantní válcová projekce.

#### Ekvidistantní válcová projekce (sférický obraz)

Ekvidistantní válcová projekce je princip, který byl zaveden v kartografii. Tento princip nám slouží ke konverzi koule na plošný obraz a zpět.<sup>7</sup> V zásadě jde o to, že se povrch na vrcholu a spodní části koule (v oblasti poledníků) při převodu na plošný obraz roztáhne, a tak se oblasti, které se nacházejí blíže horní a dolní straně obdélníku, jeví širší, než v oblasti u rovníku.

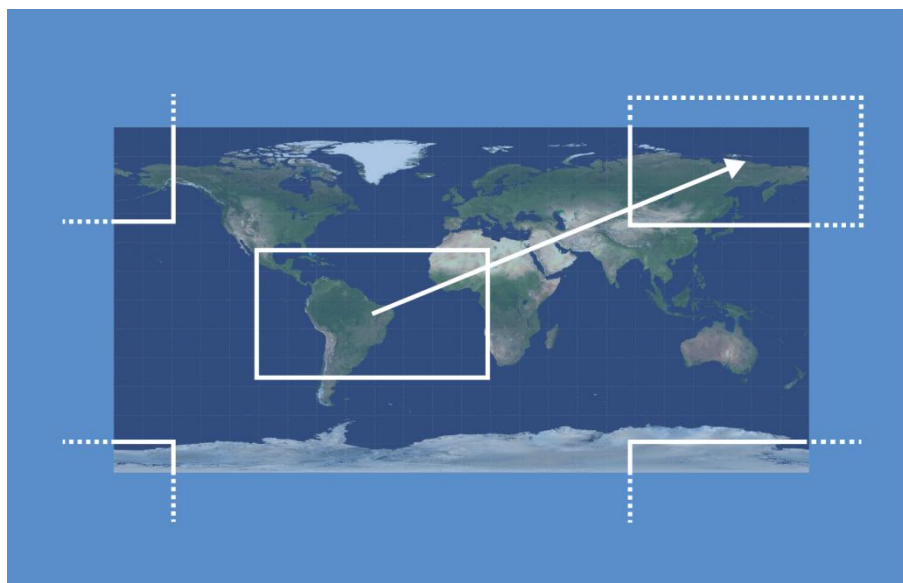


Ekvidistantní válcová projekce<sup>8</sup>

Pokud se divák dívá při otáčení hlavou s použitím headsetu nebo při otáčení zobrazovacího zařízení, výřez se přesouvá po plátně. Samo zobrazovací zařízení zajišťuje, aby se plátno, které je ve tvaru obdélníku, při projekci chovalo jako kulový objekt. Čili když pozorovatel dojde například na levý okraj plátna a překročí ho, tak hned zařízení musí přilepit k hranici pravý okraj plátna. A přitom ještě obraz přepočítává dle principů ekvidistantní válcové projekce. Vznikne tak nekonečná smyčka, která takto funguje do všech stran, a tudíž hovoříme o kulovém plátnu.

<sup>7</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Equirectangular\\_projection](https://en.wikipedia.org/wiki/Equirectangular_projection)

<sup>8</sup><https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/#360-video-single>



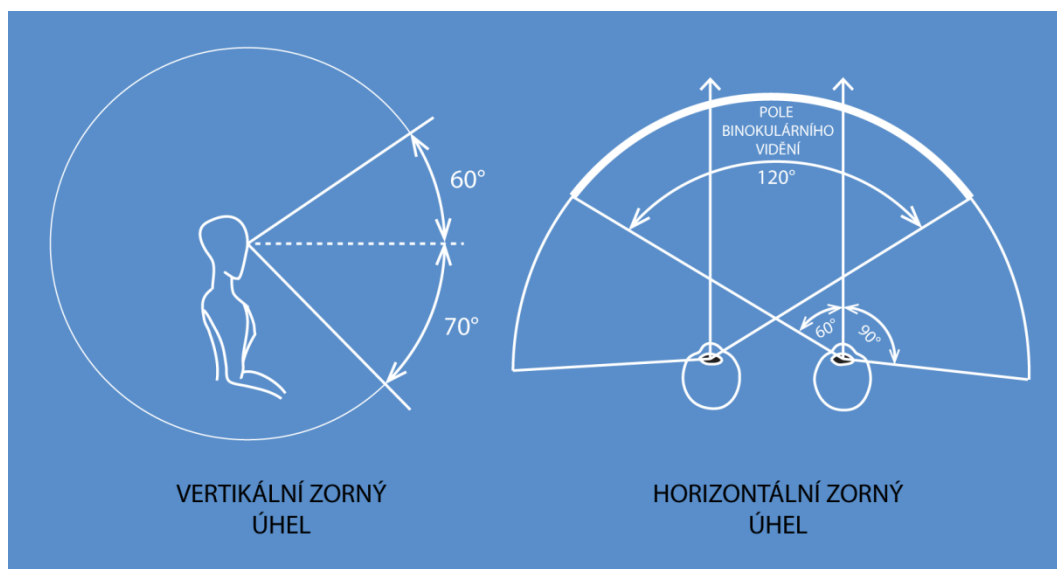
Posun výřezu

### 2.2.2. Zorné pole, výřez

Zorné pole člověka, kde máme největší pozornost, je dáno zornými úhly pro binokulární vidění ve vodorovné rovině okolo  $120^\circ$  a ve svislé rovině okolo  $130^\circ$ .<sup>9</sup> Divák se tak u projekce  $360^\circ$  obrazu dívá jen na výřez, který je dán jeho zorným polem. Autor může použít i jinou velikost výřezu, než která je ekvivalentní fyziologickému rozsahu lidského zraku, a využít tohoto efektu ke stylizačním a emočním účinkům na diváka. Například zvětšení výřezu je ekvivalent použití objektivu s menší ohniskovou vzdáleností oproti normálnímu objektivu k danému formátu při natáčení klasického filmu - vytvoří se tak iluze většího prostoru. Avšak v těchto případech je potřeba zohlednit přirozené percepční funkce diváka. Například při použití headsetu, dívá-li se pozorovatel na  $360^\circ$  video s větším výřezem a otočí hlavou, oči vidí obraz posunující se pomaleji, než by divák standardně v reálné situaci viděl. Mozek diváka je pak zmatený těmito konfliktními signály a s největší pravděpodobností způsobí nevolnost či závrať.

---

<sup>9</sup>[https://www.wikiskripta.eu/w/Perimetrie\\_\(2.\\_LF\\_UK\)](https://www.wikiskripta.eu/w/Perimetrie_(2._LF_UK))



**Zorné pole človeka**

Při projekci například na tabletu má pak velikost výřezu vliv na velikost koule, po které musí divák přesouvat zobrazovací zařízení, aby se mohl rozhlížet. Pokud autoři díla použijí příliš velký výřez, dojde k tomu, že se musí projekční zařízení držet na jednom místě a uživatel ho musí otáčet okolo os samotného zařízení. Divák tak běhá okolo zobrazovacího zařízení a prohlížení scény je zmatené. V opačné extrémní variantě musí divák chodit se zobrazovačem po velkém prostoru. Tudíž je velmi důležité optimalizovat velikost výřezu pro pozorování pomocí VR headsetu i ostatních zařízení tak, aby bylo pozorování divákovi příjemné - ovšem pokud autoři nechtějí výše popsaného účinku využít v dramaturgii díla.

