



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Název projektu	Rozvoj vzdělávání na Slezské univerzitě v Opavě
Registrační číslo projektu	CZ.02.2.69/0.0./0.0/16_015/0002400

# Imerzivní média (*\* sférická projekce*)

## Distanční studijní text

**Tomáš Gráf**

**Opava 2020**



**SLEZSKÁ  
UNIVERZITA**  
FILOZOFICKO-  
PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA V OPAVĚ

- Obor:** 0211 Audiovizuální technika a mediální produkce, 0533 Fyzika
- Klíčová slova:** Imerzivní médium, multivizuální projekce, sférická projekce, stereoskopická projekce, rozšířená realita, virtuální realita, planetárium, fulldome, digitální projekce, stereoskopie, aktivní brýle, pasivní brýle, stereoskopická sférická projekce
- Anotace:** Studijní text definuje pojem imerzivní média a uvádí přehled jednotlivých typů, které souvisejí také s postupným vývojem technologií a nových médií. Je představen téměř stoletý vývoj technologií sférické projekce – od prvního projekčního planetária až po zcela digitální stereoskopickou sférickou projekci (na hemisféru nebo na celou sféru).  
Je zmíněno možné tematické a žánrové zaměření pořadů pro sférickou projekci a také její vhodné využití ke komunikaci vědy.  
Část věnovaná stereoskopii popisuje princip prostorového vidění a způsoby, jak je možné vytvořit vizuální iluzi trojrozměrného prostoru z dvourozměrných obrazových předloh.  
Stereoskopie se dělí na aktivní a pasivní, tedy jsou popsány existující technická řešení obou těchto skupin. V další části se text věnuje variantám stereoskopické projekce na rovnou projekční plochu a na hemisféru. Krátce je diskutována volba vhodného a atraktivního obsahu stereoskopické projekce a edukační přínos pro diváky.

Toto dílo podléhá licenci:



**Creative Commons Uveďte původ-Zachovejte licenci 4.0**

Znění licence dostupné na:

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

**Autor:** **RNDr. Tomáš Gráf, Ph.D.**



## Obsah

ÚVODEM.....	6
RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY.....	7
1 IMERZIVNÍ MÉDIA.....	8
1.1 Úvod.....	8
1.2 Multivizuální projekce .....	10
1.3 Sférická projekce.....	11
1.4 Stereoskopie .....	12
1.5 Rozšířená realita.....	12
1.6 Virtuální realita .....	13
2 SFÉRICKÁ PROJEKCE (FULLDOME PROJEKCE).....	16
2.1 Technologický vývoj sférické projekce .....	17
2.1.1 Předchůdci sférické projekce – planetária .....	17
2.1.2 Digitální éra .....	19
2.1.3 Epoque „fulldome“ projekce.....	20
2.2 Unisféra – univerzitní sférická projekce .....	22
2.2.1 Nabídka pořadů (červen 2020).....	24
2.2.2 Digistar 6.....	25
2.3 Tvorba pořadů pro sférickou projekci.....	25
2.3.1 Popularizační pořady .....	26
3 STEREOSKOPICKÁ PROJEKCE.....	29
3.1 Úvod.....	30
3.2 Stereoskopické vidění .....	30
3.3 Stereoskopické zobrazování (projekce) .....	31
3.3.1 Aktivní stereoskopická projekce.....	31
3.3.2 Pasivní stereoskopická projekce .....	32
3.4 Stereoskopická projekce v praxi .....	35
3.4.1 Na rovinu .....	35
3.4.2 Stereoskopická sférická projekce.....	35
3.4.3 Volba obsahu .....	36
3.4.4 Přínos pro diváka .....	36
4 APPENDIX.....	38

4.1	Sférická projekce (fulldome) v České republice .....	38
4.1.1	Planetária se sférickou projekcí .....	38
4.1.2	Science centra se sférickou projekcí .....	38
4.1.3	Jiné instituce.....	38
4.2	Autorská práva .....	39
4.3	Problematika plagiátorství.....	39
LITERATURA .....		40
SHRNUTÍ STUDIJNÍ OPORY .....		42
PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON.....		43

## ÚVODEM

Tento studijní text je určen studentům, kteří se rozhodli absolvovat jednosemestrální předmět „**Full dome pořady**“. Jedná se o seminář s týdenní dvouhodinovou dotací (v prezenčním studiu).

Seminář „Full dome pořady“ je zařazen mezi povinně volitelné předměty navazujícího magisterského studijního programu Multimediální techniky a nepředpokládá žádné předběžné znalosti nebo dovednosti. Je však vhodné, aby zájemci o jeho absolvování znali základy tvorby klasických audiovizuálních pořadů, což lze u studentů navazujícího studia tohoto studijního programu jistě směle předpokládat

Studijní text má formu textu pro distanční vzdělávání, je tedy členěn a vybaven prvky, jak obsahovými, tak grafickými, které jsou pro tento typ studijních textů typické. Pokud to bude z nějakého důvodu nutné, je možné jednotlivé kapitoly nastudovat i samostatně, nemají totiž v sobě žádnou záměrnou návaznost, která by omezovala pochopení jejich obsahu.

Distanční studijní text je rozšířen také o LMS materiál, který je vytvořen v prostředí Moodle a v němž je možné realizovat aktivity vyžadující komunikaci nebo interakci. Je dostupný na e-learningových portálech fakulty a univerzity.

V textu jsou použity prvky typické pro distanční studijní texty, jejich přehled je na konci textu a jejich význam je zřejmý z názvosloví i použitého grafického prvku.

Jestliže při studiu naleznete nějakou chybu, budu rád, pokud mě na ni upozorníte zasláním na adresu [tomas.graf@fpf.slu.cz](mailto:tomas.graf@fpf.slu.cz), odměnou vám může být jedna čokoláda Studentská pečeť podle vlastního výběru.

Děkuji kolegům z Fyzikálního ústavu i Filozoficko-přírodovědecké fakulty Slezské univerzity v Opavě, stejně jako Evropským strukturálním a investičním fondům za poskytnutí možnosti vypracovat tento studijní text.

Rovněž si dovoluji poděkovat své ženě Hance a našim synům Lukášovi a Davidovi, že mi pomáhali v mém vytrvalém boji s pokročilou prokrastinací (česky – leností).

psáno v červnu 2020 v Opavě, Tomáš Gráf

## RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY

Tento studijní text je stručným úvodem do stále širšího a rozsáhlejšího světa imerzivních médií. Je rozdělen do tří kapitol a v každé z nich naleznete také odkazy na další informační zdroje.

Úvodní kapitola rekapituluje a definuje většinu moderních imerzivních médií. To znamená „pravěké“ (a analogové!) multivizuální projekce, sférickou projekci, stereoskopii, rozšířenou realitu a virtuální realitu.

Prostřední kapitola začíná přehledem vývoje technologií využívaných pro sférické projekce, takže se můžete dozvědět řadu faktů o vývoji předchůdcích sférické projekce – planetáriích a je zde také představena plně digitální „fulldome“ projekce. Zvláštní pozornost je pak věnována informacím o Unisféře, tedy univerzitní sférické projekci, jejíž provoz byl zahájen v roce 2019 v budově Fyzikálního ústavu na Bezručově náměstí 13 v Opavě. Krátce je představeno pokročilé softwarové vizualizační prostředí *Digistar 6* (podrobněji viz jiný studijní text Hofer, Kurečka: *Úvod do prostředí Digistar 6*, SU v Opavě, 2020) a základní teze tvorby popularizačních a edukačních pořadů pro sférickou projekci.

Poslední kapitola je zaměřena na stereoskopii. Je vysvětlena podstata stereoskopického vidění a stereoskopického zobrazování (projekce) a představena používaná technická řešení. Podrobněji jsou rozebrány stereoskopické projekce na rovnou a sférickou plochu.

V příloze naleznete krátké shrnutí a odkazy na informační zdroje, které se věnují otázkám autorských práv a problematice plagiátorství.

## 1 IMERZIVNÍ MÉDIA



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Úvodní kapitola nejprve stručně definuje pojem *imerzivní média* a uvádí přehled jednotlivých typů, které souvisejí také s postupným vývojem technologií a nových médií.

---



### CÍLE KAPITOLY

- Získat povědomí o definici imerzivních médií
  - Orientovat se v základních typech a používaném názvosloví
- 



### ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU

Přibližně 30 minut

---



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Imerzivní médium, multivizuální projekce, sférická projekce, stereoskopická projekce, rozšířená realita, virtuální realita

---

### 1.1 Úvod

Anglické slovo „*immersive*“ je možné přeložit jako „*pohlcující*“ nebo také „*obklopující*“ a při jeho použití v souvislosti s označením specifického typu médií (*immersive media*) se začala používat „počeštěná“ varianta „*imerzivní*“ (*imerzivní média*).

U „živé“ kultury jakou je divadlo, koncerty, pouliční produkce atp. se vždy více méně tak trochu jedná o vtažení diváka do děje, někdy zcela záměrně jsou diváci součástí představení. Ale u obrazů, fotografií, filmových projekcí i televizního vysílání je zřetelně oddělen prostor, který patří „produkcí“ od prostoru diváka či návštěvníka. Tou hranicí je rám obrazu, fotografie, filmového plátna nebo obrazovky.



Právě tuto hranici se snaží imerzivní média zčásti nebo docela zrušit. A s rozvojem technologií využitelných pro tento účel se jim to v posledních letech také daří.

## DEFINICE

Df

V moderním pojetí jsou jako **imerzivní média** označována nová média zahrnující netradiční formy úzce vázané na moderní technologické platformy. Jedná se například o **sférickou projekci** (*spherical projection, fulldome*), **stereoskopické varianty různých typů projekce** (*stereoscopic projection, stereographic projection, 3D*), **holografickou projekci** (*holographic projection*), **360° video** (včetně 360° statických snímků), **virtuální realitu** (VR, *virtual reality*), **rozšířenou realitu** (AR, *augmented reality*), **smíšenou realitu** (MR, *mixed reality*), **extrémní realitu** (XR, *extreme reality*) a také **internet věcí** (IoT, *internet of things*).

