

Prostorové zobrazení designu

BcA. Pavel Vincenc

Diplomová práce
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Kabinet teoretických studií
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Pavel VINCENC**
Osobní číslo: **K10304**
Studijní program: **N 8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimedia a design – Grafický design**

Téma práce: **Prostorové zobrazení designu**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část:

Možnosti prostorového zobrazení obsahu, analýza současného stavu a prognózy vývoje, ukázky plus komentáře.

2. Praktická část:

Realizace designu za využití 3D zobrazení.

Na samostatném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 ks obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK.

Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách.

V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- BUTLER, Jiří, K. HOLDEN a W. LIDWELL. Univerzální principy designu. Praha: Computer Press, 2011. 272 s. ISBN 9788025135402.**
MENDIBURU, Bernard. 3D TV and 3D Cinema: Tools and Processes for Creative Stereoscopy. Focal Press, 2011. 242 s. ISBN 9780240814612.
MENDIBURU, Bernard. 3D Movie Making: Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen. Focal Press, 2009. 223 s. ISBN 9780240811376.
ZONE, Ray. Stereoscopic cinema & the origins of 3-D film, 1838–1952. Kentucky: University Press of Kentucky, 2007. 220 s. ISBN 9780813124612.
ACKLAND, William. How to take stereoscopic pictures. Oxford: University of Oxford, 2011. 52 s. ISBN 9781179465234.
MAYER, Cris a T. MAYER. Adobe After Effects. Praha: Computer Press, 2010. 416 s. ISBN 9788025125007.
DYCKMAN, Dan. Skryté rozměry. Praha: Knižní klub, 1995. 64 s. ISBN 8071761591.

Vedoucí diplomové práce:

doc. PaedDr. Jiří Eliška

Ústav reklamní fotografie a grafiky

Datum zadání diplomové práce:

15. listopadu 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

18. května 2012

Ve Zlíně dne 6. března 2012

doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.

děkanka



Mgr. Lukáš Gregor

ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně

7.5.2012

PAVEL VINCENC 

Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá tématem prostorového zobrazení designu. Přináší pohled na to, jakým způsobem se během historie vyvíjely způsoby i postupy znázornění prostorového světa kolem nás. Krátce jsou zde vysvětleny obecné principy stereoskopického vidění.

Zároveň předkládá shrnutí současných 3D technologií pro zobrazení obsahu, a také se pokouší nastínit vize, jak by tyto nové možnosti, mohly mít v budoucnu vliv na vytváření designu.

Klíčová slova: prostorové zobrazení, design, perspektiva, princip vidění, perspektivní promítání, anaglyfy, stereogramy, 3D projekce.

ABSTRACT

The theme of these thesis is spatial representation of design. It provides insight into how the history developed ways and methods of spatial representation of the world around us. Briefly explained, there are general principles of stereoscopic vision.

It also presents a summary of today's 3D technology to display content, and also attempts to outline a vision of how these new possibilities in the future might have influence on design.

Keywords: spatial represenatation, design, perspective, principles of vision, perspective projection, anaglyphs, stereograms, 3D projection.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji svému vedoucímu práce, doc. PaedDr. Jiřímu Eliškovi za poskytnuté informace a připomínky.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRINCIP VIDĚNÍ	12
1.1 FYZIOLOGIE OKA	12
1.2 VNÍMÁNÍ SVĚTLA	14
1.2.1 Světelné spektrum	14
1.2.2 Spektrum vnímané lidským okem.....	15
1.2.3 Barevná teplota.....	17
1.2.4 Vliv barevnosti předmětů na vnímání barvy.....	18
2 PROSTOROVÉ VIDĚNÍ	19
2.1 FYZIOLOGICKÉ VLIVY	19
2.1.1 Binokulární dispartita.....	19
2.1.2 Akodomace	19
2.1.3 Konvergence	20
2.1.4 Pohybová paralaxa	20
2.2 PSYCHOLOGICKÉ VLIVY	21
2.2.1 Lineární perspektiva.....	21
2.2.2 Světlo a stín.....	21
2.2.3 Relativní velikost	22
2.2.4 Atmosférický vliv.....	22
2.2.5 Překrývání objektů	22
2.3 CHYBNÁ INTERPRETACE VIDĚNÉHO.....	22
2.3.1 Oční klamy založené na rozpoznání jasu	23
2.3.2 Kognitivní paradoxy vnímání	25
2.3.3 Iluze velikosti	26
2.3.4 Optické klamy vytvořené jako nerealistické objekty	27
3 PROSTOROVÉ ZOBRAZENÍ V UMĚNÍ	28
3.1 PROSTOROVÉ ZOBRAZENÍ CHRONOLOGICKY	28
3.2 EGYPT	28
3.3 ANTIKA	29
3.4 BYZANCE, ROMÁNSKÉ UMĚNÍ.....	30
3.5 GIOTTO	31
3.6 RENESANCE.....	32
3.7 BAROKO	37
3.8 IMPRESIONISMUS	37
3.9 KUBISMUS – ZAVRŽENÍ KLASICKÉ PERSPEKTIVY	38
3.10 SURREALISMUS – POKŘIVENÁ REALITA SALVÁDORA DALÍ	39
3.11 ZOBRAZENÍ NEMOŽNÉHO – M. C. ESCHER.....	41
3.11.1 Relativita	41
3.11.2 Vodopád	42
3.11.3 Vzestupně a sestupně	43
4 PERSPEKTIVA	45

4.1	DRUHY PERSPEKTIVNÍHO PROMÍTÁNÍ	46
4.1.1	Lineární perspektiva	46
4.1.2	Lineární perspektiva s jedním úběžníkem	46
4.1.3	Lineární perspektiva se dvěma úběžníky	48
4.1.4	Lineární perspektiva se třemi úběžníky	49
4.1.5	Rovnoběžné promítání	49
4.1.6	Mangeovo promítání	50
4.1.7	Axonometrie	50
4.1.8	Kosouhlé promítání	51
4.1.9	Vojenská perspektiva	51
5	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PROSTOROVÉHO ZOBRAZENÍ	52
5.1	HISTORIE	52
5.2	STEREOKOUTOUČKY	54
5.3	STEREOGRAFIE A PROSTOROVÁ FOTOGRAFIE	57
5.4	ANAGLYFY	59
5.4.1	Počátek anaglyfů	59
5.4.2	Mechanismus zobrazení	60
5.4.3	Barevné anaglyfy	60
5.4.4	Vytváření anaglyfické grafiky	62
5.4.5	Komerční využití anaglyfů	63
5.4.6	Internetové stránky a prostorové zobrazení	65
5.4.7	Počítačové hry a anaglyfy	66
5.4.8	Anaglyfy v lékařství	66
5.4.9	Anaglyfy jako učební pomůcka	66
5.4.10	Knižní tvorba, magazíny	67
5.5	STEREOGRAMY	68
5.5.1	Jak fungují stereogramy	68
5.5.2	Historie stereogramů	69
5.5.3	Jednoduché tzv. „wallpaper“ autostereogramy	70
5.5.4	Random – dot stereogramy	72
5.5.5	Animované stereogramy	72
5.5.6	Počítačové programy na tvorbu stereogramů	73
6	NOVÉ TECHNOLOGIE 3D ZOBRAZENÍ	74
6.1	PŘEHLED SOUČASNÝCH MOŽNOSTÍ ZOBRAZENÍ	74
6.1.1	Anaglyf projekce	75
6.1.2	Aktivní systém projekce	76
6.1.3	Systém za použití polarizačního modulátoru	77
6.1.4	Pasivní systémy projekce	78
6.1.5	Auto-stereoskopická projekce	79
II	PRAKTICKÁ ČÁST	82
7	PRAKTICKÁ ČÁST	83
7.1	TECHNICKÉ VYBAVENÍ	84
7.2	POSTUP REALIZACE STEREOKOPICKÉHO DESIGNU	86
7.3	STEREOKOPICKÉ FORMÁTY SOUBORŮ	87
7.4	SOFTWARE PROSTŘEDKY PRO PŘEHRÁVÁNÍ OBSAHU	87
8	ZÁVĚR	88

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	90
SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ODKAZŮ.....	91
SEZNAM OBRÁZKŮ	93
SEZNAM TABULEK.....	97

ÚVOD

„Perspektiva je otěží a kormidlem malířství“.

— *Leonardo da Vinci.*

Téma prostorového zobrazení designu jsem si vybral proto, že již od počátku dějin výtvarného umění je způsob zobrazení viděné reality jednou ze stěžejních věcí, kterou se člověk snažil zachytit.

Cílem diplomové práce je popsat a porovnat způsoby prostorového zobrazení od minulosti po současnost. V rámci úvodní části se zaměřuji na obecnou problematiku vidění. Následuje kapitola, ve které se věnuji tomu, proč a jakým způsobem vidíme prostorově a také, co ovlivňuje to, jakým způsobem vnímáme prostor.

Dále předkládám rychlý chronologický přehled o tom, jak se během historie způsoby prostorového zobrazení postupně vyvíjely a zdokonalovaly, což bylo patrné především v rámci umění. Princip stereografického a prostorového zobrazení „lákal“ s příchodem nových vynálezů a to hlavně díky možnosti zobrazit realitu opět prostorově. První způsoby se datují již od 19. století a prochází neustálým vývojem, a to hlavně díky použití nových zobrazovacích technologií a momentálně samozřejmě také díky rostoucímu výkonu výpočetní techniky.

Prostorovým způsobem zobrazení jsem se inspiroval v praktické části magisterské práce. Hlavní myšlenkou bylo maximálně využít současné možnosti prostorového zobrazení a vytvořit grafický design s preferencí pro stereoskopickou projekci, a to za použití pasivního systému zobrazení 3D monitoru včetně polarizačních brýlí.

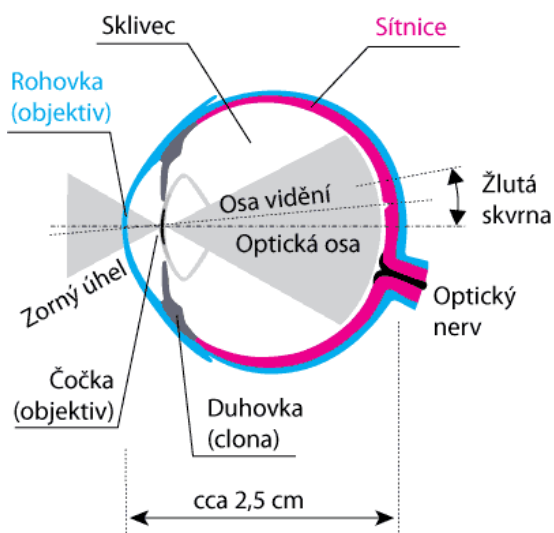
V závěru se snažím zhodnotit získané informace a zkušenosti předložením možné budoucí vize toho jakým směrem by mohly jít nové způsoby prostorového zobrazení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRINCIP VIDĚNÍ

1.1 Fyziologie oka

Oko funguje jako první část lidského vidění. Pokud jej srovnáme v měřítkách fotoaparátů, tak obsahuje jednoduchý objektiv o dvou členech – tedy rohovku (cornea), což je vnější člen optické soustavy a vnitřní čočka (lens). Celkové množství světla, které prochází okem je ovlivňováno a upraveno duhovkou (clonou), která se nachází mezi nimi. Dále se světlo šíří skrz průhledný sklivec (vitreus humor) a končí na světelně-citlivé části oka (sítnice, retina), kde dochází k vytvoření obrazu.



Obr. 1. Stavba lidského oka.

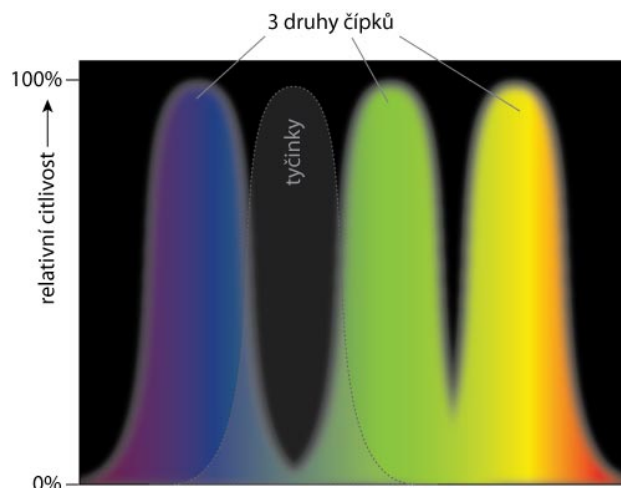
V případě, že bychom srovnali sítnici člověka v poměru se světlo-citlivým čipem současných digitálních fotoaparátů, tak bychom došli k následujícím číslům. Kruh sítnice dospělého člověka má průměr cca 42 mm a obsahuje cca 130 milionů tyčinek (rods) a 7 milionů čípků. Z toho pohledu se jedná o fotoaparát schopný zachytit 137 megapixelový snímek. Nejostřejším místem resp. místem s nejkvalitnějším viděním je žlutá skvrna (fovea), což je místo na sítnici o průměru cca 0,2 – 0,5 mm, zároveň se nachází na středové ose oka. V tomto místě je koncentrace čípků cca 150 000 na 1 mm², což v přepočtu na rozlišení v počítačové terminologii, odpovídá 10000 DPI. Zároveň v tomto místě nejsou téměř žádné tyčinky – tato část slouží primárně k barevnému vidění za denního světla.