### 2.2.3. Kvalita obrazu

Při sledování 360° videa nikdy nesledujete všechnen obsah, který je do projekčního zařízení posílán, což znamená, že toto klade vysoké nároky na datový tok a přitom se větší část přenášených dat nevyužije.

Například abyste mohli sledovat video ve full HD rozlišení (1920x1080), musíte do zařízení posílat cca 5,5K video. Někdo by mohl namítnout, že to je plýtvání - a plýtvání datovým tokem a kvalitou rozlišení to opravdu je. Avšak v současnosti to je jediný způsob, jak zpřístupnit fotorealistický obraz divákovi s minimálním zpožděním odezvy na jeho pohyb.

### 360° vs 180°

V dnešní době je 360 stupňové video masově podporováno především společností Google v aplikaci Youtube. Aby Google zpřístupnil zážitek z VR více lidem v této době demokratizace záznamové techniky, přichází s polovičním formátem (video 180°). Divák nemá možnost se



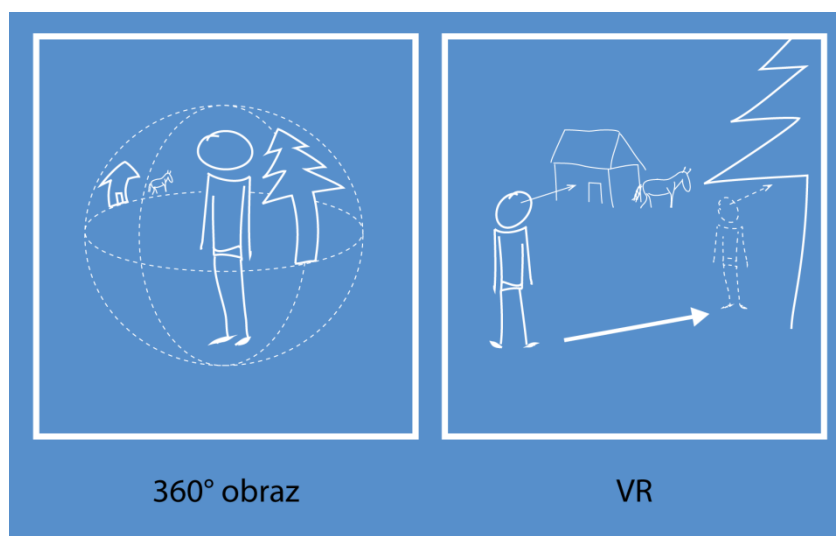
podívat za sebe, ovšem získává lepší kvalitu hlavního zorného pole. Další předností je jednodušší záznam tohoto obsahu pro většinu uživatelů.<sup>10</sup>

Velkou nevýhodou 360 stupňového videa je již zmíněný vysoký nárok na datový tok. Kromě toho vzniká mnoho problémů při samotném natáčení. 180° video tak řeší problém s datovým tokem a navíc zjednodušuje práci při natáčení. Tento zdánlivý krok zpět pak oživuje staré systémy Panoramy, Cykloramy a podobných projekcí.

Snížení těchto technických a výrobních nároků umožňuje, aby se tohoto formátu chopila hobby sféra. Je zde však několik předpokladů, že se tohoto formátu chopí i filmaři s ambicemi na tvorbu dramatických děl, protože se více blíží klasické projekci.

## 2.3. Vymezení 360° projekce a VR prostředí

360 stupňový obraz je chápán jako koule obklopující diváka, na kterou se promítá obraz. Pozorovatel se tak může rozhlížet úplně všude okolo sebe. U zobrazování virtuální reality je tomu trochu jinak. Rozdíl mezi virtuální realitou a prostou 360 stupňovou projekcí je, že osoba, která je ve virtuální realitě, se může pohybovat dle své vlastní vůle a pozorovat objekty obsažené v obraze z různých úhlů. Pozorovatel se tak de facto pohybuje v trojrozměrném prostředí. Ovšem u 360 stupňového videa je pozice kamery daná autorem obrazu a divák se tak může jen rozhlížet okolo sebe.



**Rozdíl mezi obrazem 360° a virtuální realitou**

Technicky je u VR obraz též promítán na pomyslnou kouli, ale pozorovatel si při každém pohybu v prostoru nese tuto kouli s sebou a dělá to, co dělal autor 360 stupňového obrazu při pořizování tohoto obrazu, když je kamera v pohybu.

<sup>10</sup><https://youtube.googleblog.com/2017/06/the-world-as-you-see-it-with-vr180.html>

360° obraz je tedy součástí virtuální reality, ale je představován jako druh svébytného formátu obrazu.

## 2.4. Kinetóza a komfort diváka

Při delším používání headsetu (déle jak 20 minut) se u diváků, kteří jsou náchylní, většinou dostaví únava nebo nevolnost, a divák si tak musí alespoň na chvíli odpočinout.<sup>11</sup>

Tato fyziologická reakce lidského organismu se nazývá kinetóza. Můžeme se setkat i s pojmy pohybová nevolnost, motion sickness, VR sickness, mořská nemoc a další.<sup>12</sup>

Principem tohoto stavu nevolnosti je zmatení percepčních signálů, v našem případě při vnímání pohybu. Tato nevolnost se dostavuje například i u jízdy automobilem či u plavby na moři. U sledování 360° videa za pomoci VR headsetu může být příčin kinetózy několik. V zásadě jde o to stejné: očím podsouváme nějaký obraz a zbytek těla prožívá něco jiného, než je vnímáno v obraze. V tomto konkrétním případě oči vnímají pohyb a tělo je v klidu. Divákův mozek je pak zmatený a dostaví se nevolnost. Čili jde především o konflikt mezi vestibulárním systémem (tělisko ve vnitřním uchu určující polohu těla) a vizuálním vjemem.

Hlavními příčinami kinetózy u sledování 360° videa je tak přílišný pohyb kamery a poté zpoždění vykreslování obrazu oproti pohybu otočení hlavy diváka. První případ budu ještě rozebírat dále v tomto textu. Druhý případ zpoždění obrazu je zapříčiněn technickým zpracováním levnějších projekčních zařízení. Obraz by měl být promítán vyšším počtem obrázků za vteřinu, jinak se po chvíli sledování u diváka dostaví únava a nevolnost (u VR je standardní 90fps a více, ale u sledování videa z mé zkušenosti stačí 60fps a více).

Je nasnadě se domnívat, že když se člověk, lépe řečeno jeho mozek, běžně naučí chodit a pohybovat se v reálném světě – bude se moci naučit užívání headsetu tak, aby to pro něho bylo komfortní. To ale ukáže čas, zda budou lidé ochotni se tomu učit nebo zda vývojáři standardizují projekční prostředky tak, aby divák mohl obsah sledovat neomezenou dobu.

Výrazné většiny negativní fyziologické odezvy se zbavíte, když se při tvoření rozhodnete pro statickou kameru. Použití této metody je zcela standardní a funkční a nikterak neubírá na zážitku z projekce. Dále byste měli zaručit, aby se video promítalo alespoň 60fps – to však neznamená, že musíte video natáčet v těchto snímkových frekvencích. Je to podobné, jako je to u klasického kina, kde se natáčí 24fps a promítá se 48fps.

---

<sup>11</sup><https://blog.prototypr.io/designing-for-vr-a-beginners-guide-d2fe37902146>

<sup>12</sup> <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kinet%C3%B3za>

Tvůrci těchto videí by měli brát v potaz anatomickou a fyziologickou konstrukci člověka a umisťovat důležité objekty svých děl v komfortních zónách diváka. A také tyto zóny kreativně využívat při dramatické práci.