Bez ohledu na použitou technologii je imerzivním médiím společná snaha vtáhnout diváka do děje, obklopit jej probíhající „akcí“ a mimo jiné tak maximalizovat emoční prožitek. Tato skutečnost je často realizována snahou o zapojení více smyslů (sluch, zrak, vnímání polohy a pohybu, hmat (taktilní kontakt), čich a chuť).

---

Tento studijní text se nebude věnovat všem existujícím a dynamicky se rozvíjejícím moderním imerzivním médiím. Některá budou zmíněna jen krátce, ale média, se kterými se jako studenti budete moci v praxi již během studia setkat, budou představena podrobněji.

Bude se jednat zejména o sférickou projekci včetně její stereoskopické varianty. Virtuální realita a rozšířená realita jsou uvedeny jen rámcově. Zcela mimo záběr studijního textu pak zůstane holografická projekce a internet věcí.

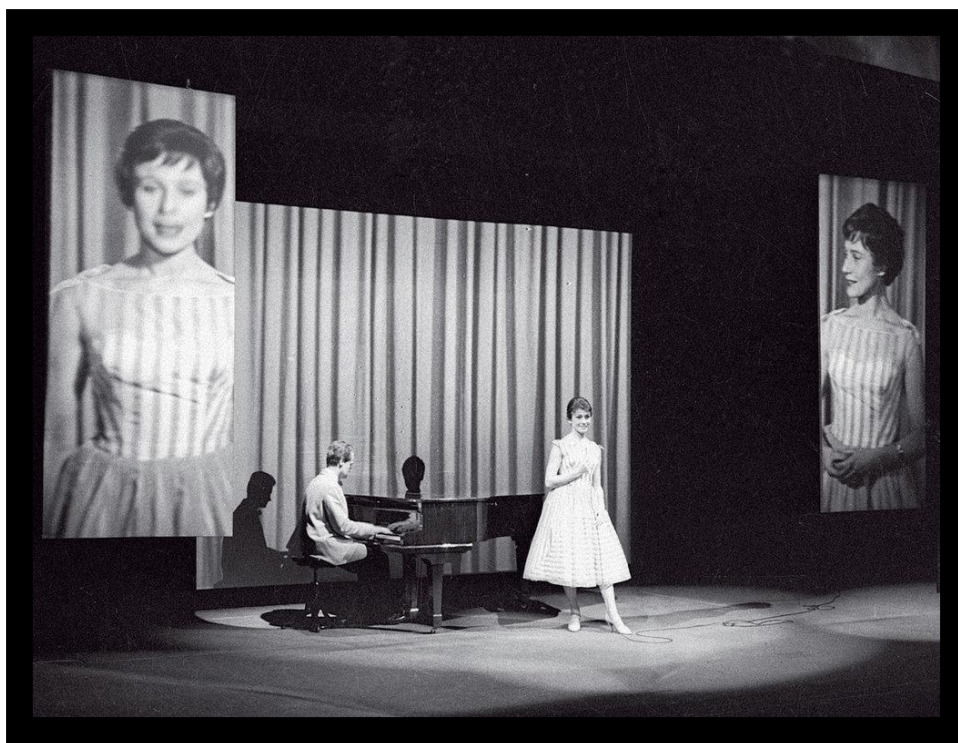
## VÝKLADOVÝ SLOVNÍK POJMŮ

i

V souvislosti s moderními imerzivními médii se používá také řada nových pojmů, mnohé z nich ještě ani nemají plnohodnotné nebo zaužívané české ekvivalenty. Velmi užitečný přehled názvosloví používaného v širších souvislostech s imerzivními médii se nachází zde: <https://advrtas.com/immersive-media-glossary/>

## 1.2 Multivizuální projekce

Patrně někde na pomezí imerzivních médií bychom mohli zařadit „polyekran“, tedy současnou projekci na více projekčních ploch (pláten), které mohou být statické nebo pohyblivé. Taková projekce bylo možné kombinovat s živým představením nebo koncertem (Laterna magika).



**Obrázek 1: Hvězdou Radokova revuálního pásma *Laterna magika* na EXPO 1958 v Bruselu byl i klavírista a zpěvák Jiří Šlitr.<sup>1</sup>**



### DALŠÍ ZDROJE

Podrobnější informace o této projekci, která je v mnohých ohledech naším „národním patentem“, naleznete v knize **Svatopluka Malého „Vznik, rozvoj a ústup multivizuálních programů“** (Nakladatelství AMU Praha, 2010, ISBN 978-80-7331-183-4).

Ukázka z představení *Laterna magiky*:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=42pIgwuVePs&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=42pIgwuVePs&feature=emb_logo)

---

<sup>1</sup> Zdroj <https://www.extrastory.cz/senzace-zvana-laterna-magika-nad-invinci-ceskych-divadelniku-zasli-disney-i-bardotka.html>

## 1.3 Sférická projekce

### FULLDOME (SFÉRICKÁ PROJEKCE SLEDOVÁNA „ZEVNITŘ“)

Tato technologie se vyvinula z projektoru *planetária*, velmi specializovaného projekčního systému, vyvinutého počátkem minulého století k dokonalé simulaci hvězdné oblohy a astronomických jevů.

Fulldome projekce je v dnešní podobě realizována projekcí jedním nebo více digitálními dataprojektory na speciální projekční plochu (nejlépe „bezešvou“), kterou je horizontální nebo nakloněná hemisféra (360 °horizontálně, 180 °vertikálně). Promítaný obraz je vytvářen počítačovými animacemi v reálném čase (může být také interaktivní) nebo předem vytvořenými videosnímky. Sférické filmy nemají žádná žánrová nebo tematická omezení.

Celkový počet „kamenných“ i mobilních fulldome projekcí na celém světě je již více než 10 000 a neustále roste. Několik institucí pak disponuje projekcí na úplnou sféru (podlaha je průhledná, 360 °horizontálně, 360 °vertikálně), názorně je taková projekce představena zde: <https://www.youtube.com/watch?v=-82nFxptknA> .



**Obrázek 2: Gwangju National Science Museum (Jižní Korea) disponuje sférickou projekcí „Space 360“.<sup>2</sup>**

V roce 2019 byla představena zcela nová technologie, kdy po téměř 100 letech je opuštěn princip promítání obrazu a celá hemisféra je pokryta pružnými LED diodami a stává se tak gigantickou sférickou obrazovkou.

<sup>2</sup> Zdroj <https://www.urdesignmag.com/design/2018/01/10/south-korea-spherical-projection-theater-space-360/>

## PROJEKCE NA SFÉRU (SLEDOVÁNA „VNĚ“)

Jinou variantou jsou sférické projekční plochy (displeje), kdy je obraz promítán na sféru, která je návštěvníky/diváky sledována zvnějšku.



Obrázek 3: Interaktivní projekce na sféru, atraktivní zejména pro komunikaci vědy.<sup>3</sup>

### 1.4 Stereoskopie

*Stereoskopie* je technologie, která dokáže divákovi zprostředkovat prostorový zrakový vjem, přestože výchozí obrazová předloha je dvourozměrná. Může být založena na různých fyzikálních principech, většinou se využívá různých druhů stereoskopických brýlí. *Stereoskopická projekce* může být atraktivnější variantou jak pro klasickou projekci na rovnou projekční plochu, tak pro sférickou projekci.

### 1.5 Rozšířená realita

*Rozšířená realita* (používaná zkratka AR z anglického *augmented reality*) je označení technologií a produktů, které dokáží kombinovat obraz reálného světa s virtuálními objekty a animacemi vytvořenými počítačem.

V praxi vše probíhá například tak, že sledujete „přes“ (tedy s využitím jeho kamery a displeje) chytrý telefon, tablet nebo notebook reálný objekt (např. historickou radnici a její obraz je doplněn informacemi o názvu, historii či vizualizací změn jejího vzhledu během několika století).

<sup>3</sup> Zdroj <https://sos.noaa.gov/getting-sos/first-steps/>

Tato technologie má kromě vzdělávacího potenciálu také bohaté komerční využití (např. je možné porovnat virtuální oblečení s tím, které máme ve skříni nebo virtuální nábytek umístit do zatím prázdného interiéru).



**Obrázek 4: Příklad použití rozšířené reality k vizualizaci modelu planet Sluneční soustavy.<sup>4</sup>**

## 1.6 Virtuální realita

*Virtuální realita* (používaná zkratka VR z anglického *virtual reality*) je označení pro celou třídu technologií a speciálních zařízení, která umožní diváku/uživateli se ocitnout ve virtuálním prostředí. Pokud systém navíc umožňuje plnou interakci s tímto prostředím, jedná se o zatím nejdokonalější imerzivní médium.

Prvotní snahou této technologie je vytvoření maximálně věrného vizuálního, sluchového, hmatového zážitku vyvolávajícího pocit skutečného prožitku. Děje se tak různými přístroji připojenými k počítači nebo více počítačům, které maximálně realistické podněty generují. Dalším rozšířením je pak možnost na podněty reagovat obdobně, jak by tomu bylo ve skutečnosti.

Technicky se nejčastěji jedná o stereoskopické zobrazovací zařízení v podobě náhlavní soupravy a jednu nebo více periferií se senzory pro snímání jejich pozice, které umožňují interakci s virtuálním prostředím.

<sup>4</sup> Zdroj <https://zealar.com.au/magic-happens-when-augmented-reality-meets-education-sector/>



**Obrázek 5: Nejjednodušší řešení VR – náhlavní stereoskopické zobrazovací zařízení.<sup>5</sup>**



### **PRO ZÁJEMCE**

Krátké video, které názorně vysvětluje princip virtuální reality a rozšířené reality naleznete na tomto odkazu: [https://www.youtube.com/watch?v=FOUCm2xT\\_7A](https://www.youtube.com/watch?v=FOUCm2xT_7A)

---



### **SHRNUTÍ KAPITOLY**

Imerzivní média jsou v moderním pojetí projekce a produkce, které mají vtáhnout diváka/uživatele přímo do středu dění, do děje představení a umocnit tak jeho emoční zážitek.

K tomu účelu se kromě nejstarších multivizuálních projekcí (typu Laterna magika) postupně vyvinuly technologie sférické projekce (fulldome projekce), stereoskopických projekcí, později také rozšířené reality a virtuální reality (a ještě mnohé další – panoramatické projekce, holografické projekce nebo internet věcí).