Tab. 1. Funkce čípků a tyčinek v lidském oku.

Světlocitlivá buňka	Dominantní umístění	Účel	Citlivost	Špička [nm]
Čípky	Žlutá skvrna	Jasová a barevná detekce	Červená	564
		Jasová a barevná detekce	Zelená	533
		Barevná detekce	Modrá	437
Tyčinky	Periferní část sítnice	Periferní a noční vidění	Zelená-modrá	498

Směrem pryč od žluté skvrny se zmenšuje intenzita čípků a naopak přibývá hustota tyčinek – ta bývá největší ve vzdálenosti kolem 5-6 mm od centra, kde se nachází až 160000 tyčinek na 1 mm². Tato část je primárně určena pro sledování změn světla – slouží k nočnímu vidění a také vidění perifernímu.

Sítnice také obsahuje tři druhy čípků – každý z nich má světlo-citlivý pigment reagující na jinou vlnovou délku světla, tedy jinou barvu. Červeně zabarvené čípky mají reakci především na červeno-žlutou barvu, dále zelené čípky na primárně zeleno-žlutou barvu a modré čípky reagují na modro-fialovou barvu. Oko analyzuje barevné spektrum pomocí čípků ve 3 oblastech spektra. Barvoslepé tyčinky pak reagují na oblast světla mezi modrou a zelenou vlnovou délkou.



Obr. 2. Tři druhy čípků s různou funkcí.

Typickým příkladem použití spektra, nacházející se mimo lidské vidění je rentgenová, infračervená nebo ultrafialová fotografie. U dnešních digitálních fotoaparátů můžeme využít fakt, že jejich senzory jsou částečně citlivé také mimo viditelné spektrum a později „obar-

vit“ tato získaná data do spektra viditelného pro naše oči. Překonání schopností lidského oka je běžné u rentgenové fotografie. Tyto vlny prostupují volně lidskou tkání, zatímco radiové vlny prostoupí bez problému masivní strukturou, např. zdi, apod.



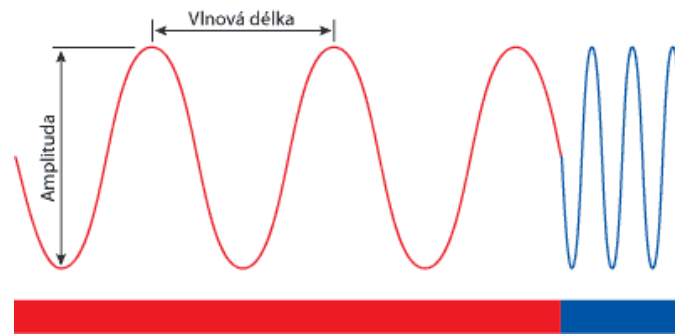
Obr. 3. Rentgenová fotografie.

1.2 Vnímání světla

1.2.1 Světelné spektrum

Podle standardní definice je světlo chápáno jako část elektromagnetického záření. Lidské vidění je schopno vnímat pouze velmi malou část existujícího záření a pouze nepatrný zlomek záření existujícího ve vesmíru. Je to logické vzhledem k tomu, že se člověk adaptoval po dobu evoluce primárně na schopnost vnímat záření a světlo pocházející ze Slunce, což mělo také za následek adaptaci a vývoj zraku a to s ohledem na prostupnost záření skrz zemskou atmosféru.

Jak na člověka působí rychlost kmitání nebo světelného vlnění? Člověk tuto vlastnost světla vnímá jako barvu. Pokud je rychlost vlnění pomalejší – tedy s delší délkou vln, vnímá barvu jako červenou, naopak pokud vlnění je rychlejší – působí na zrak jako barva modrá až fialová.

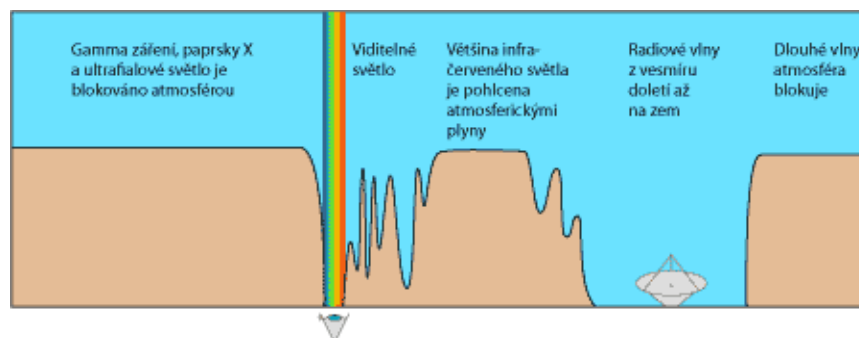


Obr. 4. Barva jako vlnová délka a amplituda.

Rozeznáváme tři základní vlastnosti – první je vlnová délka (rychlost neboli frekvenci kmitání). Dále intenzita – je to tzv. amplituda vlny. Poslední vlastností je polarizace – ta určuje směr kmitání. Amplituda zároveň určuje intenzitu světla nebo jas.

1.2.2 Spektrum vnímané lidským okem

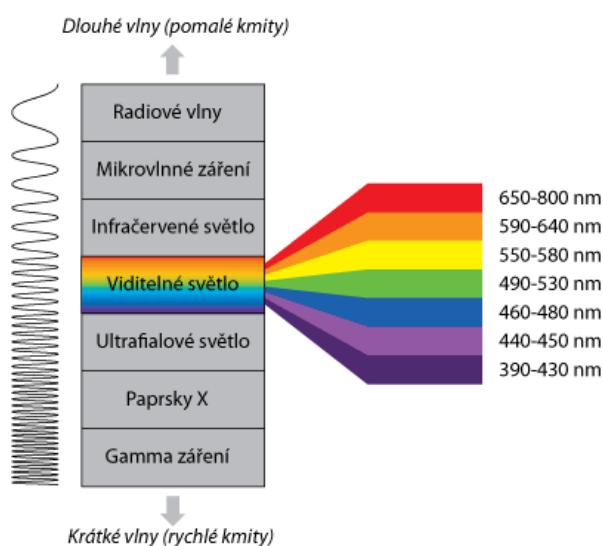
Lidské oko je schopné vnímat vlny cca od 400 do 700nm délky – vidí tedy pouze malou část z komplexního elektromagnetického spektra. Různé délky světla jsou tedy vnímány jako barva světla. Barvy z tohoto viditelného spektra jsou nazývány také jako spektrální barvy a obsahují dle vlnové délky, stupnici barev od červené (rychlé kmity), směrem k pomalejším kmitům – žlutou, oranžovou až po odstíny fialové barvy – dále již spektrum vystupuje z rozsahu viditelného lidským okem. Na obr. 5 je zobrazené spektrum viditelné lidským okem, versus celkové spektrum záření. V rámci tohoto minimálního pruhu se odehrává veškeré vnímání vizuálního světa.



Obr. 5. Spektrum záření a viditelná část lidským okem.

Lidské smysly vnímají barvy tak, že nedokážou samostatně rozlišit jeho jednotlivé složky spektra – směs mnoha různých vlnových délek vnímá tedy jako jednu barvu. Společnou kombinaci všech barev viditelného spektra vnímá jako barvu bílou – tedy barvu neutrální.

Nespektrální barvy jsou pak definovány jako barvy vzniklé mícháním světla o různých světelných délkách – nejsou tedy obsaženy přímo v základním spektru světla. Typickými nespektrálními barvami jsou desaturované barvy, světla o různých světelných délkách – nejsou tedy obsaženy přímo v základním spektru světla – jedná se o odstíny šedé barvy nebo barvu bílou.



Obr. 6. Vliv rychlosti kmitů na vnímanou barvu.

Záření, které není přímo viditelné lidským okem lze pomocí speciálních přístrojů nebo programů převést do viditelné části spektra. Příkladem může být fotografie pořízená Hubblovým teleskopem, u které je část vlnové délky z neviditelného spektra o délce 350nm posunuta a upravena do viditelného spektra 400nm, a tím vznikne pro lidské oko byť viditelný obraz, který ve své podstatě neodpovídá zcela fyzikální realitě.



Obr. 7. Fotografie části mlhoviny M16 pořízena Hubbleovým teleskopem.

1.2.3 Barevná teplota

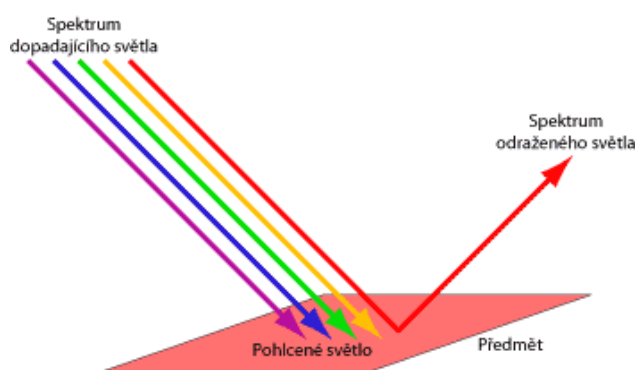
Německý fyzik Max Planck identifikoval na začátku 20. století průlomový jev, kdy spektrum světla vyzařujícího tělesem je ovlivněno jeho teplotou. Konkrétně černá barva světla je určena tou teplotou, na kterou je nutné v absolutní úrovni těleso zahřát, aby následně vyzařovalo právě onu barvu. Teplota světla je běžně udávána v Kelvinech. Jeho teorií světelného kvanta se následně zabýval i Albert Einstein, který jí dále rozvinul a vysvětlil tak fotoelektrický jev.

Tab. 2. Barevná teplota typických zdrojů světla.

Teplota v K	Zdroj světla
1200-1500	Svíčka
2500-3200	Běžná žárovka (40-200W)
3000-4000	Východ a západ slunce
4000-5000	Zářivka
5000-6000	Sluneční světlo (slunný den), fotografický blesk
6000-7000	Zamračený a mlhavý den
7000-8000	Fotografie ve stínu slunce
8000-11000	Modré nebe bez slunce (hory)

1.2.4 Vliv barevnosti předmětů na vnímání barvy

Barevnost předmětů je dána především vlastnostmi jeho povrchu. Dále tím jaké barvy pohlcuje (vlnovou délku světla) a následně jakým způsobem barvu odráží. Důležitým faktorem je také barva světla, jež na ně dopadá. Pokud je předmět průhledný, část dopadajícího světla propustí a zbývající část pohltí, resp. také odrazí. Ve výsledku předmět změní spektrum dopadajícího světla a my tuto skutečnost změněného spektra předmětu vnímáme jako jeho typickou barvu.



Obr. 8. Vliv barevnosti předmětu na odražené spektrum barvy.

Na barvě předmětů, které samy neobsahují aktivně emitované světlo, se tedy podílí především spektrum, resp. barevnost světla, jež předmět osvětluje. A na dalším místě vlastnosti předmětu, jež dopadající světlo a jeho spektrum změní.

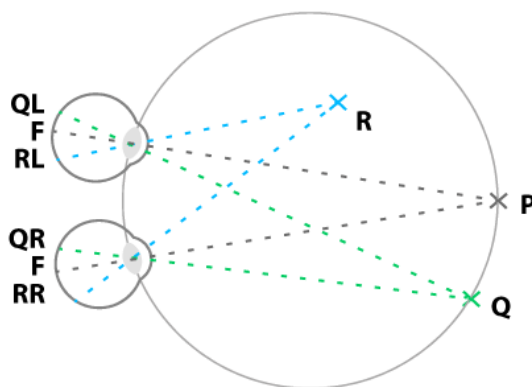
2 PROSTOROVÉ VIDĚNÍ

Princip prostorového vnímání ovlivňuje řada faktorů. Svět kolem nás vidíme trojrozměrně, aniž bychom přemýšleli o tom proč tomu tak je. Na následujících řádcích zmíníme podstatu prostorového vidění a klíče, které vidění a vnímání viděné skutečnosti ovlivňují. Zásadní rozdělení podnětů, které toto ovlivňují, je na fyziologické a psychologické vlivy.

2.1 Fyziologické vlivy

2.1.1 Binokulární dispartita

Je to hlavní princip pro identifikování prostorového vjemu mozkiem. Na obr. 9 vidíme, že pohled je směřován do bodu P. Jeho obraz dopadá do středu sítnice (F). Sítnicová dispartita je dána rozstupem středu očí, který je u průměrného dospělého člověka vzdálen 63 milimetrů. Pokud se zaměříme na jeden konkrétní bod, ten se promítne na sítnici do konkrétního místa, každé další body, které se promítnou do stejné vzdálenosti od průmětu bodu prvního, leží na horopteru a mají tedy nulovou dispartitu. Zjednodušeně řečeno z minimálních rozdílů v rámci vnímání obou očí, lze identifikovat jednotlivé hloubkové poměry objektů ve scéně.



Obr. 9. Horoptera kružnice.