Schéma komfortních rozhlížecích zón

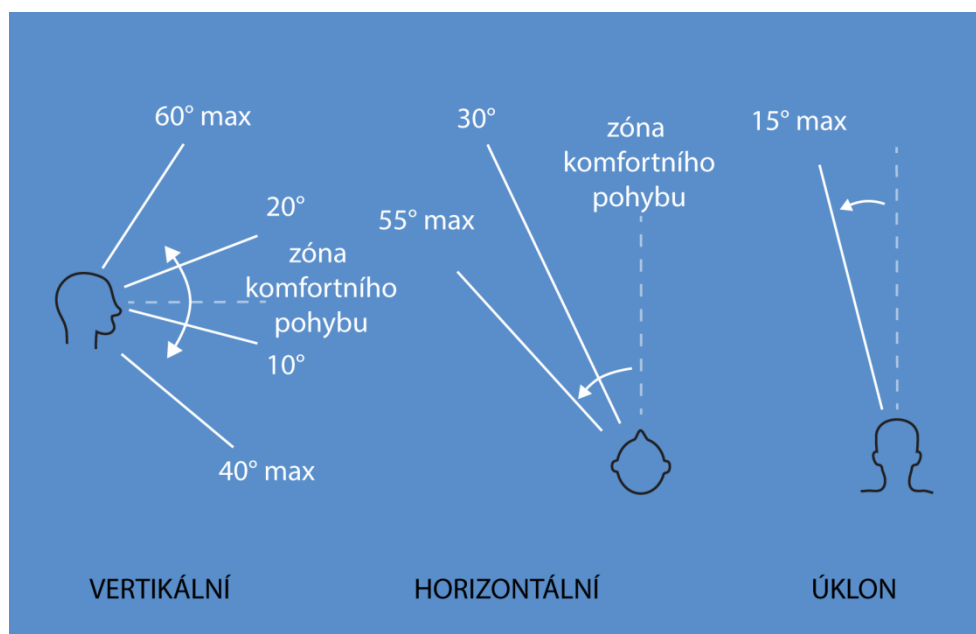


Schéma komfortního pohybu hlavy <sup>13</sup>

<sup>13</sup> <https://blog.prototypr.io/designing-for-vr-a-beginners-guide-d2fe37902146>

## 3. Princip snímání 360°

### 3.1. Kamerový systém a jeho vlastnosti

Principem kamery 360° je, že obsahuje minimálně dvě klasické kamery s extrémně širokouhlou optickou soustavou, aby pokryla co největší prostor okolo sebe. Pro 360° kamery zde definuji označení kamerový systém, které vnímám jako přesnější pojmenování. S rostoucím počtem klasických kamer v kamerovém systému pak narůstá i kvalita obrazu, celkové pokrytí scény a vylepšení stitchingu [3.1.1].

Nezákladnější rozdělení těchto systémů je dle způsobu rigování kamer, čili jestli je systém kompaktní nebo je složen z více již kompaktních kamer.<sup>14</sup>



Rigový systém (vlevo) a kompaktní systém (vpravo) <sup>15</sup>

Na trhu i v dílnách vývojářů můžeme nalézt nepřeborné množství variant řešení. Kromě statického uchycení na stativ můžeme pracovat s uchycením na hlavu člověka nebo ve spojení s drony. Důležitým faktorem je pak umístění samotných kamer. Například u dronu se vyplatí objektivy předsadit před vrtule, aby nebyly v záběru a dostali jsme tak čistý obraz - pokud však autoři nepoužijí vrtule v dramaturgické konstrukci díla.

---

<sup>14</sup><https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/>

<sup>15</sup><https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/>



**Rig pro snímání z pohledu osoby, dron s předsazenými kamerami<sup>16</sup>**

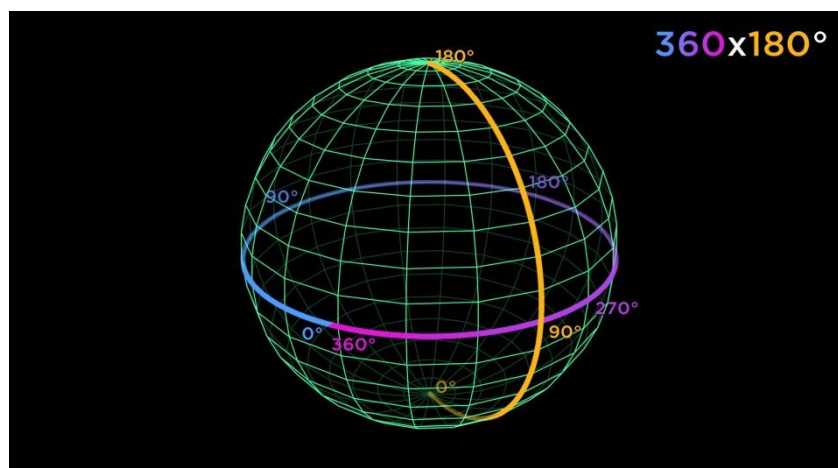
Dalším kritériem je, zda systém umí vytvářet stereoskopický obraz. U těchto systémů však není nutností, aby měl dva objektivy vedle sebe, jak to známe ze systému pro záznam stereoskopického obrazu. Stačí mít v systému 6 a více kamer, ideálně rozložené a opatřené extrémně širokoúhlým objektivem. Stereoskopický obraz je následně dopočítán v postprodukčním procesu. Je též nutné pořizovat záznam dle principů záznamu stereoskopického obrazu, jenž je samostatným tématem nad rámec této práce. Monoskopický obraz nabízí vyšší rozlišení a kvalitu obrazu.

V dnešní době se nedá říci, co je standard, ale na semiprofesionální úrovni se co do četnosti užívají systémy s 6 - 8 kamerami. V profesionální sféře, kde chtějí tvůrci docílit co nejkvalitnějšího výsledku, se můžeme setkat například až se 42 kamerami v kamerovém systému. Čím více kamer v systému máte, tím menší je potřeba používat extrémně širokých objektivů. Potlačíte tím i optické vady, jelikož při sešívání použijete menší výřez obrazu. Na druhou stranu vám nabývá více obrazových dat a máte větší práci se synchronizací kamer. Pokud používáte systém vystavený na rigu, zvyšují se i nároky na přesnost umístění jednotlivých kamer. V dnešní době je mnoho výrobců, kteří začali vyrábět kompaktní systémy, které většinou spadají svou kvalitou obrazu do semiprofesionální třídy, ale odpadají zde problémy s nastavováním rigu a synchronizací jednotlivých kamer.

Dalším rozdělením systémů je rozdělení dle pokrytí snímané skutečnosti. Máme tedy systémy kulové, které nám pokryjí 360°x180° skutečnosti, čili celou skutečnost včetně zenitu a dna scény. Dále máme systémy částečné (360°x140°) a válcové (360°x120°), kde umístěné kamery pokrývají jen výřez skutečnosti.