Kapitola seznamuje především se základními pojmy používanými v tomto oboru a je obecným úvodem k dalším kapitolám.

---

<sup>5</sup> Zdroj <https://www.sjpl.org/virtual-reality>

**KONTROLNÍ OTÁZKY**



1. Definujte pojem *imerzivní médium*. Uveďte některé příklady.
  2. Vysvětlete princip sférické projekce.
  3. Čím se zabývá stereoskopie?
  4. Jaký je rozdíl mezi rozšířenou a virtuální realitou?
-

## 2 SFÉRICKÁ PROJEKCE (FULLDOME PROJEKCE)



### **RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY**

V této kapitole je představen podrobněji téměř stoletý vývoj technologií sférické projekce – od prvního projekčního planetária až po zcela digitální stereoskopickou sférickou projekci (na hemisféru nebo na celou sféru).

V závěru kapitoly je krátce diskutováno možné tematické a žánrové zaměření pořadů pro sférickou projekci a také její vhodné využití ke komunikaci vědy.

---



### **CÍLE KAPITOLY**

- Seznámení se s historií sférické projekce
  - Rámcové vysvětlení technologie moderní podoby sférické projekce
  - Získat základní představu o tématech pořadů pro toto imerzivní médium
- 



### **ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU**

Přibližně 60 minut

---



### **KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY**

Planetárium, sférická projekce, fulldome, digitální projekce.

---



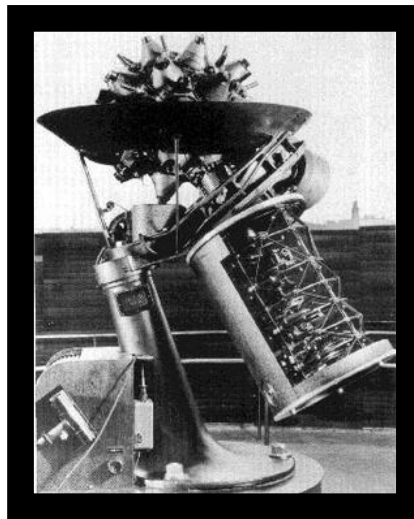
## 2.1 Technologický vývoj sférické projekce

### 2.1.1 PŘEDCHŮDCI SFÉRICKÉ PROJEKCE – PLANETÁRIA

Asi bychom měli definovat, co budeme rozumět pod pojmem „planetárium“. Budeme jím rozumět co nejdokonalější napodobení hvězdné oblohy optickými, mechanickými a elektronickými prostředky. Bez ohledu na denní dobu a aktuální počasí jím můžeme v uzavřené místnosti simulovat většinu astronomických úkazů, které jsou viditelné z libovolného místa na Zemi (mnohdy i děje a úkazy minulosti nebo budoucnosti). Planetárium, zejména jeho moderní digitální varianta, je svým způsobem nejdokonalější názorná pomůcka pro popularizaci přírodních věd.

První projekční přístroj, který znázorňoval pohyb planet kolem Slunce (dnes bychom jej nazvali „projekční telurium“) zkonstruoval v roce 1912 profesor Hindermann. Nazval jej „orbitoskop“ a byl tvořen pouze dvěma planetami obíhajícími kolem Slunce. Zařízení bylo poháněno mechanickým pružinovým strojkem.

Vznik prvního skutečného projekčního planetária je spojen se jmény zakladatele a prvního ředitele Německého muzea v Mnichově, Oskara von Millera (1855–1934) a profesora Walthera Bauersfelda (1879-1956), šéfkonstruktéra a člena vedení firmy Carl Zeiss. Na počátku byla Millerova představa, že by v nově budovaném muzeu měla být nějakým originálním způsobem znázorněna hvězdná obloha, pohyb planet a další astronomické jevy.



**Obrázek 6: První projekční planetárium Zeiss, Mnichov (1923).<sup>6</sup>**

S předkládanými návrhy stále nebyl spokojen, což v roce 1913 vedlo k zadání problému firmě Carl Zeiss. Nejprve byl touto společností osloven astronom Maxe Wolf (1863-1932), který navrhl vytvoření kruhové místnosti se sférickým stropem, do které by návštěvníci mohli vejít a obrazy hvězd by byly tvořeny otvory v kulové ploše, která by

<sup>6</sup> Zdroj: [https://www.wikiwand.com/en/Zeiss\\_projector](https://www.wikiwand.com/en/Zeiss_projector)

byla zvenčí osvětlená. V letech 1918 až 1919 se původní myšlenka rozrostla o další funkce zajišťované především projekčními přístroji. Navíc byla opuštěna myšlenka pevné nebo pohyblivé kruhové místnosti a veškeré pohyby byly přeneseny na projekční přístroj, který měl být umístěn uprostřed projekčního sálu.

Hlavní práce, které vedly ke zcela nové koncepci přístroje, provedl Wilhelm Finke (1884–1950) z Brém. Pod vedením profesora Bauersfelda byl firmou Carl Zeiss v letech 1919–1923 sestrojen první takový projekční přístroj pod označením „Zeiss model I“.

Poprvé byl projektor představen v srpnu 1923, projekční sféra měla průměr 16 metrů a byla umístěna na střeše tovární haly firmy Zeiss v Jeně. Později bylo planetárium demontováno a přemístěno do desetimetrového sálu v Německém muzeu v Mnichově, kde se 21. října 1923 konalo první oficiální představení pro veřejnost (stálý provoz byl pak zahájen v květnu 1925). Reakce odborné i laické veřejnosti lze označit za entuziastické. Ředitel kodaňské hvězdárny, profesor Strömngren, napsal: „Je to škola, divadlo a biograf současně ... Planetárium je divadlem, kde roli herců převzala samotná kosmická tělesa.“

V následujících letech si i další německá města objednala u firmy Zeiss projekční planetária. Například v Düsseldorfu byl instalován Model I, který byl posléze nahrazen Modelem II (ten už měl podobu „činky“, tak charakteristické pro planetária Zeiss). Planetárium bylo umístěno ve třicetimetrové kopuli, největší ve své době. Bohužel bylo zcela zničeno během války.

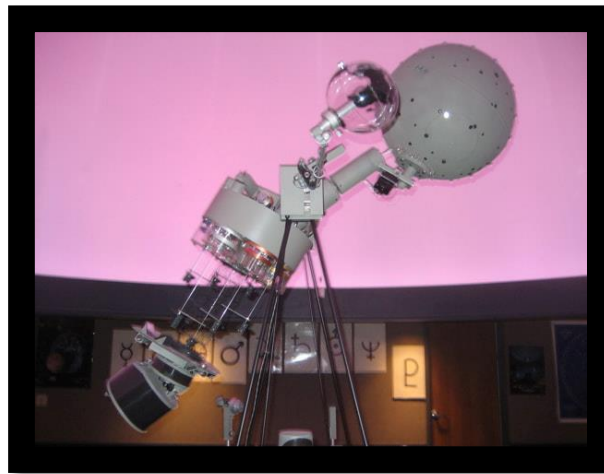
První planetárium mimo Německo bylo v roce 1927 instalováno ve Vídni, následoval Řím (1928) a Moskva (1929). Rok 1930 znamenal mimo jiné také otevření pěti nových planetárií, ve Stockholmu, Miláně, Hamburku, nový model ve Vídni a také první mimo Evropu. Již v roce 1928 si jej přijel do Jeny prohlédnout americký filantrop Max Adler z Chicaga. Byl tak nadšen, že jej zakoupil a v pondělí 12. května 1930 otevírá v Chicagu první planetárium na západní polokouli. První planetária v Asii byla v Osace (1937) a Tokiu (1938). V Pittsburghu bylo v roce 1939 otevřeno první planetárium, ve kterém byl projekční přístroj umístěn na elevátoru.

Ve 30. letech začala firma Zeiss také výrobu malých planetárií využívaných především k výuce navigace pilotů. Ve stejné době spatřilo světlo světa také první „nezeissovské“ planetárium. Navrhli jej a postavili bratři Korkoszové ve Springfieldu v USA. Přístroj promítal asi 9500 hvězd, ale nebyl vybaven žádným projektorem planet.

Během 2. světové války vyrobila firma Zeiss jen několik planetárií. Po jejím konci byl závod v Jeně obsazen ruskou armádou, ale většina odborníků přešla do spojenecké zóny. V Jeně se postupně výroba optiky obnovila, včetně planetárií několika velikostí. Ve spojenecké zóně, pozdější NSR, však byla založena pobočka Carl Zeiss v městě Oberkochen, kde se také vyráběla planetária. Tato situace se změnila sjednocením Německa v 90. letech minulého století, kdy byly obě firmy opět sloučeny.

V roce 1936 začal pracovat Armand Spitz, novinář z Philadelphie, na částečný úvazek jako lektor Felseva planetária. Okamžitě si uvědomil ohromný pedagogický potenciál tohoto zařízení, který kontrastoval s jeho finanční nedostupností pro školy, malá muzea atd. Začal tedy pracovat na zjednodušení konstrukce projektoru planetária, aby byl finančně dostupný i pro malé instituce. Výsledkem se stal projektor, pro který je charakteristická dvanáctistěnná projekční hlava. Právem byl Spitz přezdíván „Fordem v oblasti výroby planetárií“.

Přední japonský podnikatel Seizo Goto začal koncem 50. let minulého století výrobu planetárií na základě vlastního průzkumu situace na trhu s dalekohledy. Po několika realizacích v Japonsku proniká i na trh v USA, kde je v Bridgeportu v roce 1962 uvedeno do provozu první planetárium vybavené projektozem Goto. V polovině 60. let se začíná výrobou planetárií zabývat i další japonská firma, Minolta.



**Obrázek 7: Projekční přístroj planetária, jak jej technicky vyřešila firma Spitz.<sup>7</sup>**

### **2.1.2 DIGITÁLNÍ ÉRA**

Postupně se rozvinula široká nabídka optomechanických projektorů planetárií, od mobilních přístrojů s nafukovacími projekčními kopulemi přes střední planetária pro místnosti s průměrem do 20 metrů až po gigantické projektory do sálů se skloněným auditoriem.