2.1.2 Akomodace

Jedná se o fyziologické schopnosti oka zaostřit a to pomocí stahování oční čočky. Díky kombinování již známé informace o velikostech akomodace a následnému porovnání ost-

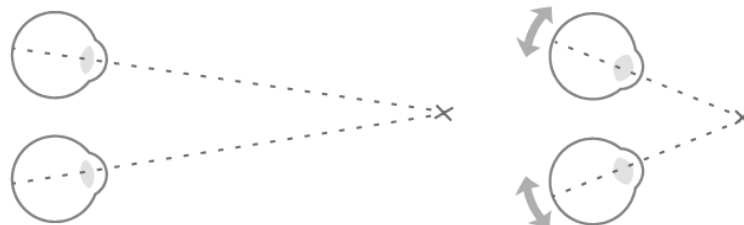
rosti sledovaného objektu s předchozí zkušeností, je mozek schopen odvodit prostorové umístění objektů a vtahe mezi dalšími sledovanými objekty



Obr. 10. Akomodační funkce očí.

2.1.3 Konvergence

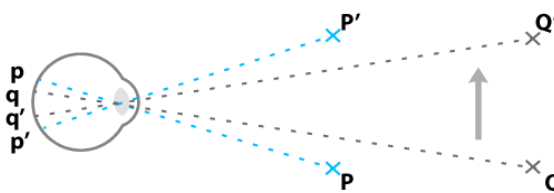
Je sbíhavost resp. rozbíhavost očních os při ostření oka, a také schopnost očí měnit sledovaný úhel vzhledem k objektu, který sledujeme. Pokud oko ostří na blízké objekty, pak oči tzv. konvergují. Naopak pro rozpornání objektů v dáli jsou osy očí rovnoběžné. K divergenci očí za běžných podmínek nedochází.



Obr. 11. Konvergence očí a vliv na sledovaný úhel.

2.1.4 Pohybová paralaxa

Je to způsob, při kterém se vzdálenější objekty jeví jako pomalejší oproti těm, které jsou v popředí. Pohyb může být jak na straně pozorovaného, tak na straně objektu. V rámci těchto změn si mozek vytváří informaci o prostorovém uspořádání objektů. Je to významný identifikátor k určování hloubky objektu fungující při zakrytí jednoho oka.



Obr. 12. Pohybová paralaxa.

2.2 Psychologické vlivy

Monokulární podněty, které pomáhají identifikovat hloubku a perspektivu jsou takové, které nám pomáhají vnímat hloubku, a to bez použití binokulární disparity. Tyto podněty se učíme během života na základě získaných zkušeností. Zároveň mohou být také tyto monoskopické klíče chybně interpretovaný, v tomto případě dochází k optickému klamu.

2.2.1 Lineární perspektiva

Jedná se o linie rovnoběžného směru sbíhající se v úběžník. Zároveň také interpretuje postupné zmenšování objektů směrem dozadu, a také představuje vztah mezi objekty, které jsou blízké a vzdálené. Díky tomu je možné například na obrazech výrazně posílit dojem z prostorové hloubky.

2.2.2 Světlo a stín

Osvětlení je velmi důležité pro prostorové vykreslení objektů. Pomáhá rozpoznat směr, ze kterého je objekt světelným zdrojem nasvícen. Díky stínu je možné identifikovat polohu předmětu vůči místu, na kterém leží. Zároveň světlejší předměty vnímáme subjektivně blíže než předměty tmavší barvy.

2.2.3 Relativní velikost

Objekty vnímáme jako větší, pokud jsou blíže. Při tomto druhu rozpoznávání mozek využívá svoje získané zkušenosti. Například pokud vidíme auto z větší vzdálenosti, tak i když dopadá na naší sítnici malý obraz, víme, že to není jeho rozměry, ale tím, že je od nás tak daleko. Zároveň je možné pomocí této metody vytvářet filmové efekty i bez počítačové kompozice scény, což se v minulosti běžně používalo.

2.2.4 Atmosférický vliv

Tento efekt je patrný především v environmentálním prostředí a zvětšuje se s rostoucí vzdáleností. Je to způsobené tím, že vzduch není absolutně průhledné prostředí – obsahuje miniaturní částičky jako prach, pára, které mění směr světelných paprsků. Proto jsou například „dálky“ vnímány s nádechem modré barvy.

2.2.5 Překrývání objektů

Pokud sledujeme předměty s různou velikostí, důležitou roli hraje také to, jestli se navzájem překrývají. Pokud tomu tak je, objekt, který nevidíme kompletní a je překrytý, se jeví jako dále od očí pozorovatele.

2.3 Chybná interpretace viděného

Vidění jako takové musí být vnímáno jako subjektivní záležitost. Oko a následně mozek nemají za hlavní úkol „měřit“ elektromagnetické záření – světlo, ale svým způsobem má tento systém schopnost nejenom vnímat barvy, mít určitý dynamický rozsah, ostřit, ale také další schopnosti, které mají za úkol „pomoci“ k dešifrování toho co v okolním světě vidíme.

Tyto vlastnosti se postupně kumulují během života v rámci zkušenosti a emocionální báze – tedy spojení toho co vidíme s tím, jak tyto údaje interpretuje naše vědomí. Mozek je schopný korigovat rozsáhlé vady oka, či dokáže doplňovat části scény nebo například provádět „real-time“ korekce při změně světelných podmínek – ať například z hlediska jasu,

tak i z hlediska interpretace barev. Další vlastností je také to, jak upravuje vyvážení bílé barvy. Na druhé straně tyto vlastnosti mohou způsobit paradoxně špatnou interpretaci toho, co vidíme a mohou vést k tomu, že velmi jednoduché optické paradoxy vnímáme chybně – jako oční klamy.

2.3.1 Oční klamy založené na rozpoznání jasů

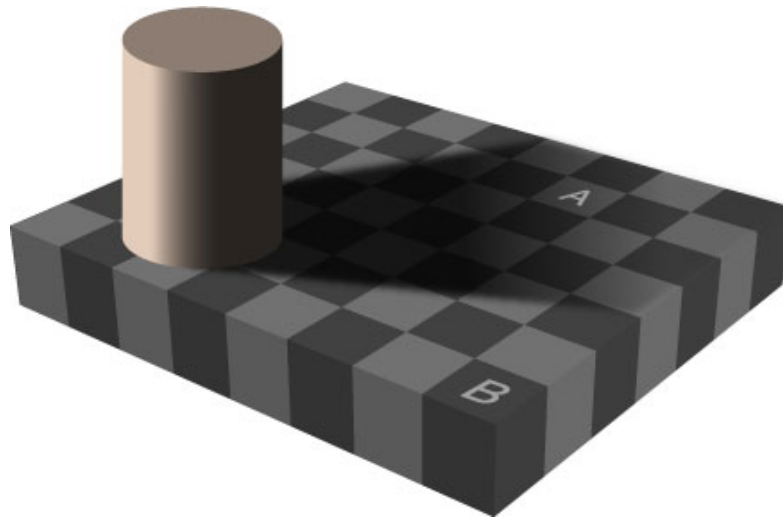
Další vlastností subjektivního vnímání je to jak lidské oko vnímá jas v kontextu konkrétních barev. Je prokázáno, že žlutou barvu vnímá daleko citlivěji než barvu fialovou. Proto je žlutý objekt považován za jasnější a zářivější, i když z fyzikálního hlediska se od obou odráží stejné množství energie. Mnoho barev má také tendenci měnit svoji barevnost při zesvětlování – např. pokud zesvětlíme červenou barvu, dosáhneme odstínu růžové, tmavě fialová je pak téměř k nerozeznání od barvy fialové.

Na obr. 13 vidíme jednoduchý optický klam – barva pruhu ve středu je subjektivně vnímána jako přechod od světle šedé u levé části po tmavější odstín šedé u pravé části. Ve skutečnosti je barva pruhu identická po celé délce, a tento efekt způsobuje vliv zabarvení okolní plochy.



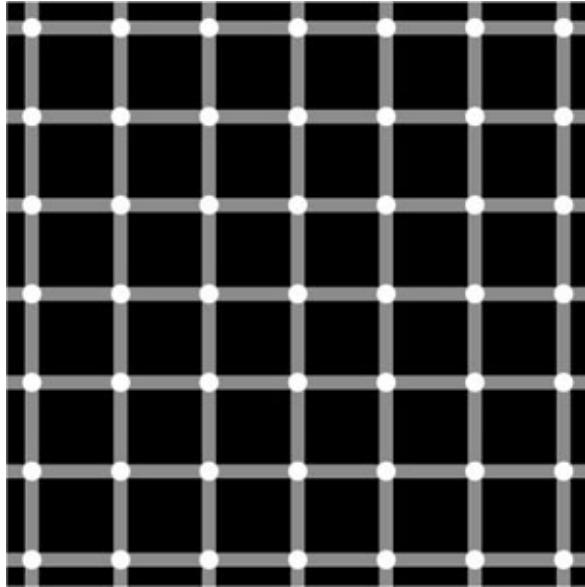
Obr. 13. – Optický klam založený na interpretaci jasů.

Na následujícím obr. 14. většina pozorovatelů vyhodnotí políčko B jako tmavší než A. V rámci podobných scén mozek vyhodnotí světelné vzájemné poměry a díky tomu určuje tvar a perspektivu předmětů. Skutečnost je ovšem taková, že barvy obou políček jsou naprosto stejné.



Obr. 14. Optický klam způsobený špatným vyhodnocením poměrů jasů.

Mezi další typy očních klamů můžeme zařadit, ty které vznikají společně chybnou interpretací očí a mozku dohromady – jedním z nich je optický klam vznikající při pozorování tzv. scintilační mřížky. Tento fakt objevil roku 1870 Ludimír Herrman. Na obr. 15 je variace původní mřížky představena roku 1994 E. Lingelbachem. Je možné najít vícero vysvětlení tohoto jevu, v principu se jedná o špatnou interpretaci, resp. klam způsobený jak zrakem, tak mozkiem zároveň.



Obr. 15. – Scintilační mřížka, upravená verze od E. Lingelbacha (1994).

2.3.2 Kognitivní paradoxy vnímání

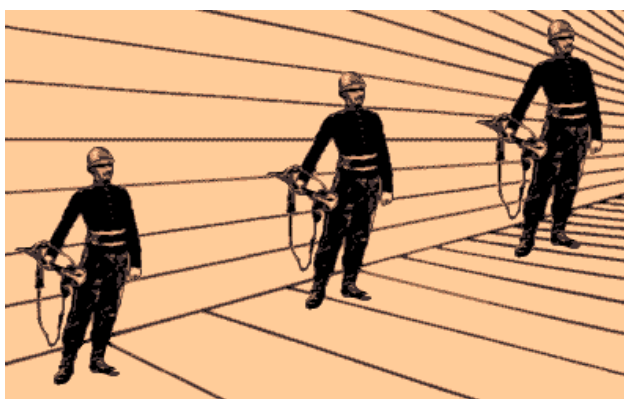
Mezi další optické klamy je možné zařadit tzv. kognitivní paradoxy – ty jsou způsobeny tím, že mozek v obraze vyhledává již známé předměty nebo tvary, a proto nelze dopředu určit, který obraz rozezná dříve a který později – tento fakt je čistě individuální.



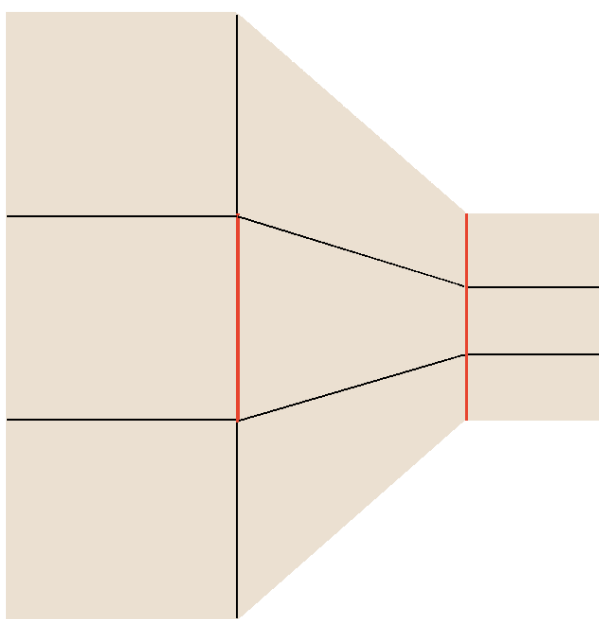
Obr. 16. Kognitivní paradox vnímání.

2.3.3 Iluze velikosti

Jedná se o běžně využívaný efekt iluze – například filmovými tvůrci, kteří i bez novodobých počítačových triků mohli vytvořit reálně působící trik. Následující ukázky jsou založeny na tom, že naše oči a mozek se pokouší interpretovat již získané poznatky vidění, efekt je o to větší, díky použití pomocných čar, představujících naznačení prostorové perspektivy.



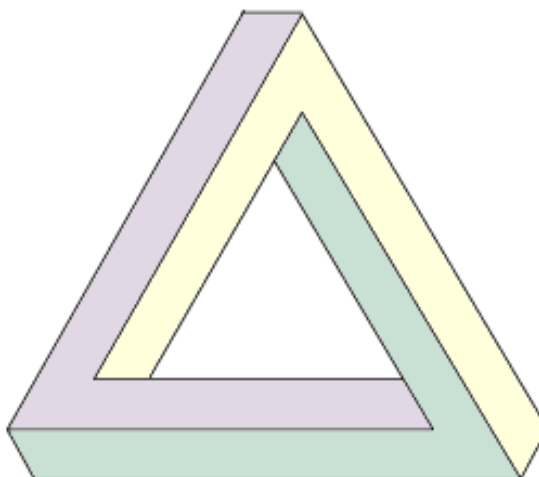
Obr. 17. Iluze velikosti podpořená chybnou interpretací perspektivy.