---

<sup>16</sup><https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/>



### Kulové pokrytí<sup>17</sup>

Válcové systémy jsou vhodné na klidné scény, jako je například prohlídka galerií, kde pro vás není priorita věrně nasnímat strop nebo parkety. U těchto scén totiž předpokládáte, že se divák bude více zajímat o obrazy na stěnách. Obraz stropu a podlahy si poté můžete nasnímat zvlášť a v postprodukci jej implantovat. Rig s částečným pokrytím nejčastěji snímá i zenit - čili jde o válcový rig doplněný o kameru či kamery, které jsou namířeny nahoru. Kulový záznam je pak vhodný u dynamických scén, kde je více objektů k pozorování, které se v rámci vnitrozáběrové montáže (mizanscény) dostanou i pod nebo nad kameru.

---

<sup>17</sup><https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/#360-video-single>



video rig s plným kulovým pokrytím  
(pokrytí 360x180°)



videorig s částečným pokrytím (beze dna)  
(pokrytí 360x140°)



válcový video rig  
(běžné pokrytí 360x120°)



válcový video rig s parabolickým zrcadlem  
(běžné pokrytí 360x80°)



video rig s optikou rybí oko  
(běžné pokrytí 360x110°)  
(obrázek z jednoho objektivu rybí oko 220°)

---

**Přehled výstupů z monoskopických rigů 360°<sup>18</sup>**

---

<sup>18</sup><https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/>

### 3.1.1. Optika - Fisheye

Pokud máme kamery se snímacím čipem, který má vysoké rozlišení, je výhodné užít takzvaného rybího oka (Fisheye). V případě, že použijeme tohoto extrémního objektivu, můžeme použít méně kamer. Tím pádem je menší nebezpečí, že se budou při postprodukci bortit stichovací švy. Další výhodou je, že se herci nebo jiné objekty mohou přiblížit blíže kameře, aniž by narušili šev.



Salvador Dali at a book signing, od Philippe Halsman, 1963 <sup>19</sup>

Pokud užijeme méně širokoúhlých objektivů, potřebujeme pro pokrytí skutečnosti více kamer v systému. To nám může přinést lepší kvalitu obrazu, ale kvůli nárůstu jednotlivých kamer v rigu musíme počítat i s větší finanční i technickou náročností. Rybí oko má tedy oproti normálním objektivům své výhody, ale má i své nevýhody, což může být prostorové zkreslení obrazu, vinětace a barevné aberace po okrajích objektivu. Bohužel se též na extrémně široké objektivy špatně instalují například ND filtry. Obě dvě metody tedy přinášejí do postprodukce zejména do stitchingu problémy, které je poté nutné opravovat. Musíme tedy hledat rovnováhu pozitiv a negativ v rámci projektu.

<sup>19</sup> <https://www.wikiart.org/en/philippe-halsman/salvador-dali-book-signing-1963>





**Rybí oko - Nikon 1 V1<sup>20</sup>**

Další možností optického členu je použití jen jedné kamery s normálním objektivem v kombinaci s parabolickým zrcadlem. Tato metoda má nespornou výhodu v tom, že potřebujeme kamerový systém jen o jedné kameře, ovšem toto řešení neumožňuje tak velké pokrytí scény jako ostatní systémy.



**Parabolické zrcadlo<sup>21</sup>**

---

<sup>20</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Fisheye\\_lens](https://en.wikipedia.org/wiki/Fisheye_lens)

<sup>21</sup><https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/>

## 3.2. Pohybovat či nepohybovat - toť otázka

Rozhodnutí, zda při snímání použijete pohyb kamery či nikoli, je při tvorbě 360° videa velmi zásadní okamžik. Jakmile se kamera pohybuje a divák při projekci sedí nebo stojí (což bude v drtivém množství případů), autor riskuje zmatení divákova mozku při zpracování percepčních signálů a při nepromyšleném přístupu zanedlouho divák dostane závrať. (Sám jsem tento stav zažil - skončil cestou po čtyřech na čerstvý vzduch.) Na druhou stranu pohyb přináší další rozměr zážitku z pozorování takového videa.

Zvolení statické kamery nebo kamery uchycené k objektu, kde se odehrává hlavní dění v obraze (jako je například automobil), je volba pragmatická. Divák, který se na toto video dívá, je v klidu a nedostane závrať (tu dostat může, ale spíš z jiných důvodů, než je pohyb kamery při natáčení). Tato volba také znamená lepší práci se stitchingovými švy. Statickou kamerou si tedy v mnohém ulehčíte práci a divák ocení, že je kamera statická.

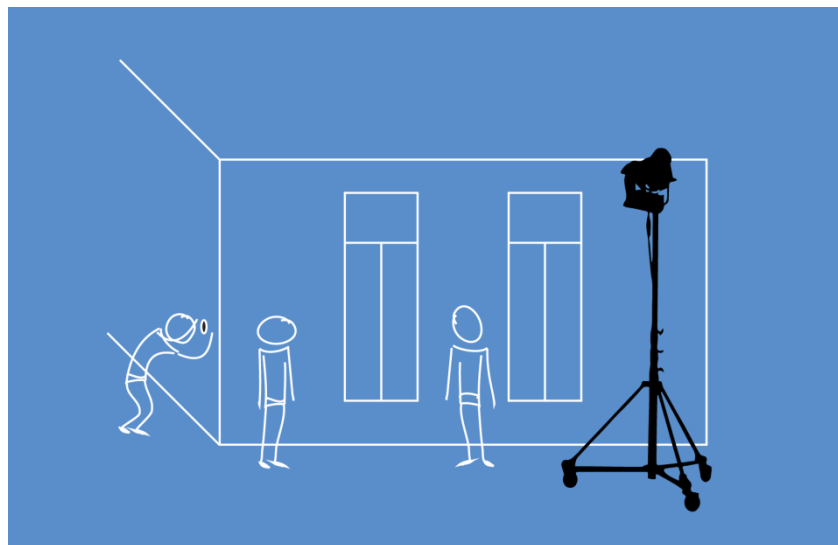
Při natáčení s pohybující se kamerou se zesložití vnitrozáběrová montáž, bude větší práce se stitchingem. U pohybu se více projevují švy a tak je zde větší riziko, že se ztratí kouzlo imerze.

Je nutné poznamenat, že každý člověk je jiný a každý bude mít jinou odezvu. Každý kamerový systém bude též odlišný, čili není jediný recept na správný pohyb kamery. Je třeba před ostrým natáčením vše řádně otestovat a vyzkoušet si projekci na několika divácích. Zde je nicméně pár rad, které mohou napomoci ke zmírnění nebo odstranění rizika vzniku závratě u diváka nebo problémů se stitchingem:

- nenechte diváka koukat na příliš dlouhý, dynamicky se pohybující záběr;
- neměňte dramaticky směr pohybu kamery; nejhorší je, když kamera neustále mění směr dopředu a dozadu;
- vyvarujte se, pokud možno, couvání kamery v souvislosti s akcí ve scéně;
- snažte se kamerou pohybovat vodorovně; klesání a stoupání provádějte s citem a úmyslně;
- divákovi velmi pomáhá, když je v obraze minimálně jeden statický objekt vůči kameře, který mu nabídne, jak se říká, půdu pod nohama (například korba automobilu);
- žádný pohybující se objekt vůči kameře se nesmí dostat do ochranné stitchovací zóny, která je cca 1,8 m od kamery; každý kamerový systém to má nicméně jinak;
- používejte kamerové systémy využívající optiky rybího oka; tyto systémy mají většinou větší překrytí zdrojového obrazu a můžete si dovolit více narušit ochrannou zónu;
- pro stabilizaci použijte tříosového gyroskopu nebo jiných aktivních stabilizačních zařízení. Některé kompaktní kamery již částečnou stabilizaci obsahují;
- pro hladký pohyb použijte vhodné zařízení: motorový vozík na dálkové ovládání, jízdu na kolejkách, či dron. Většina dostupných kamerových systémů ovšem tato pohybová zařízení vidí, proto je buď musíte ospravedlnit v dramaturgii díla nebo je nějak pracně zamaskovat či vyretušovat.