V 80. letech minulého století přichází americká firma Evans & Sutherland s tehdy revoluční novinkou, která představuje zároveň naprostý technologický zlom a rozhodující krok ke sférické projekci v jejím obecném pojetí.

<sup>7</sup> Zdroj: <http://www.ash-enterprises.com/spitz.html>



**Obrázek 8: Jedno z prvních digitálních planetárií, Digistar (1983).<sup>8</sup>**

Už jen svým vzhledem byl nový projektor Digistar ve srovnání se složitými optomechanickými projekčními planetárii naprosto jiný – uprostřed sálu stála velká „bedna“, ze které nahore trčelo „rybí oko“, tedy širokoúhlý projekční objektiv. Pod ním byla malá obrazovka s mimořádně vysokým jasem obrazu. Výkonným počítačem generovaná obrazová informace se tak z obrazovky promítala „rybím okem“ na celou hemisféru.

Počítač má v paměti uložena veškerá data potřebná k vytvoření prostorového modelu Sluneční soustavy a okolního hvězdného vesmíru v libovolném čase. Kromě běžných astronomických jevů může Digistar demonstrovat například průlet Sluneční soustavou, mezihvězdný let nebo „cesty časem“, při kterých pozorujeme, jak se mění vzhled souhvězdí během několika desítek tisíc let. Výhodou je možnost projekce počítačových dat, grafiky, diagramů a prostorových modelů.

Veškeré původní nedostatky takové projekce, zejména nízký kontrast a to, že obloha nebyla tmavá, se podařilo překonat v dalších desetiletích díky technologickému vývoji, jak výpočetní techniky, tak především digitální projekční techniky. V současnosti právě digitální projekce (Digistar 6 nebo jiná) umožňují ze sálu každého planetária vytvořit univerzální projekční prostředí (sférickou projekci nebo fulldome) využitelné ke komunikaci vědy nebo uměleckým pořadům.

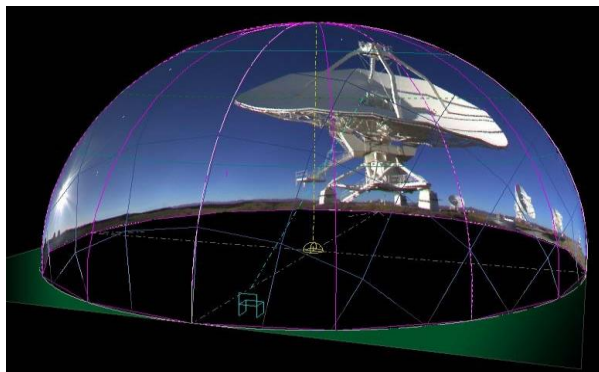
### **2.1.3 EPOCHA „FULLDOME“ PROJEKCE**

Slovem *fulldome* se začala označovat sférická projekce v době, kdy digitální projekční technika umožnila promítání skutečně kvalitního obrazu na sférickou projekční plochu, tedy 360 stupňů kolem diváků v hledišti v horizontálním směru a 180 stupňů ve směru vertikálním (při experimentálních projekcích pak v obou směrech 360 stupňů). Tak vzniklo

---

<sup>8</sup> Zdroj: <https://www.ian.cz/archiv/data/428.htm>

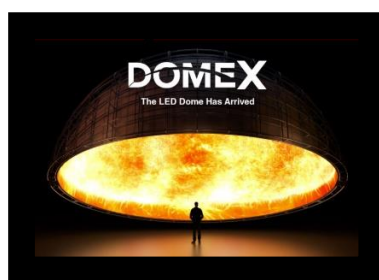
jedinečné nové médium, které se rozvíjí v posledních 10 letech velmi bouřlivě po technické i obsahové stránce.



**Obrázek 9: Princip sférické projekce (fulldome), výsledný obraz na projekční polo-kouli je složen z projekcí několika dataprojektorů.<sup>9</sup>**

Jak již bylo zmíněno v první kapitole, jeho výjimečnost spočívá v tom, že na rozdíl od „klasických“ médií (kresba, fotografie, film nebo televize) nesleduje divák obraz ohraničený „rámem“, ale obrazová informace je všude kolem něj, je to imerzivní médium. Není tedy možné používat shodné obrazové prostředky jako u klasických médií, ale postupně se vyvíjí nová „řeč obrazem“. Přestože původně byla tato projekce využívána v planetáriích k vizualizaci astronomických témat, dnes je chápána jako multifunkční a multižánrová, obdobně jako jiná média.

Rozvoj digitální projekční techniky nastal až v posledních dvaceti letech, ale doposud provedené pedagogické výzkumy ukazují, že sférická projekce je skutečně efektivnějším výukovým prostředím než klasické planetárium i běžná třída. Dokonce má své výhody i ve srovnání s různými technickými realizacemi *virtuální reality*, kdy je zobrazovací zařízení umístěno v brýlích nebo přilbě, kterou má divák na hlavě (tzv. HMD).



**Obrázek 10: Revoluční technologický krok – firma E&S v roce 2019 představila první sférickou LED kopuli. Zdá se, že po necelém století sférické projekce, je princip promítání byl překonán a „ideově“ se zažíváme návrat k pergamenu dutého globu s otvory znázorňujícími hvězdy. Jen roli pergamenu i otvorů v něm převzaly digitální prvky LED.<sup>10</sup>**

<sup>9</sup> Zdroj: [https://www.lochnessproductions.com/shows/fulldome\\_dome\\_full.jpg](https://www.lochnessproductions.com/shows/fulldome_dome_full.jpg)

<sup>10</sup> Zdroj: <https://www.es.com/DomeX/>

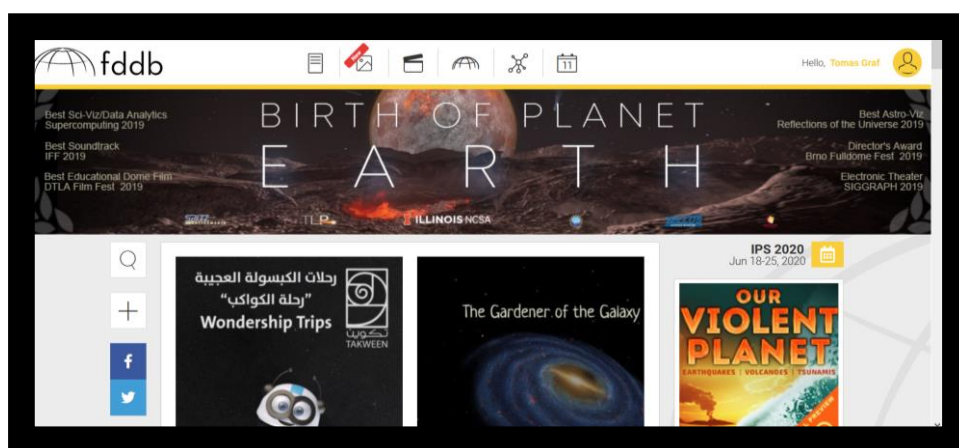
## Sférická projekce (fulldome projekce)

Technické řešení sférické projekce je možné v jednoduché podobě realizovat i s nafukovacím planetáři, notebookem a klasickým dataprojektorem se sférickým zrcadlem (nebo objektivem typu „rybí oko“). Profesionální projekce jsou pak tvořeny speciálními počítačovými sestavami a velkými dataprojektory (dva a více, podle velikosti projekční plochy a dalších požadavků). Náklady na pořízení technického vybavení pro sférickou projekci jsou tedy od desítek tisíc po desítky milionů korun.



### DATABÁZE SFÉRICKÝCH POŘADŮ

Informace o velkém množství pořadů pro sférickou projekci je možné najít na portále <http://www.fddb.org/>



## 2.2 Unisféra – univerzitní sférická projekce

**Unisféra** (<http://www.unisfera.slu.cz>) byla uvedena do provozu na podzim roku 2019 v rámci projektu, jehož cílem bylo zkvalitnění vzdělávací infrastruktury na Fyzikálním ústavu a Filozoficko-přírodovědecké fakultě Slezské univerzity v Opavě.

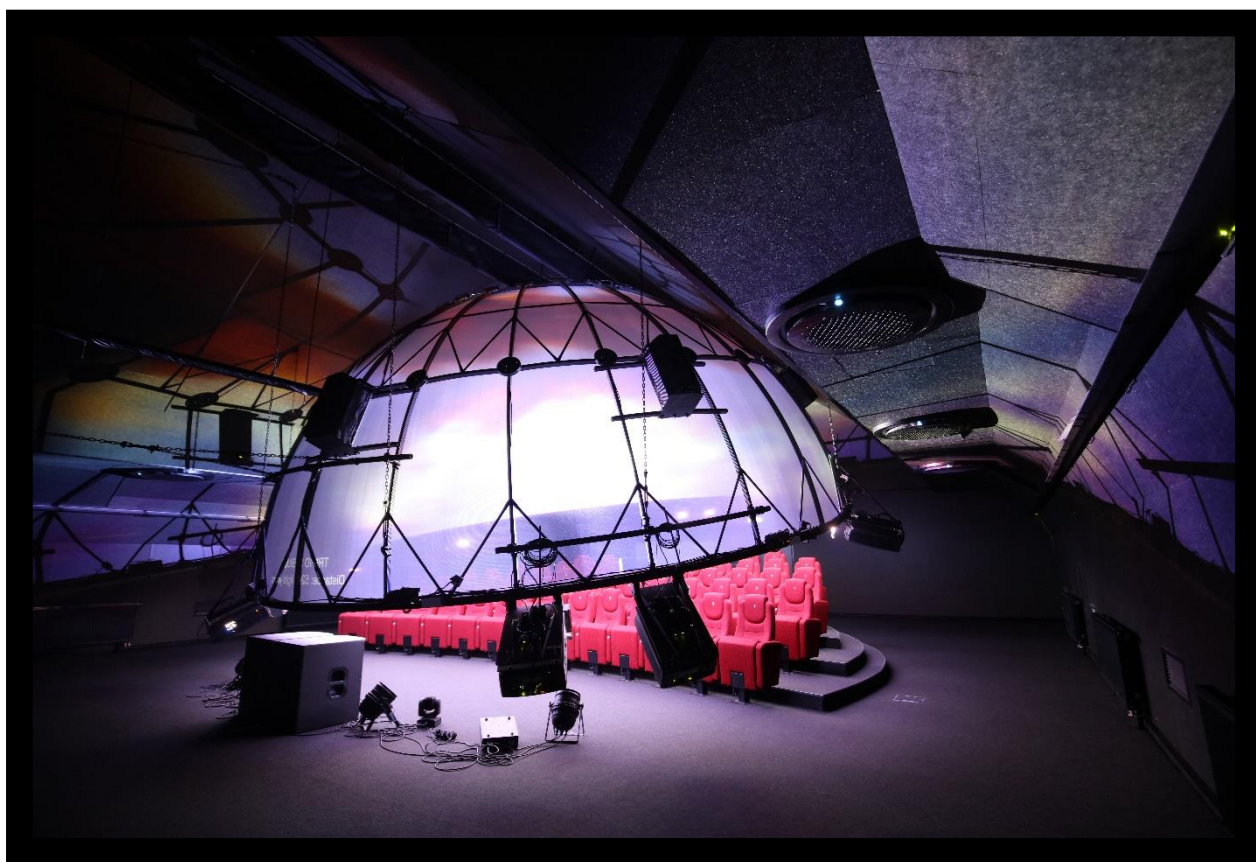
Jedná se o plně vybavenou digitální sférickou projekci s možností stereoskopické projekce a se zázemím v podobě produkčního studia. Primárně je sice určeno studentům fyzikálních a astrofyzikálních oborů, jeho využití je mnohem širší, ve své podstatě multioborové a multižánrové. Kromě projekce zakoupených sférických filmů je zde možné realizovat právě vlastní a původní studentskou tvorbu stejně jako experimentální kombinace s dalšími typy imerzivních médií.