Obr. 18. Optická iluze velikosti červeně označených přímek.

2.3.4 Optické klamy vytvořené jako nerealistické objekty

Další typy jsou založeny na objektech, které nemohou v reálném světě existovat. Jedním a asi nejvíce známým z nich je Penroseův trojúhelník. Jeho podoba ukazuje tři vzájemně propojené rámy, které jsou spojeny pravouhly, a přesto celkově tvoří jeden trojúhelník. Penrose vytvořil celou řadu objektů, jenž se v reálném světě nedají sestojit. Tento objekt byl poprvé použit v díle švédského malíře Reutersvårda, a to již v roce 1934, toto dílo zůstalo dlouhá léta bez povšimnutí. Následně se tribar ukázal světu na výstavě nizozemského grafika M. C. Echera. Matematik Lienoel Penrose ho „znovuobjevil“ a později vytvořil na tomto principu další objekty, z nichž nejznámější je Penroseův trojúhelník tzv. tribar.



Obr. 19. Penroseův trojúhelník.

Zajímavé na tom je i fakt, kterým argumentoval svoji variantu existence:

„Každý jednotlivý díl obrazu je možné brát jako zobrazení objektu, který může existovat v reálném světě. Nemožný objekt na obrázku vzniká jako důsledek nesprávného spojení jednotlivých dílů. Vzniká tak klamný dojem existence nemožného.“

Zároveň stanovil dvě následující podmínky:

„Skládají se z jednotlivých dílů, které jsou bezpochyby, správné a jejich existence je možná. Jednotlivé díly jsou spojené takovým způsobem, který je možný pouze na dvojrozměrné ploše obrazu, nikoliv však v reálném trojrozměrném světě.“

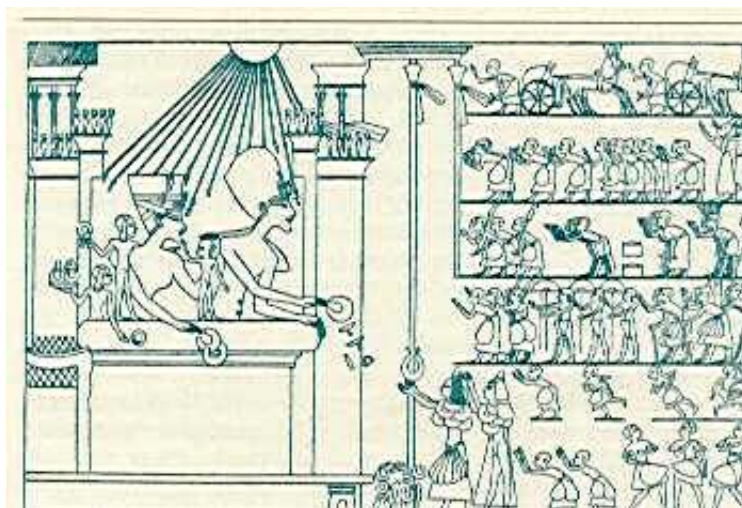
3 PROSTOROVÉ ZOBRAZENÍ V UMĚNÍ

3.1 Prostorové zobrazení chronologicky

První znázornění perspektivy se datuje již do dávných věků. Nutkání zachytit prostorový svět, vedlo k neustále zlepšujícím se technikám interpretace reality. Je pravdou, že dlouhé období, prakticky až do renesance se většina umělců dopouštěla chyb ze současného pohledu vyjádření prostoru.

3.2 Egypt

Již v době největší slávy Egypta můžeme na dochovaných výtvarných dílech pozorovat různé velikosti postav v rámci ztvárněného prostředí. Vyobrazení faraóna vynikalo svoji maximální velikostí v popředí, kněží byli vyobrazeni v menších velikostech, následovali je vojáci a jako nejmenší byli zobrazeni běžní lidé. Chyba by byla domnívat se, že již v těchto dobách používali zákony perspektivního vyobrazení tak, jak jsou známé z pozdějších dob. Jedná se pouze o vyobrazení tzv. „významová perspektiva“



*Obr. 20. Kresba faraona Ahtona (1335 př. n. l.),
použití významové perspektivy.*

3.3 Antika

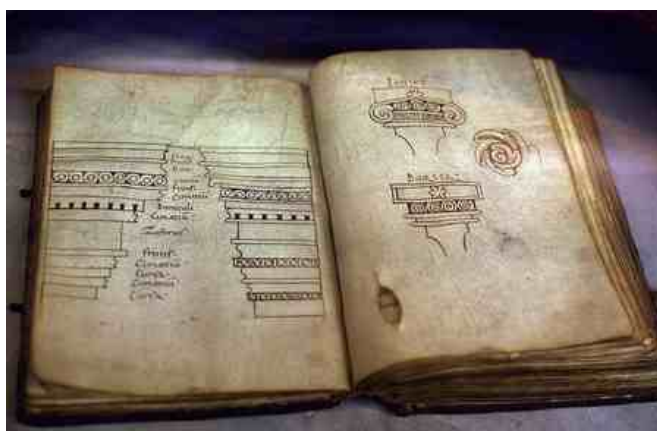
Na základě dochované řecké keramiky z 9-8 století př. n. l. a toho jakým způsobem byly vyobrazeny postavy v rovnoběžných pásech nad sebou, usuzujeme, že první významní malíři přišli do Řecka z Egypta. Obecně, co se týče antického malířství, víme toho vzhledem k nedochování většiny výtvarných děl velmi málo. Můžeme zde však najít první pokusy o znázornění prostorové lineární perspektivy. Na obr. 21 je vodorovný řez sloupu zobrazený perspektivně správně jako elipsa, chodidla jsou perspektivně zkrácena.



Obr. 21. Obětování Ifigenie od řeckého malíře Timantha (4. st. př. n. l.).

Prvním výtvarným pokusem, v kterém můžeme nalézt zobrazení pomocí perspektivy, se nachází ve Vatikánu – jedná se o starořímskou fresku uchovanou s názvem Aldobrandinská svatba. Ta znázorňuje pravděpodobně svatbu Alexandra Velikého s princeznou Roxanou. Tato starořímská freska obsahuje již první náznaky využití perspektivy – rovnoběžky jednoho směru se již sbíhají do jednoho bodu, ale rovnoběžky druhého směru se sbíhají v úběžníku na jiném místě.

Další příklad snahy o použití perspektivy najdeme později v dílech římského architekta Marcuse Vitruvia Pollia, jenž žil během prvního století za vlády Ceasara a Augusta. Byl to římský občan. Na konci sklonku svého života sepsal odborný spis Deset knih o architektuře, z kterého pochází tato citace: „Poté co určíme středový bod, musí se čáry jako v přírodě sbíhat v projekčním bodě zorných paprsků tak, že mnohé části se zdají ustupovat dozadu, zatímco jiné vystupují dopředu.“ Celkově jeho knihy nabízejí první velmi rozsáhlé pojednání o antické technice s velmi rozsáhlou tematikou (od měření času, přes konstrukci vodního kola a válečných strojů, až po architekturu a definice prostorového uspořádání).



Obr. 22. Deset knih o architektuře, Marcus Vitruvius Pollio (33-22 let př. n. l.).

V dřívějších dobách slovo perspektiva nemělo zcela jednoznačný výraz jako dnes – byla jím také označována pravidla, která se týkala geometrické optiky. Eukleidés, objevitel axiomu rovnoběžnosti, byl velkým přínosem pro deskriptivní geometrii. Zároveň při zkoumání optiky dospěl k názoru, že vizuální obraz je složen z přímek sledujících průchod okem a následně tvořících kužel. Tyto základy teorie o perspektivním zobrazení formou intuitivního použití perspektivy, následně reflektuje tvorba řeckých a v pozdějším věku římských umělců.

3.4 Byzance, románské umění

Díky pádu Římské říše se vytratilo a zmizelo vše, co do té doby umělci používali a znali. Začalo v té době nové období, které přetrvávalo až do gotiky. Perspektivní zobrazení je

často vytvořené za použití několika hloubkových nebo lineárních linií s kombinací axonometrického promítání.

Románské období je charakteristické rozvojem výtvarného umění. I přesto na většině výtvarných děl nenajdeme žádný pokus o lineární perspektivu. Častým jevem jsou například nezkrácená chodidla postav, a tak osoby vypadají, jako kdyby stály na špičkách. Umění je v té době zaměřené nábožensky a hlavním cílem je nikoliv zobrazit přesvědčivě prostorovou realitu, ale jde především o zobrazení výrazů. Opět se vrací tzv. „hieratická perspektiva“, kterou jsme viděli již na egyptských malbách.



Obr. 23. Vyobrazení postav v Kodexu Vyšehradském (11. století).

3.5 Giotto

Byl první novodobým umělcem (14. století), jenž se postavil světské a byzantské abstrakci a vědomě používal kompozici perspektivy u svých obrazů. Je považován za předchůdce renesančního umění. Legenda praví, že jeho talent údajně objevil slavný italský malíř Cimabue, když ho spatřil, jak kreslí ostrým kamenem na jiný kámen obraz. Jeho zásadním

dílem byla velká zakázka v dostavěné bazilice sv. Františka v Assisi, na těchto freskách pracoval celých pět let a vytvořil pozoruhodný cyklus 28 fresek ze života sv. Františka. Giotto byl první, kdo začlenil postavy do architektonického prostoru. Vědomě využíval více než jednoho hlavního bodu, a tím pádem v obraze vznikali ze současného pohledu perspektivního zobrazení chyby. I tak na jeho dílo muselo být v té době nahlíženo jako na něco do té doby neznámého.



Obr. 24. Freska ze života sv. Františka, Giotto di Bondone (1295).

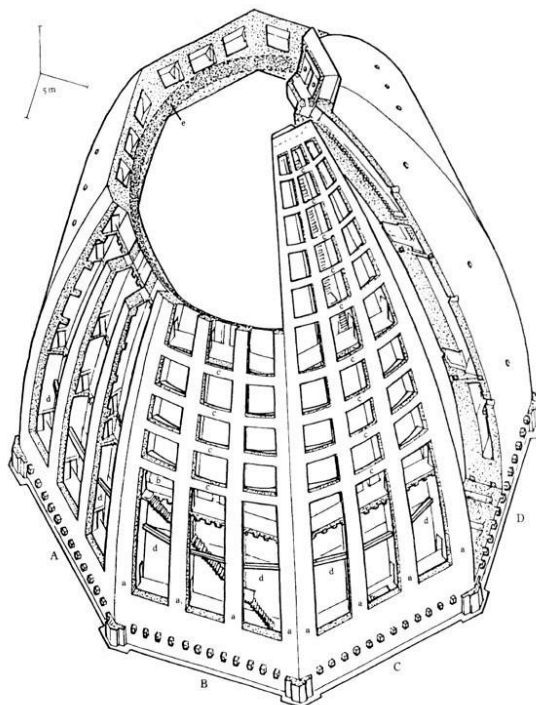
3.6 Renesance

V rámci období renesance zažívá perspektiva své znovuzrození. Umělcem, jenž se snažil zachytit perspektivu, byl také velký Giottův obdivovatel Ambrogio Lorenzetti, který se o to pokusil být s největší pravděpodobností pouze intuitivně ve svém obraze Alegorie dobré a špatné vlády.



Obr. 25. – *Alegorie dobré a špatné vlády, Ambrogio Lorenzetti (1337-1340).*

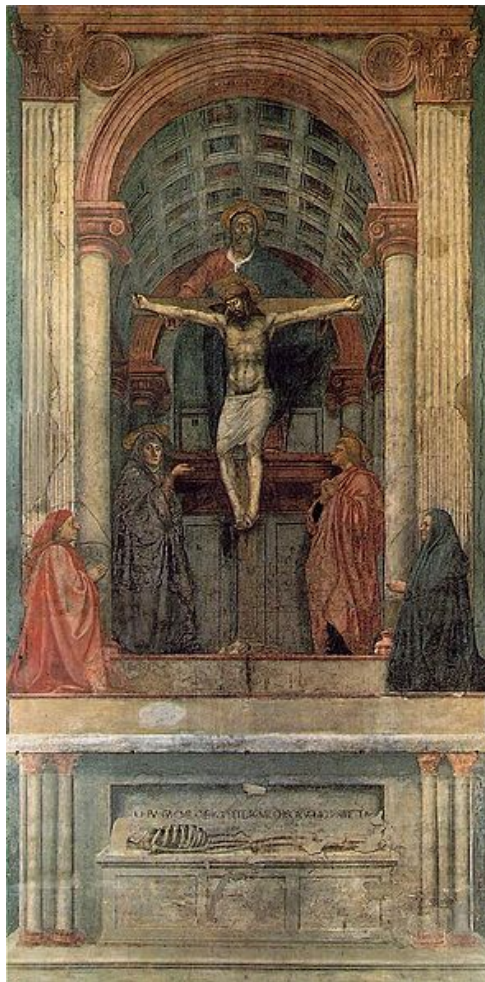
Architektem, který byl velkým zastáncem perspektivy, byl Filippo Brunelleschi. Vytvořil důmyslný systém, při kterém využíval půdorysu a nárysu, což mu umožnilo pomocí jejich průsečí dosáhnout perspektivního zobrazení, a to také použil při architektonickém návrhu a stavbě Florentského dómu.