### 3.1. Organizace při natáčení

Při natáčení klasického filmu se mimo obrazový rám většinou nalézá velké množství kamerové a osvětlovací techniky, mnoho lidí ze štábu, atd. Pro nezúčastněného pozorovatele se tak mnohdy naskytne humorná situace, kdy padesátičlenný štáb točí se spoustou světel malý detail uprostřed velkého ateliéru. Toto bohužel při natáčení 360° filmu nelze - vše okolo kamery je vidět. Tudíž to od autorů vyžaduje sofistikovaný přístup. Vše, co nepatří do scény, musí být schováno. Pokud do natáčení přidáte ještě pohyb kamery, vše se ještě komplikuje. Pak je výhodné ze štábu udělat součást scény - obléci je do kostýmu a dát jim jednoduché herecké úkoly na úrovni komparzu.



**Štáb schovaný za dekorací**

Kameramanská práce je z velké části o práci se světlem. 360° záznam tuto práci neulehčuje, ba naopak. Kameraman se vždy snaží v díle vytvořit adekvátní atmosféru, která je většinou v opačném směru snímání zcela znehodnocena. Práce s tímto médiem tak klade na kameramana nové, přísnější nároky na svícení, jelikož kamera v jeden okamžik vidí i dozadu. Jedním elegantním řešením je přistoupit na estetiku dokumentárního svícení za použití practical lights (světla viděna přímo ve scéně, například lampička u postele). Tomuto typu svícení nám nyní naštěstí napomáhají kamery s velkým dynamickým rozsahem. Naneštěstí většina semiprofesionálních 360° kamerových systémů má rozsah okolo šesti clon, což je podobné jako u filmové suroviny, čili nám to nenabízí příliš velkou schopnost vyrovnání se kontrastními scénami. Při volbě přístupu ke svícení máte dvě základní možnosti: postavit si rig a osadit ho kamerami, které mají velký rozsah clon (v dnešní době to je cca 15 clon) nebo precizně světelně vyladíte natáčenou scénu, u které musíte počítat s více směry pohledů. Ještě je zde možnost přistoupit k dílu zcela trikově a prostor si rozdělit do několika částí. Při samotném natáčení tak máte světelný park přímo v záběru. Tyto části poté nahradíte stejnou částí scény, avšak bez světel po přestěhování světelného setu. Tento přístup je nejnáročnější na celkovou přípravu a zcela se rovná trikovému filmu.

To vše klade velké požadavky na organizaci štábu a celkovou náročnost na výrobní schéma.

### 3.1.1. Stitching a jeho příprava

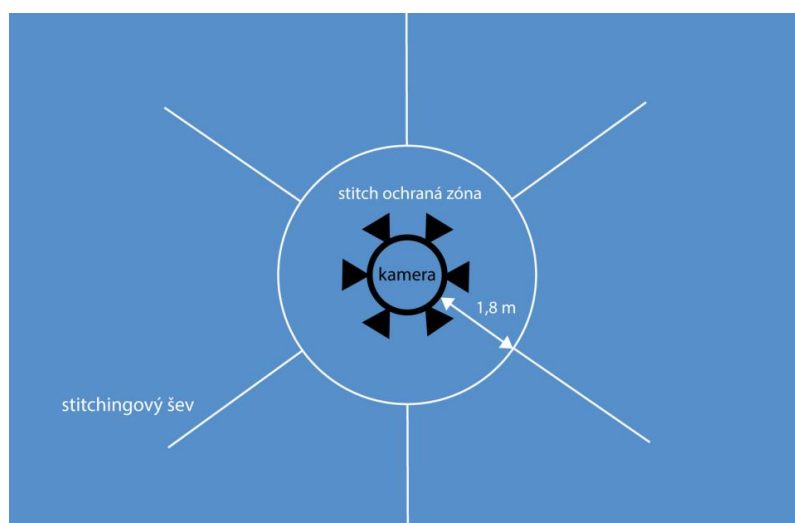
Stitching je z anglického slova sešívání. Jedná se o činnost skládání obrazů z jednotlivých kamer do jednoho celistvého obrazu. Toto slovo se pro tuto činnost ujalo i u nás, proto jej používám i v tomto textu.

Veškerá iluze 360 stupňového obrazu stojí a padá na kvalitně provedeném stitchingu. Je to sice postprodukční úkon, ale pokud je samotný záznam proveden nedobře nebo nepromyšleně, tak poté kvalitní stitching nelze udělat.

Nejlépe je švy schovávat v podobně vypadajících jednolitých plochách nebo ve stínech. Nejvíce se švy projevují na texturách se vzorem a na pohybujících se objektech jako je například procházející figura. Na šev se nejvíc upozorní, stojí-li objekt, který se mírně pohybuje, relativně blízko kamery přesně mezi objektivy kamerového systému.

Zde nabízím několik nápadů, jak přizpůsobit scénu, aby proběhl stitching v postprodukcí bez větších problémů. Doporučuji však takzvané stitch zóny u každého kamerového systému i s následnou postprodukcí otestovat před natáčením.

- orientujte kamerový systém tak, aby stinné nebo jednolité prostory scény byly naproti bodům na kameře mezi objektivy;
- držte postavy v sektorech naproti objektivům kamerového systému. Můžete si pomoci natažením provázků od kamery přesně v místě švu, které účastníci scény nepřekračují. Pokud musí postava sektory překračovat, ať to dělá dále od kamery;
- objekty ve scéně nesmí narušit cca 1,8 m velkou ochranou zónu okolo kamery. V některých případech se může například herec přiblížit blíže, ale musí to udělat jen naproti objektivu. Zde je výhodou použít v kamerovém systému extrémně širokých objektivů (fisheye).



Floorplanscény u šestiobjektivového kamerového systému

Dále bych ještě doporučil pořídít záznam míst v obraze, bez 360° systému, kde potřebujete skrýt například stín, který vrhá kamera, nebo oblasti, kde je vidět stativ. Tyto takzvané "plates"<sup>22</sup> se poté budou hodit v postprodukcí k retuším a doplněním obrazu v procesu compositingu.

## 4. Postprodukce

V běžném workflow kamerové systémy 360° vytvoří minimálně tolik video streamů, kolik je kamer v systému. Čili pokud natáčíte šestikamerovým systémem, tak získáte šest samostatných videí. Některé systémy dále mohou vytvářet soubory s pomocnými metadaty a rovnou vytvoří rychlý stichovaný náhled.

Tato videa následně spojujeme dohromady procesem zvaným stichování neboli česky sešívání. Nyní si můžeme vybrat z mnoha postupů a softwarových variant. Jsou dostupná i hardwarová řešení, která jsou většinou implementována přímo v kompaktních kamerových systémech. Samostatných softwarů nebo pluginů do stříhacích programů je již celá řada. Použít můžete například tyto:

- Nuke (The Foundry)
- Fusion (BlackMagic Design)
- VideoStitch Studio
- Kolor Autopano
- Insta360 Stitcher
- StereoStitch

Pokud projekt již další úpravy nevyžaduje, můžete po stichování rovnou přistoupit k publikaci díla. Ale u sofistikovanějších projektů nastává další sada úprav.