## UNISFÉRA V ČÍSLECH

i

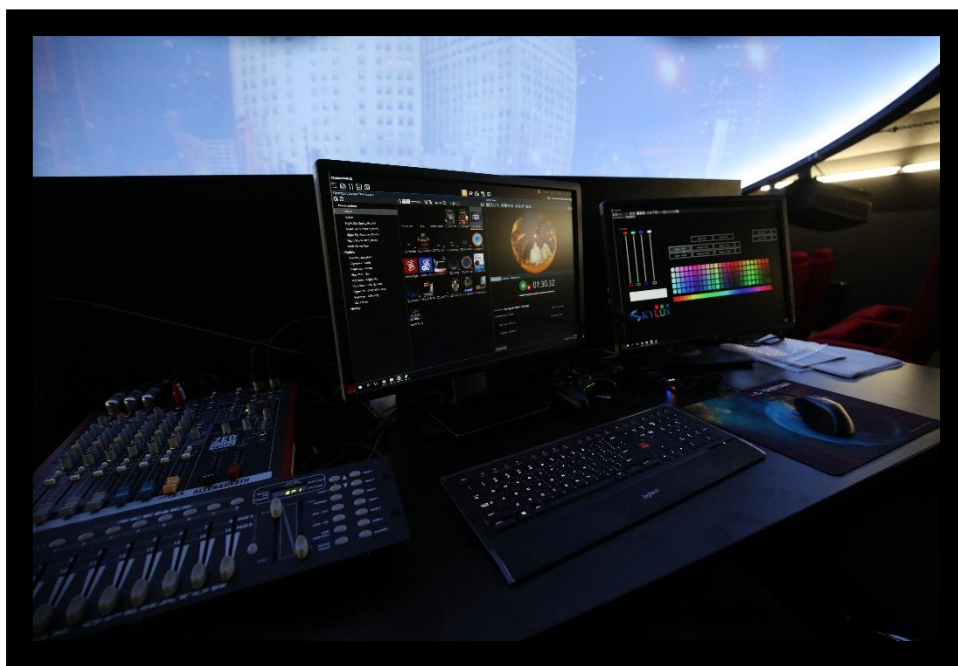


*průměr kopule: 8 m*  
*mezera mezi segmenty kopule: 0 mm*  
*kapacita: 50 osob*  
*velikost obrazového bodu na projekční ploše: 2,4 mm*  
*rozlišení: 5,3 K*  
*prostorový obraz: aktivní stereoskopický (3D), 120 Hz*  
*počet projektorů: 8*  
*výpočetní systém: Digistar 6*  
*zvuk: 5.1*



**Obrázek 11: Celkový pohled na projekční kopuli Unisféry.<sup>11</sup>**

<sup>11</sup> Foto: Ondřej Smékal



**Obrázek 12: Pohled na řídicí pult Unisféry. Na monitorech je vidět vlevo prostředí Digistar 6 a vpravo ovládání osvětlení projekční kopule.<sup>12</sup>**

Unisféra umožňuje projekci jak připravených vlastních nebo převzatých sférických filmů, tak projekci v reálném čase, která vzniká okamžitě díky systému **Digistar 6**, což je velmi pokročilé softwarové prostředí, které umožňuje ihned reagovat na dotazy studentů. Celý výklad je možné doprovázet projekcí ovládanou z malého tabletu, který má vyučující v ruce. Takto může probíhat výuka nejen astrofyziky a astronomie, ale třeba obecné fyziky, chemie, biologie nebo vybraných částí matematiky.

### **2.2.1 NABÍDKA POŘADŮ (ČERVEN 2020)**

#### **VLASTNÍ POŘADY**

**Podzimní obloha, Zimní obloha, Jarní obloha, Letní obloha** (vždy cca 13 min, scénář: Tomáš Gráf, režie: Ondřej Smékal, programování: Vít Kurečka, Slezská univerzita v Opavě, 2019 – 2020)

#### **PŘEVZATÉ POŘADY**

- **Touch the Stars** <https://www.fddb.org/fulldome-shows/touch-the-stars/>
- **SevenWonders** <https://www.es.com/Shows/SevenWonders>
- **Dream to Fly** <https://www.fddb.org/fulldome-shows/dream-to-fly/>
- **Tales of a Time Traveler** <https://www.es.com/Shows/TimeTraveler>

---

<sup>12</sup> Foto: Ondřej Smékal



### STEREOSKOPICKÉ POŘADY

- **Secret Ocean** <https://www.es.com/Shows/SecretOcean>
- **The Search for Life in Space** <https://www.es.com/Shows/SearchForLifeInSpace>

### DALŠÍ PŘEVZATÉ POŘADY

*Two Small Pieces of Glass (23 min), Losing the Dark (6 min), IBEX: Search for the Edge of the Solar System (27 min), The Future of Human Space Exploration by NASA (10 min), From Earth to the Universe by ESO (31 min), Journey to the center of Milkyway by ESO (7 min), The Hot and Energetic Universe (30 min), Back to the Moon for good (25 min), Dark The Movie (20 min), Dark Matter Mystery (38 min), Distant Worlds, Alien life (52 min), Out there (31 min), Flight Adventures (22 min)*

### FESTIVALY FULLDOME POŘADŮ



Jestliže budete chtít mít přehled o aktuálních a nových fulldome pořadech, pak se vyplatí navštívit některý z mezinárodních festivalů. Každoročně se jich pořádá celá řada.

<https://www.fulldomefestivalbrno.com/>

<https://fulldome-festival.de/>

<https://www.maconfilmfestival.com/>

### 2.2.2 DIGISTAR 6

Firma *Evans&Sutherland* vyvinula a vyvíjí pro své instalace sférické projekce specializovaný vizualizační software *Digistar*. Jeho nejnovější verze – *Digistar 6* – je také součástí dodávky technologie Unisféry. Základní funkce a parametry této platformy naleznete zde <https://www.es.com/Digistar/>.

Je to prostředí, ve kterém je realizována tvorba studentů, která je určena k projekci v Unisféře. Podrobnější informace a základní manuál je zpracován v samostatném studijním textu (Hofer, Kurečka: *Úvod do prostředí Digistar 6*, SU v Opavě, 2020).

## 2.3 Tvorba pořadů pro sférickou projekci

Pokud projdeme nabídku pořadů všech planetárií, tedy sálů s možností sférické projekce, na světě za téměř 100 let jejich historie, pak veškerá představení je možné podle jejich charakteru rozdělit do tří obecných kategorií:

- pořady vzdělávací
- pořady popularizační
- pořady kulturní

### **2.3.1 POPULARIZAČNÍ POŘADY**

Nyní se zaměříme pouze na oblast popularizace přírodních věd. Následující obecná východiska by nám měla pomoci nejen při naší vlastní tvorbě, ale také při výběru pořadů z poměrně rozsáhlé celosvětové nabídky.

Proč popularizovat přírodní vědy právě sférickou projekcí? V souvislosti s tímto dotazem bychom si měli uvědomit, že je to pouze jedna z možností a docela jistě nemůže být náhradou ostatních forem a žánrů komunikace přírodních věd s veřejností. Pádným důvodem je však velmi vhodné technické vybavení s možnostmi, které jsou v mnohém naprosto unikátní, viz předchozí text.

Při popularizaci musíme věnovat pozornost také tomu, aby výsledný pořad nebyl příliš „výukový“, protože „mentorský“ tón může návštěvníkům vadit. Nikdo z dospělých diváků jistě nebude nadšen z přehnaného „poučování“, na to bychom měli myslet již při psaní scénáře.

Popularizační pořad prezentovaný v tomto imerzivním médiu by měl obsahovat příběh. Poutavý děj, který je kostrou pořadu, na niž je možné „navěsit“ většinu informací, jež chceme divákům sdělit. Pokud je to technicky a provozně možné, neměli bychom se bát zařadit do pořadu také živý výklad. Ten by však měl být vhodným způsobem stylizovaný a měl by se držet scénáře. Jestliže jsou pořady pouštěny celé ze záznamu, obdobně jako filmy v kinech, diváci jistě ocení alespoň živé uvedení a závěr (s možností položit dotazy).

Téma takového popularizačního pořadu by mělo obsahovat vždy alespoň částečně „něco všeobecně známého“, což splňují např. „věčné otázky“ rozebírané v předchozích kapitolách. Pořad bude mnohem atraktivnější, pokud se nám podaří do něj začlenit jen problémy pochopitelné pro většinu diváků. Nemusíme se vyhýbat ani „přírodovědným hitům“, jen bychom je měli zapracovat do obecnějšího kontextu. Jistým vodítkem pro volbu tématu nám může být také programová nabídka jiných institucí.