Obr. 26. *Konstrukce kopule Santa Maria del Fiore, Filippo Brunelleschi (1419).*

Vynález perspektivy té doby měl mnoho následovníků. Filippa Vassari, konkrétně při malbě Plaza de San Giovanni, vložil kombinaci černobílých mramorových dlaždic, jež ubíhaly směrem do vnitřku chrámu, aby zdůraznil prostor.

Masaccio a jeho obraz Svatá trojice je další typickou ukázkou perspektivního zobrazení. K němu se váže citát Vassariho, a to tento: „Ale to nejkrásnější, když pomíneme postavy, je perspektivní obraz tabulové valené klenby při pohledu zdola. Optické zkrácení je tak umně namalované, že strop působí jako reliéf.“



Obr. 27. Svatá trojice, Masaccio (1420).

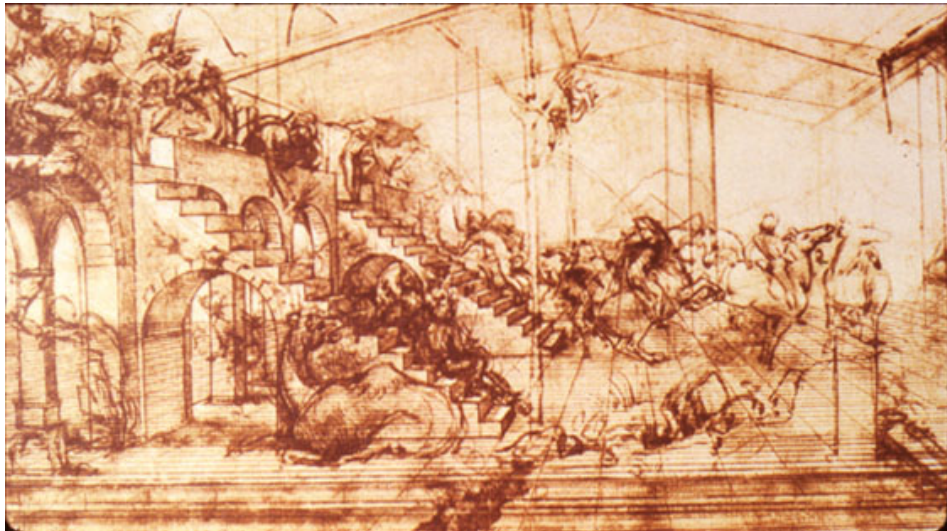
Architekt Leon Battista Alberti (1404-1472) se pak ve své knize zabývá problémem hloubkové perspektivy a uvádí vzorec vzdálenosti pro opakované vzory v hloubce. Zároveň poukazuje na skutečnost, že díky absenci těchto znalostí, umělci tento poměr pouze odhadovali, a proto docházelo v mnoha případech ke značně nepřesné interpretaci skutečnosti.

Mezi další umělce používající perspektivu patřil také Piero della Francesca – ve své době sepsal knihu *De prospectiva pingendi* – ve které se snažil zdokonalit do té doby popsané principy perspektivy.



Obr. 28. *Bičování Krista*, Piero della Francesca (1445).

Leonardo da Vinci se věnoval perspektivě ve svém rozsáhlém díle a mimo jiné také v *Knize o malířství*. Takto jí definoval jednou větou: „*Perspektiva je jako pohled na těleso, které leží za skleněnou tabulí a v ní se odráží*”.



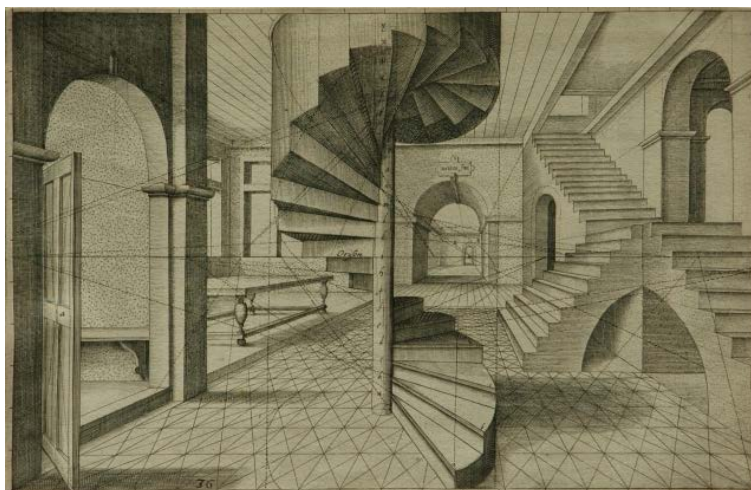
Obr. 29. Skica k obrazu Klanění tří králů (1481).

Objevil také další následně používané principy – jedním z nich byl efekt tzv. soustředné atmosférické perspektivy. Typicky uváděným příkladem jeho perspektivní tvorby je obraz Madony ve skalách.



Obr. 30. Madona ve skalách, Leonardo da Vinci (1438-1486).

Koncem 16. století podal nezvratný důkaz o tom, že se všechny rovnoběžky sbíhají v perspektivě do jediného místa, Quido Ubaldo del Monte (1545-1607). Tento bod pojmenoval jako „punctum concursus“.



*Obr. 31. Ilustrace Hans Vredeman de Vries,
kniha Perspective (1604-1605).*

3.7 Baroko

Toto období se odehrává ve znamení tzv. iluzivní perspektivy, jenž je známa již z dob antiky. Dojem z větších prostorů staveb se snaží nahradit místy až překombinované nástěnné malby. Typickou ukázkou může být výzdoba stropu v chrámu sv. Ignatio v Římě.

18. století bylo „velkým“ stoletím z hlediska určení jasných geometrických principů perspektivy. Největší podíl na tom měl zakladatel a objevitel deskriptivní geometrie Gaspard Monge (1746-1818). Ten dodal perspektivnímu zobrazení přesně definované vědecké základy.

3.8 Impresionismus

Během konce 19. stoletím se některým malířům přestávaly líbit ony tlumené barvy charakteristické pro zobrazení realistické perspektivy, dále použití temnosvitu, atd. Touto skupinou byli především impresionisté. Také díky tomu, že barva pro ně hrála maximální úlohu,

popřeli do té doby běžně používané prostorové zobrazení řady umělců. Klasickým představitelem tohoto období je Vincent van Gogh (1853-1890) a jeho tvorba.



Obr. 32. *Café Terrace at Night*, Vincent van Gogh (1888).

3.9 Kubismus – zavržení klasické perspektivy

Je velmi zajímavé pozorovat, jakým způsobem se měnil přístup k zobrazení perspektivy po staletí. Od realistických tendencí, až po vznik směru označeného jako kubismus. Jeho charakteristikou byl zcela nový pohled na prostorový koncept díla. Zobrazený předmět často redukoval na zcela jednoduché geometrické tvary. Dalším výrazným znakem bylo zobrazení díla nikoliv pomocí jednoho úhlu, ale zobrazení předmětů z několika úhlů zároveň. Kubismus se snažil ve své podstatě počítat také s tzv. čtvrtou dimenzí. Na tento směr navazovali později další a měl zásadní vliv například na nové směry, jako byl futurismus a později konstruktivismus či expresionismus.



Obr. 33. Portrét od Juana Grise (1912).

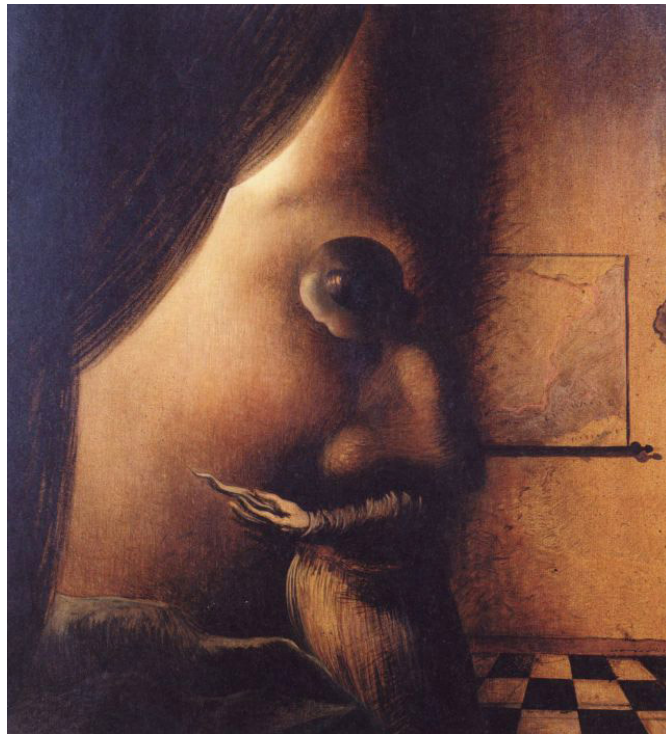
3.10 Surrealismus – pokřivená realita Salvádora Dalí

„Jsem paranoik; paranoidní je celá moje osobnost, jenže je to paranoia, kterou ovládá i podněcuje moje vědomí, usměrnil jsem své šílenství rozumem; pomatenost jsem proměnil v tvůrčí sílu.“

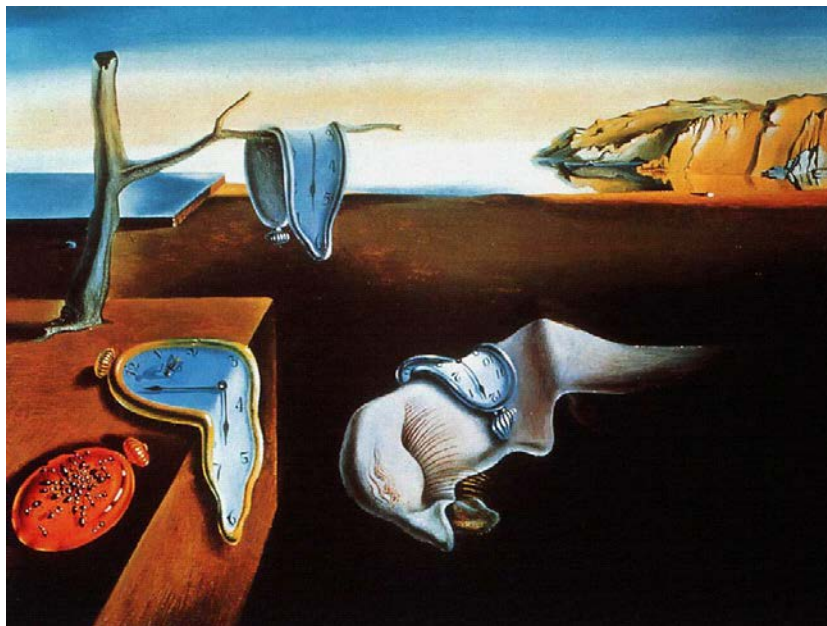
Salvátor Dalí (1904-1989) byl vrcholným představitelem surrealismu, byl umělcem velkého talentu a fantazie. Ve svých dílech kombinoval až téměř bizarní a snové obrazy s perfektní malířskou technikou – velkou inspirací pro něj byly díla velkých renesančních mistrů.

Stejně jako Marcel Duchamp odmítal hlavní myšlenku, že malba je určena pouze oku – jeho zájmem byly optické způsoby zobrazení a zajímal se také o způsoby vnímání výtvarného díla.

V jeho díle se také často objevovaly optické iluze, ať se jednalo o pokřivenou perspektivu nebo změnu formy objektů. Také používal tzv. zdvojené obrazy, jako vidíme na obr. 34. Experimentoval s novými technikami, jež přinášely možnosti stereometrických obrazů a filmů. Zároveň jako jeden z prvních umělců, využil pro zvýšení prodeje svých děl možnosti stereoskopického tisku.



Obr. 34. *The image disappears*, Salvador Dalí (1938).



Obr. 35. *The Persistence of Memory*, Salvador Dalí (1931).