U náročnějších projektů se po stichování přistupuje k dalšímu zpracování v rámci compositingu. V obraze se provádí retuše a doplňují se oblasti obrazu, které byly dodatečně pořízeny - ať z důvodu již zmíněné retuše nebo rozšíření nasnímaného obrazu (například podlaha nebo odraz v zrcadle). K tomuto účelu se dá využít programů Adobe After Effects, Nuke a dalších. S obrazem se dá nakládat jako s klasickým filmovým procesem. Vkládat se dají počítačem generované objekty i klíčované scény. Práce s 3D objekty se pak provádí například v programu Maya a ve vývojářském prostředí Unity.

Další úpravou obrazu je vkládání titulků a grafiky. Těchto obrazových fragmentů se spíše užívá ve výukových dílech, ale v dnešní době se tyto metody objevují i například v hrané audiovizuální tvorbě. Vzpomeňme například televizní sérii Sherlock Holmes nebo dílo Ondřeje Hudečka Furiant. Tyto prvky v 360° díle mohou u diváka působit větším dojmem interaktivity, pokud je to žádáno. Těchto prostředků se dá i použít v dramatické tvorbě k vedení diváka ve scéně.

---

<sup>22</sup> Plates - v kontextu filmové výroby - plochy/povrchy; jsou to obrazy, které jsou nasnímané pro následné složení těchto ploch do jednoho obrazu v procesu compositingu.

## 4.1. Stitching

Samotné sešívání alias stitching u 360°obrazu lze provést několika způsoby (zcela manuálně nebo automaticky), ale v principu jde stále o to stejné. Dáváte dohromady jeden celkový velký obraz z více menších obrazů. Záleží jen na projektu a vašich možnostech, kolik takových zdrojových obrazů budete mít. Vysvětleme si princip stitchingu na následujícím příkladu tvorby 180° obrazu z neúplné krychle.

Točili jsme kamerovým systémem osazeným pěti kamerami . Dostali jsme obraz pravé, levé, přední a zadní strany a dále pak zenitu (stropu). Pomocí softwaru či pluginu z něj poté vytvoříte obraz pro Fulldome projekci.

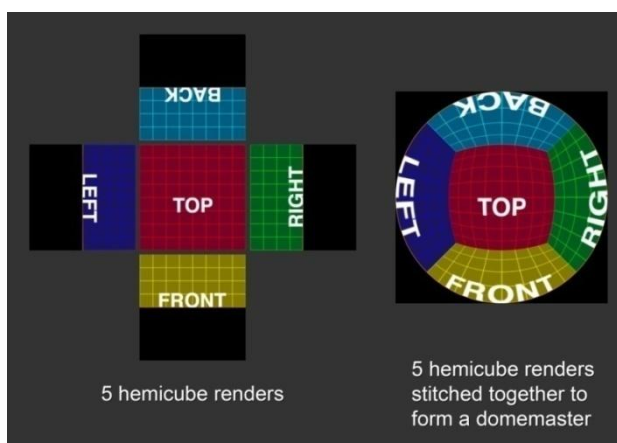
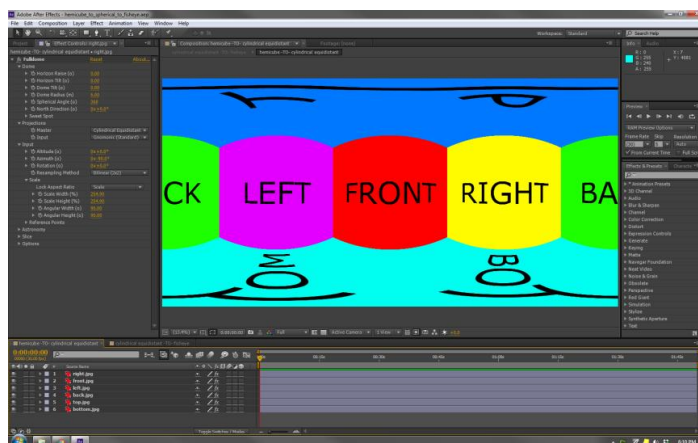


Schéma skládání obrazu do rybího oka <sup>23</sup>

Pro potřeby sférické projekce je princip podobný. V tomto příkladu sešíváme šest zdrojových obrazů za pomoci pluginu Navegar Fulldome v aplikaci After Effects .



Skládání obrazu do sférického tvaru. <sup>24</sup>

<sup>23</sup> <https://thefulldomeblog.com/2013/07/23/stitching-hemicube-renders-into-a-domemaster/>

<sup>24</sup> <https://thefulldomeblog.com/2013/07/23/stitching-hemicube-renders-into-a-domemaster/>

## 5. Kamerový test

K mému kamerovému testu jsem měl možnost použít 360° kamerový systém Insta360 Pro. Jde o kompaktní systém osazený šesti kamerami po vodorovném obvodu kulovitého těla. Záznamové čipy jsou vybaveny optikou typu rybí oko o světelnosti 2.4 F-stop. Výrobce uvádí, že každý objektiv má pokrytí 200°, tudíž má kamera pokrytí jak na zenitu, tak i na dnu. Kamera dokáže sama vytvářet v reálném čase stichované video v rozlišení 4K a dokáže zhotovit podklady pro tvorbu 8K videa v postprodukcii.

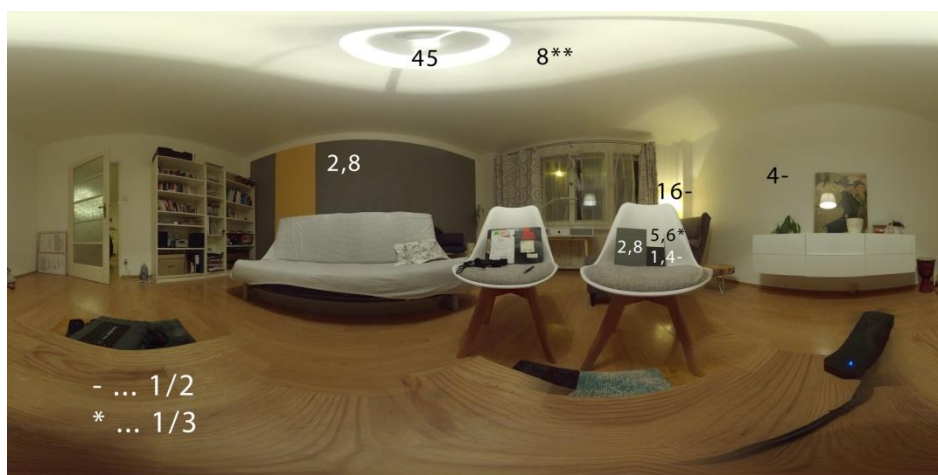


Testovaná kamera Insta360 Pro<sup>25</sup>

Výrobce vyřešil mnoho problémů, které mohou na autora čekat zejména při použití kamerového systému složeného z nezávislých kamer na rigu. Bohužel však kamera snímá jen 8-bit video v kodeku H264, čímž je omezena práce s případnými barevnými korekcemi oproti kamerám s vyšším dynamickým rozsahem. Z mého testování dynamického rozsahu bylo potvrzeno, že kamera má rozsah 5 clon (EV čísel). Řadím tak toto zařízení spíše do kategorie semiprofesionální.