Jestliže budeme připravovat pořad, který bude celý nebo z velké části uváděn živě, měl by i k němu existovat závazný písemný scénář. Moderátor by jej měl obsahově zcela respektovat a odchylky či improvizace by měly být jen takové, aby podtrhovaly přirozený dojem jeho projevu (není možné text „drmolit“ jak to často dělají průvodci historickými památkami).

K pořadu by měla vzniknout „tiskovina“ nebo „něco jiného“ jako bonus pro každého návštěvníka (forma může být velmi rozmanitá, fantazii se meze nekladou, provozním nákladům s tím spojeným však většinou ano).

## CO BYCHOM MĚLI ZNÁT, NEŽ ZAČNEME PSÁT ...

Vytvoření popularizačního pořadu se s rozvojem technického vybavení a zejména s nástupem digitální sférické projekce stále více a více podobá filmové nebo televizní edukační tvorbě. Tato specializace byla sice na FAMU již zrušena, ale na mnohých vysokých školách se začaly rozvíjet studijní programy zaměřené na komunikaci vědy, které se svým obsahem blíží právě „edukativní tvorbě“. Na Slezské univerzitě je to především studijní program Multimediální techniky ve své bakalářské i navazující magisterské podobě.

V minulosti bylo nepsaným pravidlem, že autor scénáře byl zároveň režisérem a posléze i moderátorem pořadu. Většinou měl autor pořadu přírodovědecké vzdělání, ale žádné vzdělání „umělecké“. Je však vhodnější tyto profese oddělit, a i popularizační pořady určené pro sférickou projekci, vytvářet podobným produkčním postupem jako u klasických filmů.

Zejména ve fázi nápadu a námětu je velmi vhodné diskutovat zamýšlený obsah díla s lidmi, o jejichž názor mám zájem a zároveň jim důvěřuji. Obrazová a zvuková stránka díla by měla mít dynamický charakter a měla by být vzájemně vyvážená. Měli bychom opustit dřívější trend, kdy pořady pro sférické projekce byly podobné spíše rozhlasovým hrám doplněným o projekci několika statických snímků. To je v dnešní době pro fulldome projekce zcela překonaný přístup!

Ve většině případů se však naučme respektovat tzv. *filmový kontrapunkt* – aby současně zvuková a obrazová stránka pořadu nesdělovaly totéž. Po technické stránce bychom scénář měli psát ve formě, která je obvyklá pro filmovou tvorbu. Pokud dlouhodoběji spolupracujeme s jedním studiem, vyplatí se nám jako autorům scénáře respektovat jimi používaný formát.

Stejně jako u klasického filmu, je i pro fulldome pořad podstatným kritériem atraktivita pro diváky. Ta však nemusí odrážet skutečnou hodnotu a přínos pořadu! To ale jistě víte. Záleží většinou na naší volbě, zda chceme mít „vyrovnaný rozpočet“ nebo „políčku plnou cen z festivalů fulldome filmů“.

### POZNÁMKA



Výroba pořadů pro sférickou projekci je velmi nákladná a celý proces je velmi podobný procesu výroby klasického filmového dokumentu, jen technické požadavky jsou jiné.

Zahraniční produkce a globální distribuce fulldome pořadů však umožňuje nákup časově omezených licencí již vyrobených titulů, které jsou cenově výhodnější. Je však většinou nutné dalšími náklady vyřešit jazykovou lokalizaci.



## SHRNUTÍ KAPITOLY

V úvodu kapitoly je rekapitulace vývoje sférické projekce od projekčního planetária až po moderní digitální a stereoskopické řešení. Dále je krátce představena Unisféra, tedy univerzitní pracoviště, které je určeno studentům a kde mohou vytvářet fulldome pořady různého obsahového zaměření. Závěrečná část kapitoly se věnuje obecným zásadám tvorby popularizačních pořadů pro sférickou projekci.

---



## DOMÁCÍ ÚKOLY Z PILNOSTI

Vypracujte námět popularizačního pořadu pro sférickou projekci určeného studentům středních škol, téma – **gravitační interakce**, stopáž cca 30 minut.

- Modifikujte námět nejprve pro téma **geologický vývoj Země** a pak pro téma **archeologie ve Slezsku**. Diskutujte použitelnost původního námětu pro tato témata.
  - Diskutujte plánovanou obrazovou složku těchto pořadů.
- 



## KONTROLNÍ OTÁZKY

1. Která firma vyvinula první projekční planetárium?
  2. Jaký je rozdíl mezi planetáriem a sférickou projekcí?
  3. Vysvětlete pojem *fulldome pořad*.
  4. Co je to Unisféra? Jaké jsou její parametry?
-

### 3 STEREOSKOPICKÁ PROJEKCE

#### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Kapitola stručně popisuje princip prostorového vidění a způsoby, jak je možné vytvořit vizuální iluzi trojrozměrného prostoru z dvourozměrných obrazových předloh.

Stereoskopie se dělí na aktivní a pasivní, tedy jsou popsány existující technická řešení obou těchto skupin. V další části se text věnuje variantám stereoskopické projekce na rovnou projekční plochu a na hemisféru.

Krátce je diskutována volba vhodného a atraktivního obsahu stereoskopické projekce a edukační přínos pro diváky.

---

#### CÍLE KAPITOLY



- Pochopit základní principy stereoskopie
  - Seznámit se s aktivním i pasivním způsobem zobrazení
  - Získat vodítka pro volbu vhodného obsahu projekce
- 

#### ČAS POTŘEBNÝ KE STUDIU



Asi 60 minut

---

#### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Stereoskopie, aktivní brýle, pasivní brýle, stereoskopická sférická projekce

---

## 3.1 Úvod



### DEFINICE

*Stereoskopie je schopnost lidského mozku sloučit dva dílčí, navzájem poněkud odlišné obrazy, zachycené levým a pravým okem, ve výsledný jediný prostorový obraz.*

*definice stereoskopie podle RNDr. K. Pecka a J. Matějčka*

Samotné slovo *stereoskopie* vzniklo jako složenina z řeckého *stereos*, tedy pevný nebo tvrdý a přeneseně také prostorový a *skopeo*, což znamená vidím nebo pozoruji.

## 3.2 Stereoskopické vidění

Evolučním vývojem se u některých živočichů vyvinula schopnost prostorového vnímání. Vnější znakem této schopnosti jsou dva zrakové orgány. Každé oko poskytuje poněkud jiný pohled na okolí (z jiného místa v prostoru, například lidské oči jsou od sebe vzdáleny průměrně 63 mm). Prostorové vnímání reálného světa je podpořeno celou řadou tzv. vodítek (neboli klíčů). Pro vlastní prostorové vnímání je klíčový proces zpracování vjemů obou očí našim mozkem do jediného prostorového obrazu (tzv. fusion). Tuto schopnost však postrádá přibližně 12 % populace!



### PRO ZÁJEMCE

#### OKÉNKO DO HISTORIE

Přibližně od roku 1914 byl několika firmami vytvořen systém obrázkových stereokotoučků. Do 14 okének v kovovém nebo kartónovém kotoučku bylo vloženo sedm stereosnímků, malých diapozitivů.

Ty se daly prohlížet speciálním stereo-kukátkem s možností mechanického pootočení kotoučku. Tedy sedm motivů bylo možné si postupně (a stále dokola) prohlížet. Československá varianta takového systému měla obchodní název **Meoskop** a více informací naleznete zde: <http://www.stereokotoucky.cz/index.html>



**Obrázek 13: Prohlížečka stereoskopických kotoučků Meoskop.<sup>13</sup>**

Přehled fotoaparátů, jak klasických, tak digitálních, které umožňují pořizování statických stereoskopických snímků je možné najít zde: [https://en.wikipedia.org/wiki/Stereo\\_camera](https://en.wikipedia.org/wiki/Stereo_camera)

### 3.3 Stereoskopické zobrazování (projekce)

Při stereoskopickém zobrazování se „prostorovost“ objektů pouze simuluje. Celý proces můžeme rozdělit do dvou částí. Nejprve je nutné pořídít nebo vygenerovat tzv. *stereopár*, tedy snímek odpovídající pohledu pravým a levým okem. Při vlastním zobrazování (projekci) je pak nutné technicky zajistit, aby každé oko vnímalo jen snímek nebo snímky jemu určené.

Podle principu technického zajištění tohoto požadavku lze rozdělit stereoskopickou projekci do několika skupin. Nejčastější metodou je použití brýlí. Tzv. *aktivní brýle* mají s dostatečnou frekvencí (synchronizovanou s projekcí snímků) zatemňována „skla“. Jinou metodou je použití tzv. *pasivních brýlí*, které k selekci snímků pro pravé a levé oko využívají polarizační, barevné nebo interferenční filtry. Specifickou metodou je pak tzv. *autostereoskopie*, která nepoužívá brýle, je však zatím omezena na speciální monitory s úhlopříčkou do dvou metrů.

#### 3.3.1 AKTIVNÍ STEREOSKOPIKÁ PROJEKCE

Aktivní projekce se skládá z obrazového signálu, který tvoří střídavě snímky pro levé a pravé oko, a brýlí s LCD „skly“ pro každého diváka. Synchronizace mezi brýlemi a pro-

<sup>13</sup> Zdroj: [https://www.lochnessproductions.com/shows/fulldome\\_dome\\_full.jpg](https://www.lochnessproductions.com/shows/fulldome_dome_full.jpg)

jektorem je řešitelná také bezdrátově (rádiový signál nebo IR signál). Projekce je plně barevná, stačí jeden projektor a běžná projekční plocha. Je však třeba použít dražší brýle, které lze snadněji poškodit. Zanedbatelná není v tomto případě ani ztráta světelného výkonu.