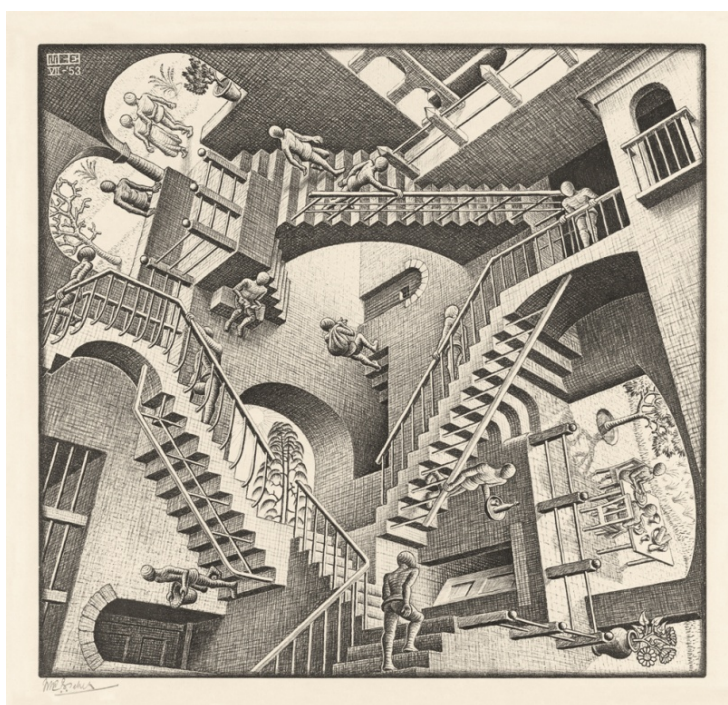
3.11 Zobrazení nemožného – M. C. Escher

Jak jsem již zmínil jedním z umělců, který se soustředil na zobrazení „nemožného“ prostoru byl M. C. Escher. Jeho tvorba je svým způsobem fascinující. Jeho díla vycházejí z matematických zákonů, ale také z principů, které v reálném světě nemohou a nikdy nebudou existovat. Zároveň jeho obrazy přivádějí naše smysly k novému poznání viděného, jeho některé obrazy vyvolávají nejistotu toho, co vlastně vidíme, je to klam či není? Jeho obrazy mne fascinují o to více, že jako designer si za nimi mohu představit náročnost jejich vytvoření a to i v době, kdy si nemohl „vypomoci“ nějakým sofistikovaným počítačovým softwarem. Nyní se podíváme na několik jeho nejznámějších obrazů. Vzhledem k zaměření diplomové práce na prostorové zobrazení, jsem vybral obrazy zaměřené na optické klamy v rámci zobrazení perspektivy a prostoru.

3.11.1 Relativita

Jedná se o slavnou litografii, kterou poprvé zveřejnil roku 1953. Fascinující na tomto obraze je to, jakým způsobem si vytvořil paradoxní svět s absencí běžných zákonů gravitace. Obraz skrývá mnoho principů, které nejsou v první moment viditelné, a právě v tom je zakódována podstata tohoto díla. Svět má tři různé zdroje gravitace, můžeme si všimnout,

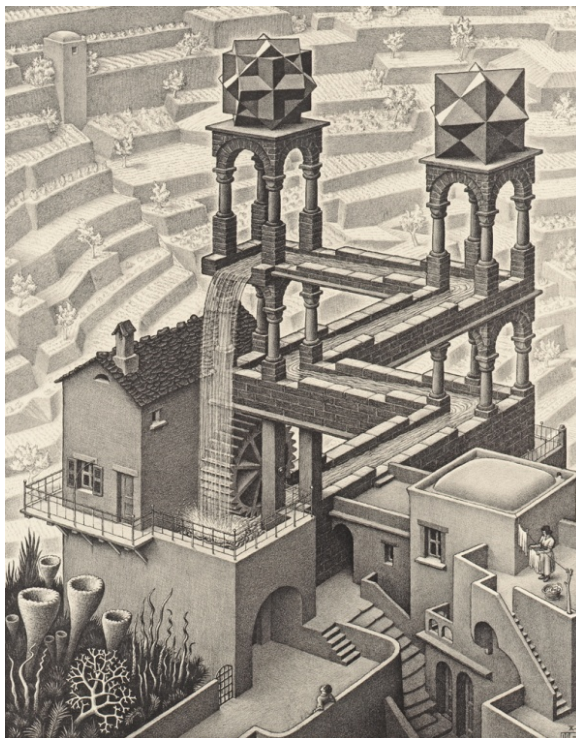
že každý z nich je kolmý na oba okolní. Zobrazuje zde šestnáct postav, které rozmístil rovnoměrně mezi tyto gravitační pole. Každé ze schodišť může být používáno jednou, maximálně dvěma osobami. Svým způsobem, pokud se okem zaměříme jen na dílčí část obrazu, tak vše působí jako by bylo zobrazeno, tak jak má být, ale pouze do okamžiku, kdy začneme porovnávat toto místo s okolím. Obraz byl častokrát interpretován umělecky a také vědecky a jedná se o jedno z nejznámějších Echerových děl.



Obr. 36. Relativita, M. C. Escher (1953).

3.11.2 Vodopád

Toto dílo je založeno opět na principu Penrosova trojúhelníku. Zajímavý na tomto obraze je fakt, že se nespokojil pouze s jedním, ale jako hlavní motiv obrazu použil kombinaci hned tři navzájem propojených trojúhelníků. Na první pohled voda nekonečně plyne, jako *perpetum mobile*. Koryto působí dojmem, že voda neustále teče směrem dozadu a přitom padá vodopádem, který je naprosto vpředu scénérie.



Obr. 37. *Relativita*, M. C. Escher (1961).

3.11.3 Vzestupně a sestupně

Tato litografie vznikla roku 1960. Hlavním motivem je architektonická stavba, která na první pohled nebudí nic nereálného. Pokud se podíváme na horní patro budovy, můžeme vidět nekonečné schodiště plné lidí chodících stále nahoru a dolů. Jak je toto možné? Kouzlo je v tom, že Escher zvolil různé úhly schodů na různých stranách čtverce, jenž opisují schodiště. Aby byl efekt zbíhající se perspektivy dokonalý, musel nakonec přidat ještě další schody, takže se v pravém slova smyslu nejedná ani o čtverec – pokud se podíváme pozorněji, schodiště obsahuje na jedné straně tři, na další čtyři a na zbylých stranách po šesti schodech.



Obr. 38. Vzestupně a sestupně, M. C. Escher (1960).

Dílo Eschera mělo vliv na mnoho dalších umělců. Jeho rozsah byl výrazný, od ukázky zmíněných prostorových děl, věnoval se také vytvářením děl založených na stále se opakujících se mírně pozměněných vzorech. I přesto, že neměl přesné znalosti matematické podstaty, jeho díla jsou vytvořena s intuitivní přesností.

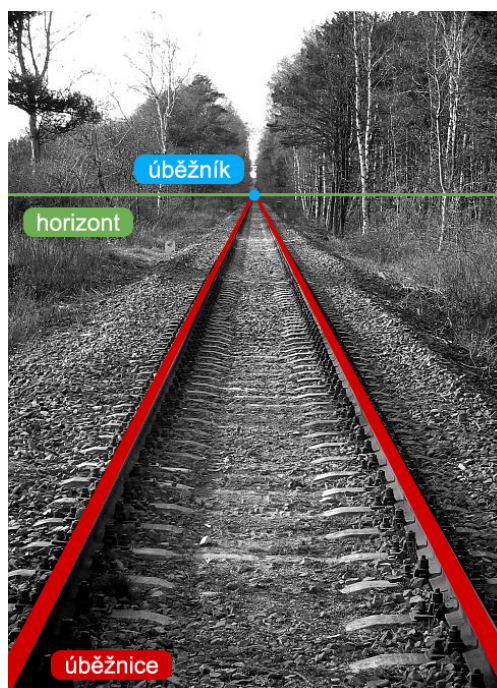
Zabýval se také podstatou prostorového zobrazování a vydal k tomuto tématu následující prohlášení:

„Dvojměrnost je stejně fiktivní jako čtyřměrnost, neboť nic není rovné, ani nejlépe vybroušené zrcadlo. Avšak i když se budeme držet dohody, že je stěna či list papíru rovný, je podivné, že na takové ploše zobrazujeme prostorové představy, jako by to bylo odjakživa tou nejobvyklejší věcí na světě. Není mnohdy nesmyslné nakreslit pár čar a pak tvrdit: Toto je dům?“

4 PERSPEKTIVA

Slovo perspektiva vzniklo z latinského výrazu „perspicere“ – což v přeneseném významu znamená prohlédnutí skrz něco. Objev lineární perspektivy se přisuzuje Agatharchovi ze Samu (460 př. n. l.) a je odvozen od poznání sbíhavosti linií do jednoho nebo několika úběžníků. Fakticky se začíná používat až renesančními umělci (Piero della Francesca, Masaccio a další). V tomto období začala být také matematicky definována. Je také jednou z možností, jimiž lze zobrazit prostorové objekty na dvourozměrné ploše. Toto zobrazení zachovává ve své interpretaci prostor včetně objektů a jejich vzájemných vztahů tak, jak jej v reálném světě vidí lidské oko.

Perspektivu můžeme chápat také jako optický jev, který způsobuje, že objekty nacházející se blíže k místu pozorovatele se zdají být rozměrově většími, než předměty vzdálené. Zároveň tato vlastnost způsobuje zdání, že rovnoběžné linie se sbíhají do jednoho bodu. Tento bod je nazýván úběžníkem, anglicky často používaným výrazem je „vanishing point“. Zároveň není pravidlem, že obraz nebo výtvarné dílo má pouze jeden úběžník, může obsahovat dva nebo i tři. Dalším důležitým faktem je umístění horizontu – ten je chápán jako nejbližší část scény.



Obr. 39. Znázornění perspektivy.

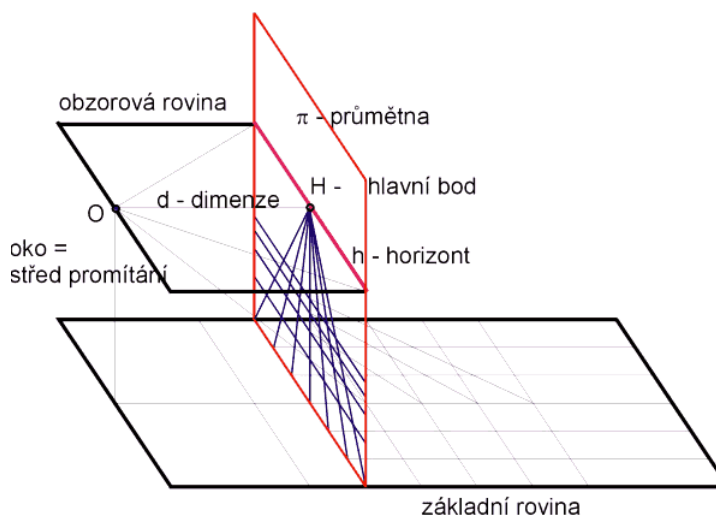
Úběžník na obr. 39. je bodem na horizontu a všechny linie, které jsou kolmým způsobem umístěné na zobrazovací plochu, do něj směřují. Tento jev zapříčiní zdání, že rozteče mezi jednolitými pražci se zmenšují, i když ve skutečnosti tomu tak samozřejmě není.

4.1 Druhy perspektivního promítání

Perspektivní promítání slouží k zobrazení resp. převodu prostorového 3D objektu do 2D prezentovatelné podoby. Existují více způsobů jak tyto prostorové informace zobrazit. Jejich použití je dáno například charakterem oboru nebo například tím, které prostorové informace jsou pro nás klíčové a které mohou být ve finále zkreslené.

4.1.1 Lineární perspektiva

Je druh prostorové perspektivy, jenž se svým způsobem snaží co nejvíce napodobit zobrazení lidského oka. Typickými perspektivními obrazy jsou klasické fotografie.

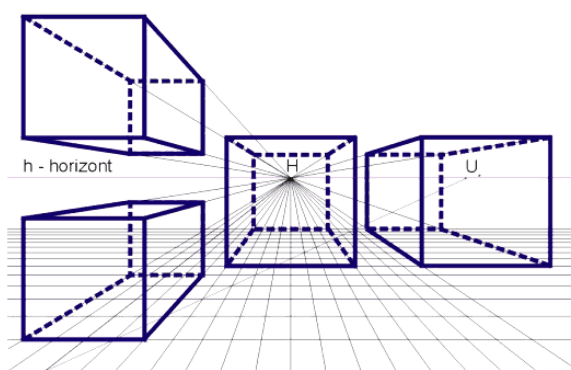


Obr. 40. Lineární perspektiva.

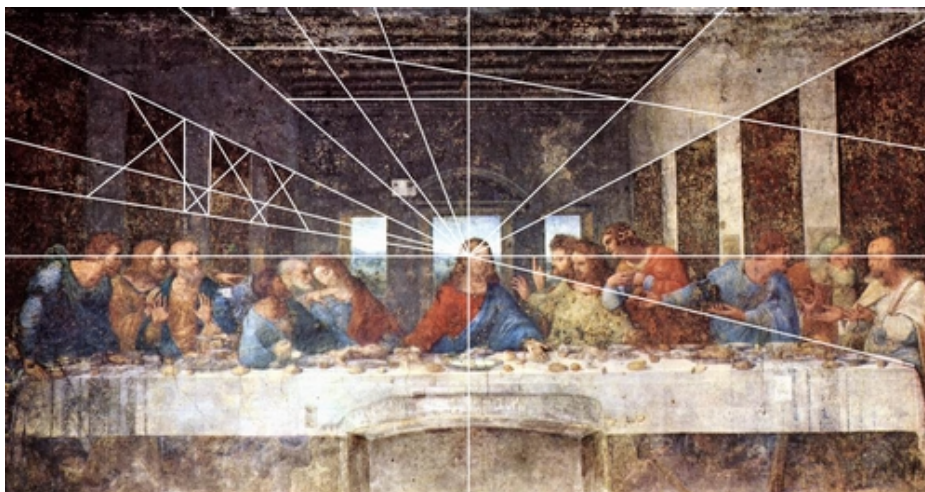
4.1.2 Lineární perspektiva s jedním úběžníkem

Je to typ perspektivního promítání, který pro interpretaci prostorou využívá pouze jeden úběžník. Typický příklad díla, ve kterém můžeme nalézt konstrukci lineární perspektivy s jedním úběžníkem, vidíme na obr. 42. Úběžník se nachází přímo za Kristovou hlavou,

což jej staví do pozice hlavní části malby. Tento způsob vyjádření tak výrazně ovlivňuje celkovou kompozici obrazu.