---

<sup>25</sup><https://www.insta360.com/product/insta360-pro/>

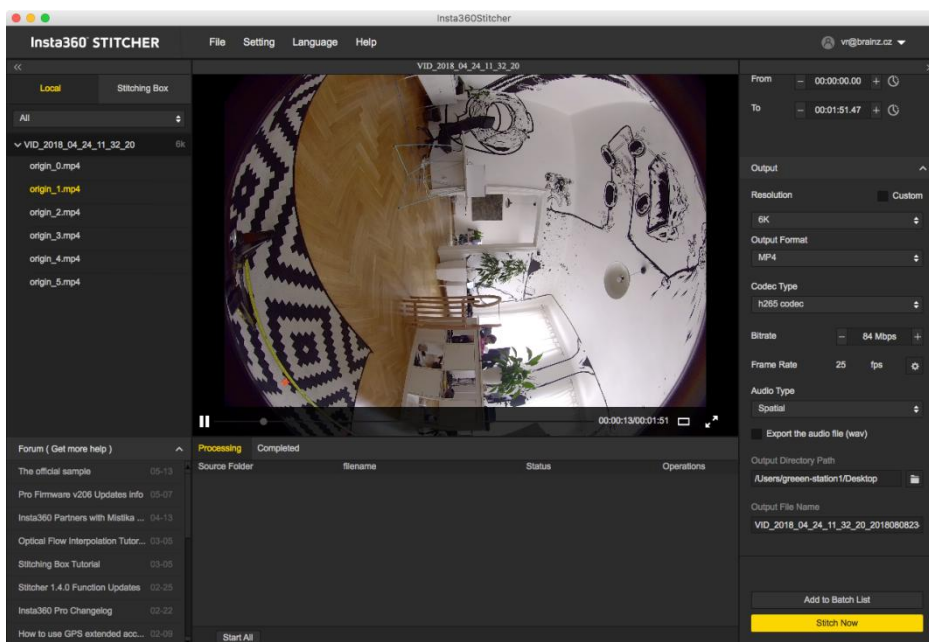


### Test jasového rozsahu kamery Insta360 Pro

Testy ukázaly, že v modu záznamu pro 8K video není výstup tak kvalitní, jak bychom očekávali, i když kamera obsahuje sadu snímacích čipů s vysokým rozlišením (3840x2160px). Zařízení má totiž jen jedno úložiště dat pro všech šest kamer– dochází tak k umělému zaškrcení datového toku, u kterého se musí zvýšit komprese a nastává tak zhoršení kvality obrazu. Pro kvalitnější obraz je lepší natáčet v modu pro 6K.

Ostatními funkcemi, které zmenšují pozdější postprodukční příkoří, je zabudovaná gyroskopická stabilizace a synchronizace kamer.

Velkou výhodou této kamery je, že výrobci dodávají ke kameře celé základní postprodukční workflow. Tudiž kamera ve spojení se stichovacím programem Insta360ProSTITCHER umožní velmi snadnou výrobu 360° obrazu s dobrým výsledkem.



### Stichovací program Insta360 Pro



## 6. Možnosti uplatnění formátu 360°

360° obraz v poslední době vzbuzuje velké nadšení. Již dříve byl 360° obraz používán k prezentacím a prohlídkám ve speciálních aplikacích, v opravdu masové míře se však začal používat, když webová firma Google představila světu rozšíření aplikace Googlemaps o modul Streetview, kde si uživatel může prohlédnout silnice a ulice v mnoha částech světa. Hned na to implementovala i prohlídky muzeí a jiných významných míst. Krátce poté firma Google následovaná Facebookem a Vimeem umožnila svým uživatelům sdílet a nahrávat 360° videa v jejich video přehrávači. Ve světě virtuální reality je třeba zmínit Jaunt a Transport. Nejvíce se tak 360° obraz nyní smysluplně využívá k virtuálním prohlídkám a k prezentacím. Stále je toto médium považováno spíše za atrakci nebo za praktický nástroj, což určuje obsah většiny děl.

### 6.1. Aplikace v dramatickém umění

Užití 360°obrazu (zejména videa) pro dramatická díla je to, co by mělo nás jako tvůrce zajímat nejvíce. Divákům je dostupné velké množství virálních videí s různým druhem product placementu, propagačních videí a prohlídek. Bohužel děl s ryze dramaticko-filmovým přístupem není příliš a ty kvalitnější jsou zatím jen ojedinělé kusy. Někde mezi 360° filmem a již zmiňovanou prohlídkou například galerie je jakýsi reportážní záznam divadelní hry nebo hudebního koncertu. Tento formát je jako stvořený pro netradiční sledování těchto produkcí, obzvláště, pokud je projekce vybavena o jednoduché VR prvky a můžete se přepínat mezi kamerami. Bohužel takto užitá kamera je pořád jen prohlídka, ač je u záznamu divadelního představení přítomen dramatický obsah. Přesto jde o jakési nakročení k filmu. Pokud tvůrce 360° kameru využije s jistým záměrem v rámci dramatizace, jedná se o film či 360° inscenaci.

Již nyní se ukazuje, že klasická filmová řeč, která je většinou vystavěná na změnách relativních velikostí záběrů, není ve 360° snímání snadná. Ve formátu 360° je absence detailu a kameraman ztrácí nástroj záměrného výběru rámu obrazu - divák si po scéně může švenkovat, jak se mu zachce. Technika 360°a samotný princip záznamu jde tedy proti této filmové řeči, ale tvůrci již hledají cesty, jak dostat filmové vyprávěcí postupy do tohoto formátu.

Zcela základním a esenciálním přístupem je práce s vnitrozáběrovou montáží. Je pravdou, že divák se může koukat všude, ale autor může upoutat divákovu pozornost a tak ho po scéně vést. Podobného principu upoutání pozornosti musí využívat i filmař například v IMAXu a nebo i iluzionista při jeho show. Absence detailu pak musí být též kompenzována vnitrozáběrovou montáží, kdy musí herci přijít blíže kameře, abychom mohli přečíst jejich emoci nebo abychom si prohlédli důležitou rekvizitu. Tento formát není tedy výzvou jen pro kameramany, aby vytvořili kvalitní atmosférický obraz, ale hlavně pro režiséry, kteří zde mohou rozjet svou hru filmové mizanscény.

360° plátno též nabízí další možnosti nové filmové řeči. Již bylo vyzkoušeno, že divák dokáže přistoupit na nástroj obraz v obraze (picture in picture) - tento postup nahrazuje například detail, či paralelní montáž v klasické filmové řeči. Též lze kreativně využít rozpůlení polokoule na dvě scény, kdy divákovu pozornost přehazujete z jedné scény do druhé a naopak - tento prvek lze například využít k dramatizaci nebo navození divákovy rozpolcenosti. V těchto případech získává ještě na větší důležitosti prostorový zvuk, který tak může napomoci k vedení divákovu pozornosti po scéně.

Zajímavou substitucí detailu je řešení v krátkém filmu *The Invisible Man*, kde se užívá digitálního přiblížení postav a rekvizit, které vlastně funguje na principu obraz v obraze. Tento postup by nejspíš v klasickém filmu neobstál, ale ve formátu 360° je to celkem funkční přístup. Bohužel však dle kvality rozlišení tohoto prvku je cítit, že tvůrci na tento postup přišli až v postprodukci.