**Obrázek 14:** Aktivní stereoskopické brýle, obsahují dobíjecí nebo jednorázový zdroj energie (baterii), která napájí synchronizační jednotku.<sup>14</sup>

### 3.3.2 PASIVNÍ STEREOSKOPIKÁ PROJEKCE

#### POLARIZAČNÍ BRÝLE

Jde o projekci dvojicí projektorů s polarizačními filtry a o využití polarizačních brýlí. Používá se jak lineární, tak kruhová polarizace. V obou případech je však nutné promítat obraz na speciální projekční plochu, která musí zachovávat polarizaci i po odrazu promítnutého světla. Projekce je plně barevná a je možné využít i levnější projektory. Brýle pro diváky jsou lehké a levné.

Nevýhodou je nezbytnost dvou projektorů, které je třeba synchronizovat, ale tento technický problém je dnes řešitelný také jedním projektořem s dvojnásobnou frekvencí (používá se 120 Hz). Další technickou komplikací je potřeba speciální projekční plochy a ztráta světla na filtrech a brýlích.

<sup>14</sup> Zdroj: <https://www.amazon.com/Xpand-Glasses-single-Discontinued-Manufacturer/dp/B00462RMS6>





**Obrázek 15: Polarizační stereoskopické brýle, běžné provedení.<sup>15</sup>**

### **BAREVNÉ BRÝLE**

Při této projekci je kromě projektoru potřeba vytvořit barevné stereopáry (*anaglyfy*) promítaného obrazu a poskytnout barevné brýle každému divákovi. Barevné páry nejčastěji tvoří barvy červená/azurová, popř. modrá/zelená. Stereopár je možné vložit do jediného promítaného snímku, brýle jsou velmi levné a metoda funguje také na tiskovinách a videu. Na druhé straně je velmi obtížné dosáhnout plné barevnosti.



**Obrázek 16: Brýle vhodné ke sledování anaglyfů nebo anaglyfické projekce.<sup>16</sup>**

<sup>15</sup> Zdroj: <https://www.abicko.cz/clanek/precti-si-technika/13833/pruvodce-svetem-3d-bryli-proc-ty-papir-rove-nefunguji-v-imaxu.html>

<sup>16</sup> Zdroj: <https://www.abicko.cz/clanek/precti-si-technika/13833/pruvodce-svetem-3d-bryli-proc-ty-papir-rove-nefunguji-v-imaxu.html>

### INTERFERENČNÍ BRÝLE

Technologie brýlí označovaná jako *Infitec* (<https://infitec.net/>) využívá princip, že filtry rozdělí světelné spektrum do šesti pásem: *R1*, *G1*, *B1* pro levé oko a *R2*, *G2*, *B2* pro oko pravé. Podobnými filtry jsou vybaveny brýle pro každého diváka. Výhodou je možnost zachovat plnou barevnost a použít běžnou projekční plochu, což je velmi výhodné pro použití například v sálech se starší sférickou projekcí (planetáriích).

Nevýhodou je velká ztráta světelného toku na filtrech projektorů a na brýlích. Je nezbytné použít dva velmi výkonné projektory a jejich světelný výkon musí být po celou dobu provozu přibližně stejný.



**Obrázek 17: Interferenční brýle INFITEC.<sup>17</sup>**



### TECHNOLOGIE STEREOSKOPIKÉ PROJEKCE

Většinu fyzikálních a technických principů různých druhů stereoskopické projekce ná-  
zorně shrnuje video umístěné na této adrese:

[https://www.youtube.com/watch?v=kiHD\\_hHZkjg](https://www.youtube.com/watch?v=kiHD_hHZkjg)

---

<sup>17</sup> Zdroj: <https://www.amazon.ca/Infitec-Glasses-huge-Glasses-top-Available-previously-Cinemas-first/dp/B00OWDXHCE>

## 3.4 Stereoskopická projekce v praxi

### 3.4.1 NA ROVINU

Velmi dlouhou dobu měla monopol na stereoskopickou projekci na plochou projekční plochu technologie **IMAX** (z anglického **Image MAXimum**) vyvinutá společností IMAX Corporation. Byl to analogový systém, který je založen na použití negativu šíře 65 mm a kopií zhotovených na 70 mm pozitivním materiálu (místo klasického formátu 35 mm).

Tak bylo dosaženo mnohem lepšího rozlišení a většího obrazu. Standardní plátno pro IMAX systém má rozměry 22×16 m a udávané rozlišení je 10000×7000 obrazových bodů. U nás v republice je tento systém provozován v Praze, konkrétně technologická varianta IMAX 3D ( viz <https://www.cinemacity.cz/imax#/> ).

S procesem digitalizace projekční techniky v klasických kinech se však stereoskopická projekce rozšířila i tam. V současnosti je celá řada titulů, které je možné vidět také ve stereoskopické verzi. Jsou využívány buď pasivní polarizační brýle nebo brýle aktivní.

### 3.4.2 STEREOSKOPICKÁ SFÉRICKÁ PROJEKCE

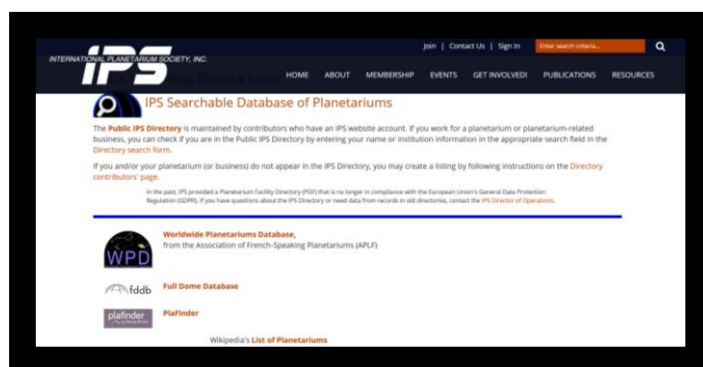
Ještě před 10 lety by se celosvětově počet institucí, které používaly stereoskopickou projekci na hemisféru nebo na její část, dal spočítat na prstech jedné ruky. V současné době jich jsou tisíce. Příčinou je zejména technologický rozvoj digitální projekce, ale také nárůst institucí, které provozují v nějaké podobě sférickou projekci.

#### PŘÍPADOVÁ STUDIE



Informace o institucích, které mají k dispozici stereoskopickou sférickou projekci je možné dohledat v databázích umístěných na tomto portále:

<https://www.ips-planetarium.org/page/planetariumfinder>





## MOHLO BY VÁS ZAJÍMAT ...

V sobotu 24. dubna 2010 byla v Planetáriu Ostrava uvedena premiéra pořadu „*Virtuální vesmír: Start!*“, ve kterém byla poprvé v planetáriu v České republice použita stereoskopická projekce (3D). Jednalo se o technologii Infitec s pasivními brýlemi a vizualizační prostředí Uniview (v této kombinaci se jednalo o první instalaci v planetáriu na světě).

### 3.4.3 VOLBA OBSAHU

Stereoskopickou projekci je však také nutné „naplnit“ potřebným obsahem – tedy atraktivními pořady pro návštěvníky. Podle technologie výroby je možné takovou „náplň“ rozdělit do několika skupin:

- **vizualizační software** (*Digistar 6*, *Uniview* atd.) – výhodou je velká variabilita, možnost živě provázených pořadů, ale i náročnějších „videoexportů“, také cenová dostupnost, jde o prostředí pro další tvorbu, samotné se po nějaké době „okouká“,
- **vytvořené animacemi** – zde je nutná spolupráce s externími výtvarníky a animátory; samotné renderování stereoobrazu není nijak triviální, ale je většinou snadnější než stereoskopické natáčení reálných scén,
- **natáčení reality ve stereoskopickém formátu** – pro tento účel nestačí jen pořídit techniku; je to velmi náročná práce, patrně je vhodnější spolupracovat s externím profesionálním studiem.

Pokud se budeme zamýšlet nad vlastními záběry, zjistíme, že jsou velmi působivé scény, které i v realitě vnímáme prostorově. Například pohled na vzdálené hory nás asi nijak nenadchne, ale záběr propasti, která se nachází jen krok před námi, vzbudí u diváků až reálný pocit závratí.

Mezi další vhodné motivy patří také časoběrné záběry, záběry z ptačí perspektivy (s využitím dronů), makrofotografie, záběry z mikrosvěta a zpomalené děje („časové lupy“). Hledání nových obsahových témat je velmi obtížné a je možná také příčinou, proč se stereoskopická projekce dosud ještě více nerozšířila, přestože se s ní experimentuje déle než jedno století.

### 3.4.4 PŘÍNOS PRO DIVÁKA

Návštěvníci si pochvalují názornost projekce, u mnohých projekce dokázala rozšířit možnosti jejich „abstraktního vnímání“ a představivost – podle jejich sdělení si např. konečně dokáží představit, jak je uspořádán prstenec Saturnu apod. Ukazuje se, že využití sférické stereoskopické projekce by mohlo být dlouhodobým trendem, který si najde místo

mezi ostatními vizualizačními médii. Současně platí, že rozhodující pro další využití této technologie jsou a budou především dobré a neotřelé nápady.

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Po krátkém historickém úvodu je vysvětlen princip prostorového vidění. Jsou popsány aktivní a pasivní technická řešení stereoskopické projekce. Dále je krátce představena technologie IMAX 3D jako příklad technické realizace stereoskopické projekce na rovnou projekční plochu. Stereoskopická sférická projekce je doménou zejména digitálních planetárií.

Závěr kapitoly je věnován obecnému vymezení obsahu vhodného pro zpracování ve stereoskopické verzi a popisu přínosu pro diváka, který je jednak edukační, ale také i emoční.

## KONTROLNÍ OTÁZKY



1. Na jakém obecném principu je založena stereoskopická projekce?
  2. Vysvětlete rozdíl mezi aktivní a pasivní stereoskopií.
  3. Co je to IMAX 3D?
  4. Co může tvořit obsah stereoskopické sférické projekce?
  5. Jaké obrazové náměty jsou atraktivní pro stereoskopické zpracování?
-

## 4 APPENDIX

### 4.1 Sférická projekce (fulldome) v České republice

Institucí, které mají k dispozici sférickou projekci, tedy jedno z imerzivních médií, není v naší republice mnoho. Je možné je rozdělit do dvou skupin. Tu první tvoří planetária, která byla vybavena digitální sférickou projekcí a v té druhé skupině jsou některá nově vybudovaná science centra, ve kterých jsou také zabudovány sály s touto projekcí. Stranou ponecháváme mobilní sférické projekce, které provozují některé soukromé společnosti. Jejich počet se dá odhadnout na několik desítek.