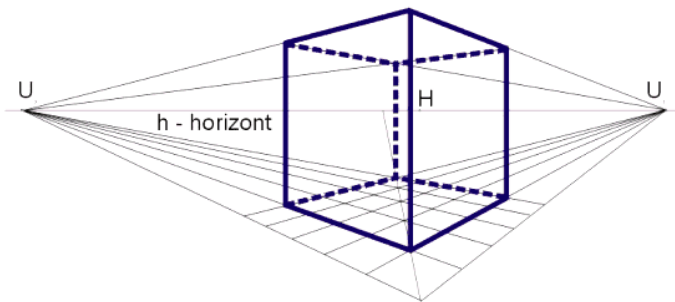
Obr. 41. Lineární perspektiva s jedním úběžníkem.



Obr. 42. Poslední večeře, Leonardo da Vinci (1495-1498).

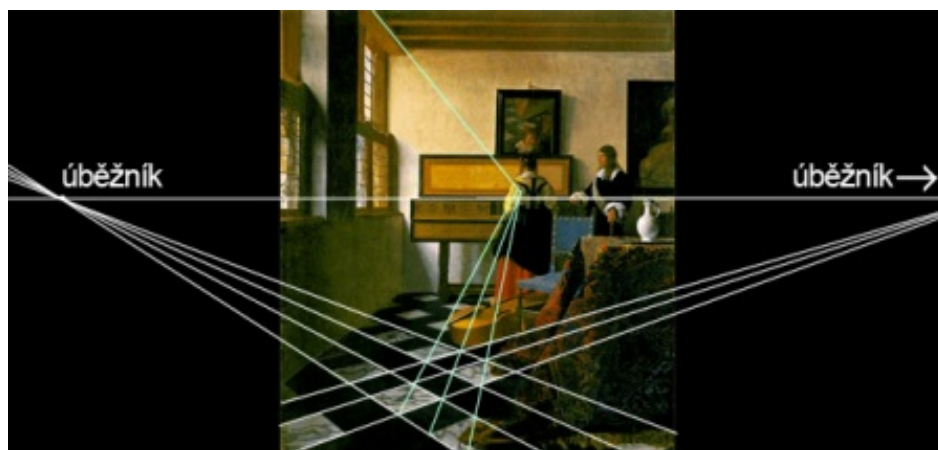
4.1.3 Lineární perspektiva se dvěma úběžníky

Jedná se o druh perspektivního zobrazení, jenž využívá dvou různých úběžníků zároveň. Toto zobrazení je v reálném životě velmi časté a stejně tak je to nejčastěji používaný způsob zobrazení, co se týče grafiky a malby.



Obr. 43. Lineární perspektiva se dvěma úběžníky.

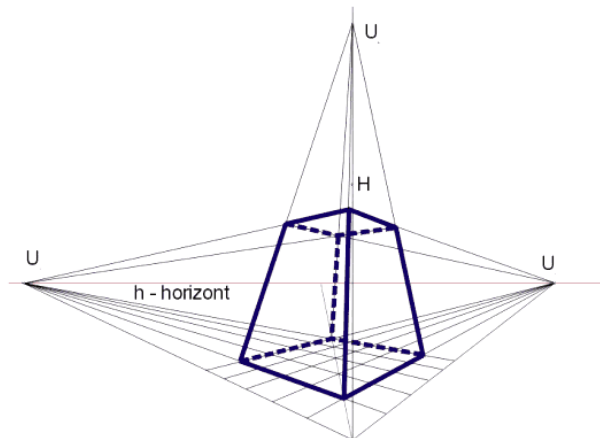
Typickým příkladem obrazu za použití perspektivního vykreslení se dvěma úběžníky je obraz od nizozemského barokního malíře Jana Vermeera. Oba úběžníky jsou umístěny do krajů mimo viditelný rozměr plátna.



Obr. 44. Hodina hudby, Jan Vermeer (1662-1665).

4.1.4 Lineární perspektiva se třemi úběžníky

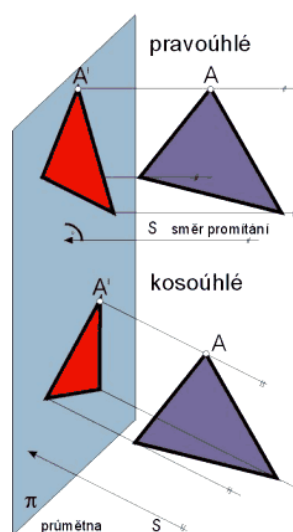
Tato možnost zobrazení pracuje s promítnutím pomocí tří různých úběžníkových linií v jeden moment. U tohoto zobrazení nejsou žádné linie na obraze rovnoběžné, ale směřují vždy do unikátního bodu.



Obr. 45. Lineární perspektiva tříúběžníková.

4.1.5 Rovnoběžné promítání

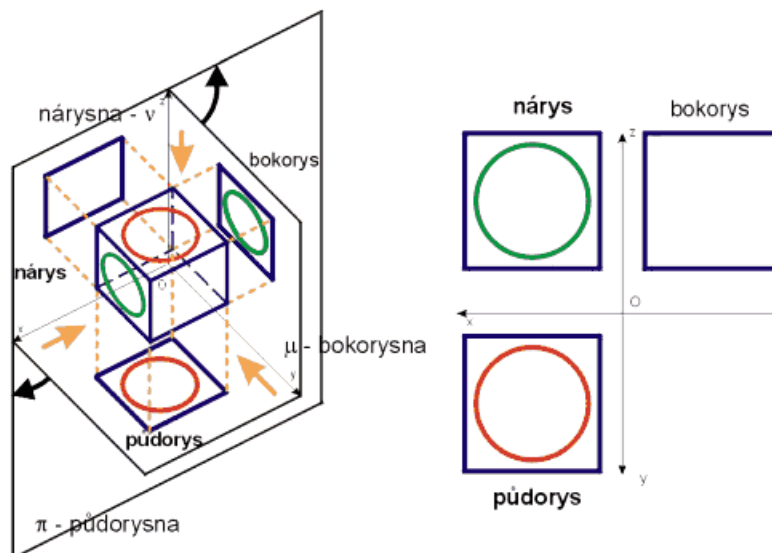
Je to způsob promítání, kdy jednotlivé promítací přímky jsou dány směrem promítání – všechny mají stejný promítací směr. Takto promítané zobrazení zachovává vždy stejnou relativní velikost objektu.



Obr. 46. Rovnoběžné promítání.

4.1.6 Mangeovo promítání

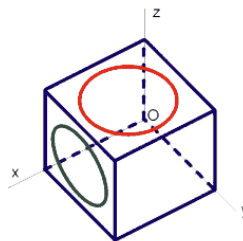
Jedná se o rovnoběžné pravoúhlé promítání na dvě navzájem kolmé průmětny – půdorysnu a nárysnu. V některých případech je vhodné použít také třetí průmětnu – většinou zvolenou kolmo k půdorysně i k nárysně, tu pak nazýváme jako bokorysnu. Všechny souřadnicové osy jsou ve skutečné velikosti. Zobrazení touto metodou však postrádá názornost.



Obr. 47. Mangeovo promítání.

4.1.7 Axonometrie

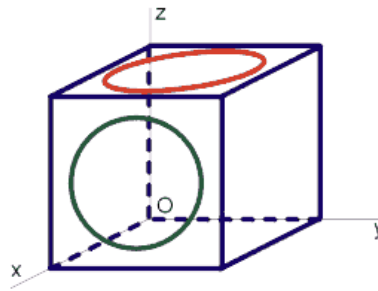
Je to způsob rovnoběžného promítání. Směr promítání může být buďto kolmý na průmětnu – pak se popisuje jako pravoúhlá axonometrie, nebo šikmý – v tomto případě je nazýván jako kosoúhlá axonometrie. Jednotky na všech osách jsou zkreslené.



Obr. 48. Axonometrické promítání.

4.1.8 Kosoúhlé promítání

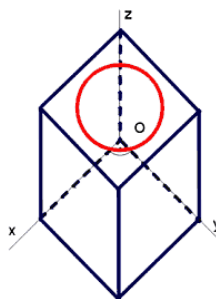
Je to možnost rovnoběžného promítání, jenž promítá skutečnost na jednu ze souřadnicových rovin. Nejčastěji pak na rovinu (y, z) s tím, že směr promítání není kolmý na průmětnu. Osy y a z jsou ve skutečné velikosti, osa x je u tohoto způsobu zkreslená.



Obr. 49. Kosoúhlé promítání.

4.1.9 Vojenská perspektiva

Jedná se o speciální formu obecné axonometrie, promítána je na rovinu (x, y). Půdorys dosahuje skutečné a nezkrácené velikosti. Úhel promítání není 90° a poměr zkreslení souřadnice (z) dosahuje $q=1$.



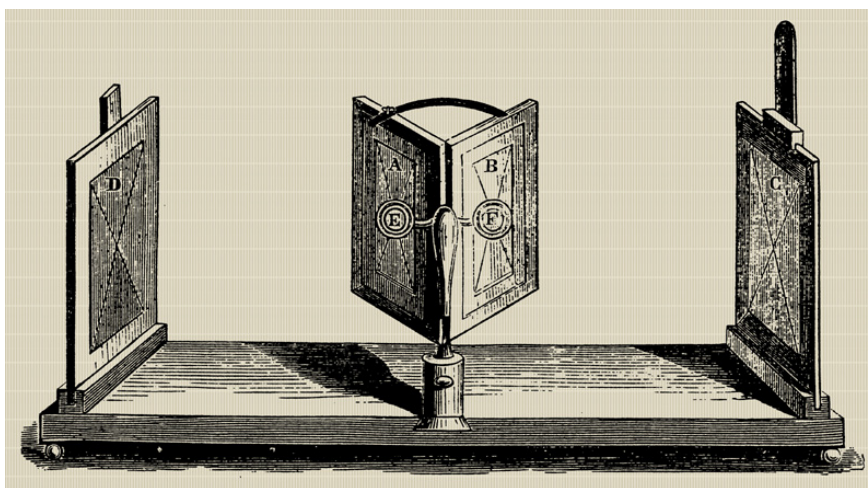
Obr. 50. Tzv. vojenská perspektiva.

5 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PROSTOROVÉHO ZOBRAZENÍ

Vznik slova stereoskopie pochází z řeckých slov „stereos“ (trojrozměrné, pevné) a dalšího slova „skopien“ (vidět). Stereoskopie je také způsob či technologie, která se snaží vyvolat dojem o prostorového zobrazení použitím dvourozměrné předlohy, a to pomocí různých dostupných technologií – jednou z nich můžou být např. anaglyfy.

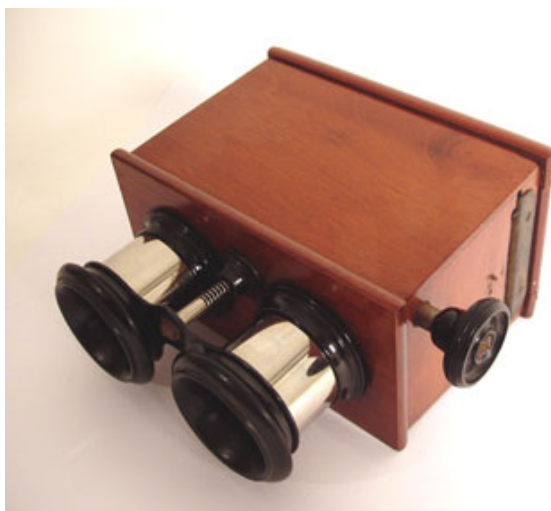
5.1 Historie

Začátek historie se datuje do roku 1838, kdy fyzik Charles Wheatstone jako první sestrojil svůj první zrcadlový přístroj na prostorové zobrazení. Zároveň pro názornou ilustraci vytvořil sadu jednoduchých stereoskopických dvojic.

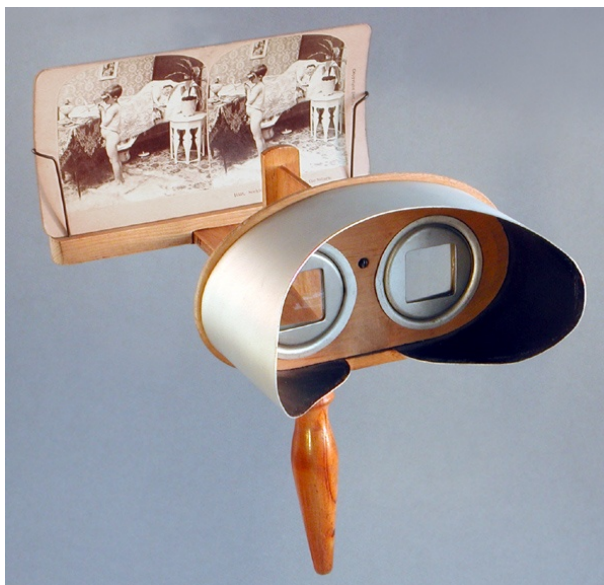


Obr. 51. Wheatstonův stereoskop.