Záběr z filmu "*The Invisible Man*"<sup>26</sup>

Film *The Invisible Man* je dle mě zdařilým 360° snímkem. Z mé analýzy obrazu vyplývá, že tvůrci snímali scénu jako 180° video, čili scénu svítili jako klasický film. Soudím tak z pozice lampy umístěné ve scéně, která je umístěna tak, že by sama o sobě nevytvořila výsledný světelný charakter na postavách. Celý 360° prostor je složen z několika povrchů, konkrétně v tomto případě z fotografií, jelikož chybí šum a na stěně za zády diváka se neprojektují stíny, které by tam měly například při příchodu nové postavy být. Strop je také přidán a nejspíš schovává světelný park. Tento fakt však neubírá na dobrém dojmu z tohoto díla, jelikož hlavní pozornost je směřována na hlavní scénu, kde se odehrává herecká akce.

Dalšími krátkými filmy přinášejícími nové postupy ve filmové řeči 360° jsou například: "*Parched*"; "*Hard world for small things*"; "*Internet Surfer*";

Zajímavým konceptem je natáčení v samotné virtuální realitě, kdy má kameraman k dispozici virtuální kameru a natáčí animovanou scénu. Ve videu 360° lze využít podobného principu, kdy

---

<sup>26</sup>

[https://www.youtube.com/watch?list=PLvwnHIPw6sfxsNU1FkIYjl\\_BjHQRD0si&time\\_continue=1&v=I\\_FUpUi2LBk](https://www.youtube.com/watch?list=PLvwnHIPw6sfxsNU1FkIYjl_BjHQRD0si&time_continue=1&v=I_FUpUi2LBk)

kameraman provádí záběrování prostřednictvím headsetu teprve až po stitchingu 360° zdrojového videa. Poté autoři dílo prezentují v klasickém filmovém formátu. Ukázkou této techniky je například satira divadla Vosto5 natočená Petrem Hanouskem "UVNITŘ SEKRETU 2 - Zemanův tým před 2. kolem prezidentské volby!".<sup>27</sup> Budoucností v rámci natáčecích postupů je natáčení přímo ve virtuální realitě. Scéna je nasnímaná systémem "volumetric capture"<sup>28</sup> a následně je v takto vzniklé virtuální scéně dále natáčeno virtuální kamerou. Vznikne tak záznam například pro klasické kino.

---

<sup>27</sup>

<https://www.facebook.com/Vosto5/videos/966569683507610/UzpfSTewMDAwNDUwODY1Mzc4Njo4OD EwNzgwODlwNTI0NzI/?q=VOSTO5%20politick%C3%A1>

<sup>28</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Volumetric\\_Video](https://en.wikipedia.org/wiki/Volumetric_Video)

## 7. Závěr

Je jisté, že lidé si s prvky jiné reality rádi hráli od nepaměti. Ve 20. století již bylo mnoho pokusů, jak tyto zážitky divákům zprostředkovat. Avšak nikdy jsme neměli dostatečně výkonnou techniku, aby se imerzivní projekce masově rozšířila mezi širokou veřejnost. Převážná většina lidí ve vyspělé části světa vlastní chytrý mobilní telefon, který se dá k účelům imerzivní projekce využít. Lze tedy tvrdit, že stojíme na počátku nové epochy lidské zábavy.

Tato práce odhaluje hlavní principy tvorby 360° videa, na které by se měl každý tvůrce zaměřit, a dotýká se hlavních problémových oblastí spojených s tímto formátem v dnešní době.

Mezi hlavní úskalí tvorby na profesionální úrovni patří technická náročnost samotného záznamu. Pokud se vydáme cestou rigovaných kamerových systémů, tak musíme počítat s technickou náročností nastavení celé sestavy. Je také potřeba věnovat nemalé úsilí i mnoho prostředků v postprodukcii, kde se k projektům musí přistupovat jako k trikovým filmům. Je kladen vysoký nárok na výpočetní sílu a datová úložiště. Pro jeden finální obraz ve vysokém rozlišení je třeba více zdrojových obrazů (video streamů) ve vyšším rozlišení.

Dalším úskalím je samotné natáčení, kdy autorům přibývají produkční problémy a složitější organizace práce. Jde o problémy typu výběr vhodných lokací, práce se světlem, práce s herci, práce se štábem, který nemá standardní zázemí a roli jako při klasickém natáčení. Při tvorbě filmových děl se tvůrci musí navíc potýkat s absencí klasické filmové řeči.

V neposlední řadě je potřeba vzít v potaz fakt, že při sledování 360° videa v headsetu se u diváků může dostavit pohybová nevolnost - kinetóza, které lze do určité míry předejít, avšak ne zcela. Každý člověk na tyto a podobné věci jako je jízda autem reaguje individuálně. Kinetóza tak trochu předurčuje délku těchto děl, do doby, kdy budou zařízení dokonalejší a diváci přivyknou tomuto způsobu projekce.

Role kameramana v 360° filmu, jako autora, je bohužel umenšena. Záběrování provádí sám divák, který je v ideálním případě promyšleně veden režisérem v rámci mizanscény. Využití pohybu je výrazně omezeno a světelné aranže jsou ze své podstaty v části obrazu nedokonalé. Pokud kameraman chce hledat cesty placového svícení, může využít dokumentární stylizace nebo světelnou atmosféru vytvářet promyšleným systémem skrytých lamp. Další možnost je pak předmětem trikové práce v postprodukcii, kde provádíte retuše nebo skládáte jednotlivé předem natočené obrazové bloky. Role kameramana je tedy více technická, ale to je samozřejmě relativní. Každý projekt v tomto novém odvětví nabízí nová kreativní řešení.

Ve výrobě záznamových zařízení probíhají inovace každý měsíc. Díky rychlému internetu a velkému výpočetnímu výkonu, který máme i v tak malých zařízeních, jako je mobilní telefon, můžeme tento typ obrazové projekce nejenom sledovat, ale i ho natáčet téměř kdykoli. Je ovšem potřeba rozlišit hobby tvůrce od skupiny tvůrců s profesionálními ambicemi. Okruh tvůrců, kteří se budou touto oblastí dále zabývat, bude především pocházet ze sféry počítačových aplikací, avšak budou potřebovat zkušené odborníky i z filmového odvětví. Též však věřím, že filmové produkce budou mít touhu díla s využitím 360° videa produkovat sama.

## **Použitá literatura**

Tricart, Celine (2018). Virtual Reality Filmmaking: Techniques & Best Practices for VR Filmmakers. New York: Routledge, Taylor & Francis

## **Použití webové prameny**

VickiHuang, FabienSoudiere (2016). Making360. CreativeCommonsAttribution - NonCommercial. <http://www.making360.com/book/>

<https://blog.prototypr.io/designing-for-vr-a-beginners-guide-d2fe37902146>

<https://youtube.googleblog.com/2017/06/the-world-as-you-see-it-with-vr180.html>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Equirectangular\\_projection](https://en.wikipedia.org/wiki/Equirectangular_projection)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Cin%C3%A9orama>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Cyklorama>

<https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/#360-video-single>

<https://thefulldomeblog.com/2015/11/17/collection-of-360-video-rigs/>

[https://www.wikiskripta.eu/w/Perimetrie\\_\(2.\\_LF\\_UK\)](https://www.wikiskripta.eu/w/Perimetrie_(2._LF_UK))

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Kinet%C3%B3za>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Volumetric\\_Video](https://en.wikipedia.org/wiki/Volumetric_Video)