#### 4.1.1 PLANETÁRIA SE SFÉRICKOU PROJEKČÍ

**Brno** <https://www.hvezdarna.cz/>

**České Budějovice** <https://www.hvezdarnacb.cz/>

**Hradec Králové** <http://www.astrohk.cz/>

**Jindřichův Hradec** <http://www.hvezdarna.vkcjh.cz/#>

**Praha** <https://www.planetum.cz/>

**Uherský Brod** <https://hvezdarnaub.cz/>

#### 4.1.2 SCIENCE CENTRA SE SFÉRICKOU PROJEKČÍ

**Liberec** <https://iqlandia.cz/iqpark>

**Olomouc** <https://www.pevnostpoznani.cz/>

**Plzeň** <https://techmania.cz/cs/>

#### 4.1.3 JINÉ INSTITUCE

**Opava** <http://www.unisfera.slu.cz>

**Havlíčkův Brod** <https://www.zsnuselska.cz/prir.htm>

## 4.2 Autorská práva

Ochrana autorských práv je poměrně složitá oblast, jejíž podrobný rozbor překračuje rámec této publikace. Měli bychom jí však věnovat dostatečnou pozornost. Jedině tak se vyhneme případným problémům. Platný český autorský zákon umožňuje pro vzdělávací účely využívat v libovolném rozsahu veškerá autorská díla, pokud je uvedena přesná citace. V zahraničních právních systémech takové ustanovení nebývá, proto bychom raději vždy měli při vlastní tvorbě dbát na to, abychom ošetřili autorská práva námi použitých zdrojů. Je to nutné také z toho důvodu, že není zřejmé, zda popularizaci a komunikaci vědy s veřejností lze považovat za „vzdělávací účel“ použití díla.

**Plné znění autorského zákona je například zde:**

<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/autorsky/>

**Praktické jsou také materiály ze semináře pořádaného MU v Brně:**

<http://is.muni.cz/do/1499/el/seminare/index.html>

## 4.3 Problematika plagiátorství

Záměrné plagiátorství a podobné podvody mají ve vědě i v jiných lidských činnostech spojených s duševní a tvůrčí prací dlouhou historii a patrně jsou věčným problémem, kterému nezabrání ani sebedokonalejší recenzní řízení.

Velmi často se však můžeme, zejména u studentů všech typů škol, setkat s nevědomým plagiátorstvím nebo s tím, že za plagiátorství je považováno pouze doslovné převzetí textu bez uvedení citace. To je však pouze jedna z jeho podob.

Tato problematika je velmi dobře rozebrána v rozsáhlejší článku americké astrofyzičky, profesorky Cecílie Barnbaumové:

[https://barnbaum.valdosta.edu/personal/teaching\\_MISC/plagiarism.htm](https://barnbaum.valdosta.edu/personal/teaching_MISC/plagiarism.htm)

Kromě definic různých druhů podoby plagiátorství zároveň na příkladech ukazuje, jak se mu vyhnout a zachovat si čistý kredit.

## LITERATURA

- [1] Adler, Rudolf; Cesta k filmovému dokumentu, AMU, Praha, 2001, ISBN 80-85883-72-4
- [2] Bláha, Ivo; Zvuková dramaturgie audiovizuálního díla, Nakladatelství AMU, Praha, 2004, ISBN 80-7331-010-4
- [3] Císař, Jan; Základy dramaturgie, Nakladatelství AMU, Praha, 2009, ISBN 978-80-7331-146-9
- [4] Field, Syd; Jak napsat dobrý scénář, Rybka Publishers, Praha, 2007, ISBN 80-87067-65-7
- [5] Malý, Svatopluk; Vznik, rozvoj a ústup multivizuálních programů, Nakladatelství AMU, Praha, 2010, ISBN 978-80-7331-183-4
- [6] Nichols, Bill; Úvod do dokumentárního filmu, Nakladatelství AMU, Praha, 2010, ISBN 978-80-7331-181-0
- [7] Novotný, David Jan; Chcete psát scénář?, AMU Praha, 2000, ISBN 808588352X
- [8] Overschmidt, Gordian; Schröder, Ute B.; Fullspace-Projektion: Mit dem 360° lab zum Holodeck, Springer, 2013, ISBN 978-3642246555
- [9] Petersen, M. C., 2013, A Planetarian's Primer for Fulldome, <http://www.lochnessproductions.com/reference/primer/primer.html>
- [10] Pokorný, Zdeněk; Vesmír na dosah ruky, HaP Brno a Sdružení hvězdáren a planetárií, Brno, 2008, ISBN 978-80-85882-27-8
- [11] Valušiak, Josef; Základy stříhové skladby, Nakladatelství AMU, Praha, 2005, ISBN 80-7331039-2-59

## AUTORSKÉ PRÁVO

- [12] Polčák, Radim; Autorské právo v akademické praxi, VÚTS, Liberec, 2012, ISBN 978-80-87184-29-5
- [13] Šebelová, Marie; Autorské právo, Computer Press, Brno, 2006, ISBN 80-251-1090-7



## DALŠÍ LITERATURA

- [14] Bowater, L., Yeoman, K.; Science Communication: A Practical Guide for Scientists, WileyBlackwell, 2012, ISBN 978-1119993124
- [15] Bordwell, D., Thompsonová, K.; Umění filmu, Nakladatelství AMU, Praha, 2011, ISBN 978-80-7331-217-6
- [16] Gráf, T. (editor); Manuál SciCom přírodních věd, publikace z projektu „Spolupráce pro budoucnost“, VŠB-TU, Ostrava, 2013
- [17] Gráf, T. (editor); Sborník konference „SciCom v přírodních vědách I“, VŠB-TU, Ostrava, 2012, ISBN 978-80-248-2957-9, <https://drive.google.com/file/d/158OQ9REgxnKVejhIe92QTJyHlyesblc-/view?usp=sharing>
- [18] Gráf, T. (editor); Sborník konference „Sci Com v přírodních vědách II“, VŠB-TU, Ostrava, 2013, ISBN 978-80-248-3318-7, [https://drive.google.com/file/d/1o522ga9NwfBuNZZj3unzvmXMt\\_dLWmoO/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1o522ga9NwfBuNZZj3unzvmXMt_dLWmoO/view?usp=sharing)
- [19] Chen, J. 2002, A Virtual Environment System for the Comparative Study of Dome and HMD, unpublished master's thesis, University of Houston, Houston, Texas.
- [20] Hatada, T., Sakata, H., & Kusaka, H.1980, “Psychophysical Analysis of the “Sensation of Reality” Induced by a Visual Wide-Field Display,” SMPTE Journal, 89, pp. 560-569.
- [21] Hayden, T., Nijhuis, M.; The Science Writers' Handbook: Everything You Need to Know to Pitch, Publish, and Prosper in the Digital Age, Da Capo Lifelong Books, 2013, ISBN 978-0738216560
- [22] Meredith, D.; Explaining Research: How to Reach Key Audiences to Advance Your Work, Oxford University Press, USA, 2010, ISBN 978-0199732050
- [23] Reed, G., & Campbell, J.R. 1972, “A Comparison of the Effectiveness of the Planetarium and the Classroom Chalkboard and Celestial Globe in the Teaching of Specific Astronomical Concepts,” School Science and Mathematics, 72, pp. 368-374.
- [24] Rosemergy, J.C. 1967, An experimental study of the effectiveness of a planetarium in teaching selected astronomical phenomena to sixth grade children, unpublished doctoral dissertation, University of Michigan.
- [25] Sumners, C., & Reiff, P. 2002, “Creating Full-Dome Experiences in the New Digital Planetarium,” Proceedings of the NASA Office of Space Science Education and Public Outreach Conference, San Francisco: Astronomical Society of the Pacific Conference Series, pp. 155-159. Wright, D.L.C. 1969, Effectiveness of the planetarium and different methods of its utilization in teaching astronomy, unpublished doctoral dissertation, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- [26] Yu, K. C. 2005, Planetarian, vol. 34, no. 3, Digital Full-Domes: The Future of Virtual Astronomy Education, pp. 6-11.

## SHRNUTÍ STUDIJNÍ OPORY

Tato studijní opora je zaměřena ze všech moderních imerzivních médií především na sférickou projekci. Pokud se výuka, která se týká této oblasti, bude na univerzitě rozvíjet podle plánovaných předpokladů, vzniknou obdobné texty zaměřené na rozšířenou či virtuální realitu a také na jejich možné tvůrčí kombinace.























**PRVNÍ KAPITOLA** rekapituluje a definuje většinu moderních imerzivních médií.

**DRUHÁ KAPITOLA** začíná přehledem vývoje technologií využívaných pro sférické projekce, ale velká pozornost je věnována informacím o Unisféře, tedy univerzitní sférické projekci, jejíž provoz byl zahájen v roce 2019 v budově Fyzikálního ústavu na Bezručově náměstí 13 v Opavě.

**TŘETÍ KAPITOLA** je zaměřena na stereoskopii. Je vysvětlena podstata stereoskopického vidění a stereoskopického zobrazování (projekce) a představena používaná technická řešení.

**APPENDIX**, tedy příloha, obsahuje seznam institucí se sférickou projekcí (v ČR) a také odkazy na informační zdroje, které se věnují otázkám autorských práv a problematice plagiátorství.

## PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON

	Čas potřebný ke studiu		Cíle kapitoly
	Klíčová slova		Nezapomeňte na odpočinek
	Průvodce studiem		Průvodce textem
	Rychlý náhled		Shrnutí
	Tutoriály		Definice
	K zapamatování		Případová studie
	Řešená úloha		Věta
	Kontrolní otázka		Korespondenční úkol
	Odpovědi		Otázky
	Samostatný úkol		Další zdroje
	Pro zájemce		Úkol k zamyšlení

Název: **Imerzivní média**

Autor: **RNDr. Tomáš Gráf, Ph.D.**

Vydavatel: Slezská univerzita v Opavě  
Filozoficko-přírodovědecká fakulta v Opavě

Určeno: studentům SU FPF Opava

Počet stran: 44

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.