Později byla tato soustava zrcadel nahrazena speciálními čočkami – tím se rozměry přístroje mohly zmenšit a přístroj byl daleko lépe vyrobitelný, na tomto se podílel Sir David Brewster. Zároveň byl velkým propagátorem stereoskopie jako takové, a díky tomu tento způsob zobrazení zpopularizoval široké veřejnosti. První exemplář byl vyroben a představen na Světové výstavě v Londýně roku 1851. Stereoskop používal zvětšovací skla a promítal obrázky o formátu 7x7 cm.



Obr. 52. Brewsterův čočkový stereoskop.



Obr. 53. Holmesův stereoskop.

Na přelomu 19. a 20. století se celosvětově projevil velký zájem o tento způsob prostorového zobrazení. Později byl velký zájem vytlačen masivním rozšířením filmové projekce. Svého „znovuobjevení“ se dočkal s příchodem tzv. stereokotouček.

5.2 Stereokoutoučky

Historii započal jejich komerčním uvedením William Gruber společně s Haroldem Gravesem. Na trh je uvedla roku 1938 americká společnost Sawaer a to jako součást systému nazvaného jako View-Master.



Obr. 54. Stereokoutoučky View-Master.

V principu se jednalo o kovový nebo papírový disk o průměru 9 cm, ve kterém bylo upevněno 14 obrázků stereoskopických diapozitivů. Na počátku toho celého stála americká společnost Sawers. V roce 1938 si prezident firmy Sawers Harold Graves při jedné ze svých návštěv v Oregonských jeskyních všiml muže, který fotografoval pomocí dvojice fotoaparátů značky Kodak. Tento člověk se jmenoval William Gruber a později stál u zrodu a vynálezu stereokoutouček.

Roku 1951 koupila firma Sawaers firmu Tru-Vude, tím získala licenci na „Disneyovky“ a následující edice obsahovaly oblíbené kreslené příběhy. V dalším roce byl představen první stereo-fotoaparát včetně speciální řezačky, a tím bylo konečně umožněno pořizovat vlastní prostorové záběry a vytvářet stereokoutoučky.

V tehdejší Československu vyráběla stereokotoučky společnost Meopta a také Plastikolor, které vyráběl Kovopodnik Kladno.



Obr. 55. Stereokotoučky Meopta.



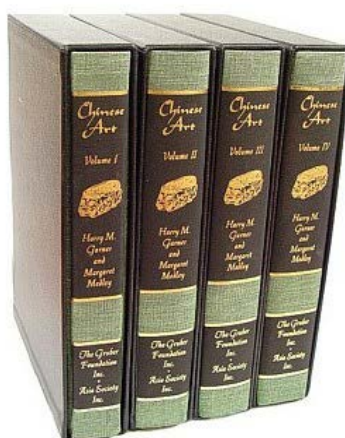
Obr. 56. Meoskop III z roku 1968. Uváděné zvětšení 5,5x, vyráběl se z plastu v různých barevných kombinacích, cena 35 Kč.



Obr. 57. Stereokotoučky Plastikolor vyráběné v Kovopodniku Kladno.



Obr. 58 – Detail stereofotografii pro dospělé.



Obr. 59. Speciální edice 4 svazků obsahující více jak 1200 historických předmětů.

Tato speciální a největší edice svého druhu byla vydána v roce 1969 vydavatelstvím The Asia Society pro Gruberovu nadaci v USA. Skládá se ze čtyř svazků, první tři svazky obsahují každý 44 stereokotoučků, svazek čtvrtý 48 stereokotoučků (vydal GAF Corporation). Součástí kompletu byla také prohlížečka stereokotoučků View-Master model "D" na stojanu (s osvětlovačem a zaostřováním). Obsahem knih jsou popisy předmětů čínského umění v období od cca 2500 let před naším letopočtem do roku 1912 našeho letopočtu. Je

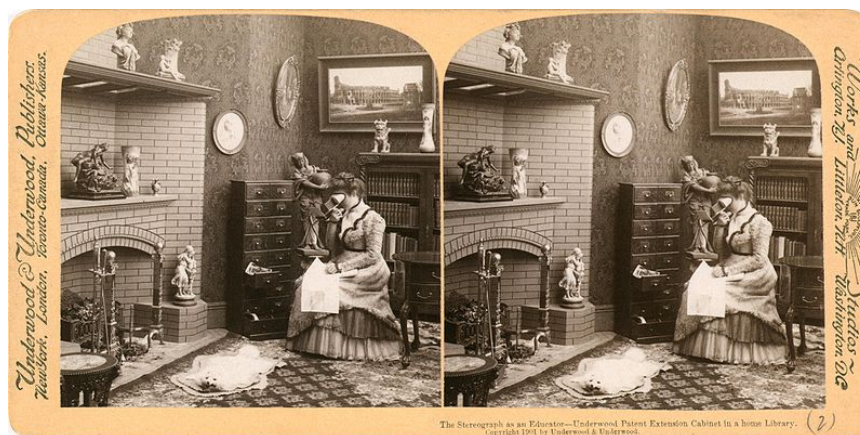
zde celkem na cca 1300 stránkách popsáno a na 180 stereokotoučkách vyobrazeno cca 1200 předmětů z keramiky, bronzu, kosti, zlata, nefritu, kamene, slonoviny a skla. Autorem stereoskopických snímků byl William B. Gruber. Dílo pak vyšlo v roce 1969 snahou paní Normy Gruberové, vdovy po zesnulém. Autory textové části jsou Harry Garner a Margaret Medley. Kromě popisů jednotlivých obrázků je v každém svazku odborná předmluva a seznam použité literatury. Vydáno bylo pouze 1000 výtisků. Jako fotografické předlohy posloužily autorům předměty z muzeí ve Velké Británii, USA, Kanadě, Švédsku, Japonsku, na Taiwanu a ze soukromých sbírek.

5.3 Stereografie a prostorová fotografie

Fotografie vystupuje vždy v nových a nových formách - teď nám zase lidský duch vymohl například stereoskopy! Wheatstone, Brewstře, Dubosqu, Moseře - vděčně vzpomíná na Vás tisíc hladových žaludků, jimž jste výživu zaopatřili!.

— Jan Neruda

Stereoskopická fotografie vzniká na konci 19. století. Z počátku byly možnosti snímání čistě záležitostí speciálně upravených fotoaparátů. Později se možnost pořizovat prostorové fotografie rozšířila s příchodem prvních komerčně vyráběných stereo fotoaparátů. Ty pracují resp. jejich objektivy na podobném principu jako lidské oči – jsou vzdálené přibližně 65 mm od sebe. Prostorová fotografie tedy zachycuje unikátní snímek pro levé i pravé oko.



Obr. 60. Propagace stereoskopické fotografie, Underwood & Underwood (1901).



Obr. 61. – Hanzelka a Zikmund se speciálním přístrojem pro stereofotografie.



Obr. 62. Real 3D W1, první komerčně prodáváný digitální stereoskopický fotoaparát od firmy Fujitsu (2009).

Způsoby prohlížení takto pořízených fotografií jsou různé a postupně se během času měnily. Na počátku to byly stereokotoučky, později se začaly využívat prostorové možnosti anaglyfů. V současné době prostorové způsoby zobrazení zažívají opětovnou recesi a to díky nástupů 3D televizorů a displejů, kde při použití aktivního nebo pasivního systému projekce, je možné dosáhnout naprosto věrného podání barev a navíc ve 3D.

5.4 Anaglyfy

5.4.1 Počátek anaglyfů

Historie anaglyfů zasahuje do roku 1853, kdy byl vynalezen způsob stereoskopického způsobu zobrazení, za pomoci dvou rozdílných barev a úpravy obrazu pro každé oko. Tento způsob objevil německý vynálezce Wilhelm Rollman. Původně nejstarší anaglyfy byly vytištěny pomocí sůtisků a dvou štočků otisknutých červenou plus zelenou barvou, později byly promítány projektory obsahujícími dva objektivy uzpůsobené tak, že na každém z nich byl speciální barevný filtr. Z počátku se používaly jiné barevné kombinace skel – v obecném principu se jedná vždy o kombinace barev, jejichž substantivním překrytím vzniká barva černá a aditivní barva bílá. Dříve to byly kombinace červeno-zelené, až později a momentálně je nejvíce preferovaná kombinace azurové a červené barvy – viz obr 62.

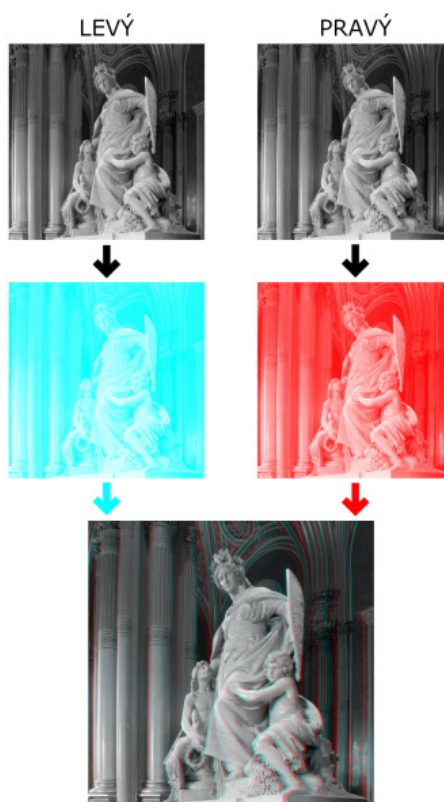


Obr. 63. Brýle pro anaglyfické pozorování, kombinace red+cyan.

V současné době je pro vytváření anaglyfů používán ve většině případů počítač a specializovaný software k tomu určený – programů je k dispozici celá řada. Jedním z nejlepších je Stereo Photo Maker.

5.4.2 Mechanismus zobrazení

Anaglyfy obecně fungují tak, že obraz pro levé oko – jenž obsahuje červený filtr je převeden do azurové palety a obraz pro oko pravé do červené palety. Následně se tyto obrazy zkomponují do jednoho. Podmínkou je samozřejmě mít rozdílná data pro obě oči – o způsobech jak připravit snímky pro anaglyf zobrazení si řekneme později. Tím, že se oba obrazy překrývají přes sebe, vznikne v místech, kde se setkají obě barvy, barva černá resp. odstín šedé. Výsledkem je v tomto případě černobílý obraz, který si mozek složí ze dvou rozdílných černobílých obrazů a vytvoří si informaci o prostoru. Tento způsob je pro černobílé zobrazení. Základní princip se neliší ani pro barevné anaglyfy.



Obr. 64. Mechanismus vytváření anaglyfů.

5.4.3 Barevné anaglyfy

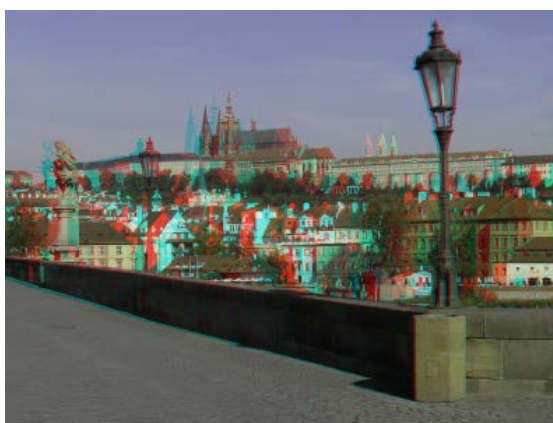
První počátky barevných anaglyfů se datují od druhé poloviny 19. století – jednalo se spíše o první pokusy. Vzhledem k technickým aspektům se první barevné anaglyfy rozšířily až během 20. století. Později byly překonány novými způsoby prostorového zobrazení. Hlav-

ní důvod, proč se tomu tak stalo je daný největší nevýhodou při použití barevných anaglyfů a tou je, že v principu nelze zobrazit tímto způsobem všechny barvy. Navíc touto barevnou transformací přicházíme o část barevných informací a výsledek je do značné míry zkreslený. Největším problémem je zobrazení červené barvy, stejně je to také s barvou azurovou – tento problém není tak markantní, vzhledem k tomu, že se v běžném prostředí nevyskytuje tak často.

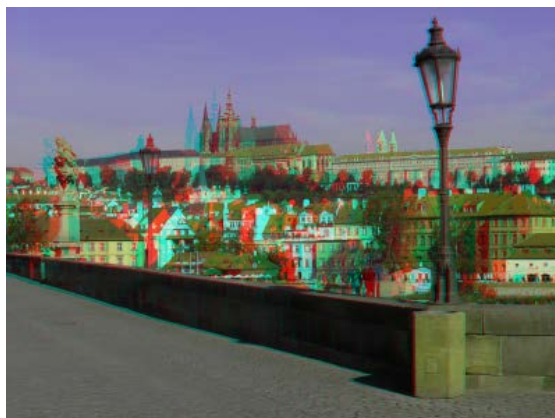
Existují způsoby jak tyto nedostatky eliminovat – jedním z nich je použít tzv. Dubois anaglyf, který vynalezl Eric Dubois. Jeho princip je založený na nahrazování problematických barev resp. jejich posunutím do jiné barevnosti, ovšem za cenu nepřirozeného zobrazení skutečnosti. Další možností je použití tzv. polobarevného anaglyfu (half color) – kdy jsou problematické barvy nahrazeny odpovídajícím odstínem šedé.



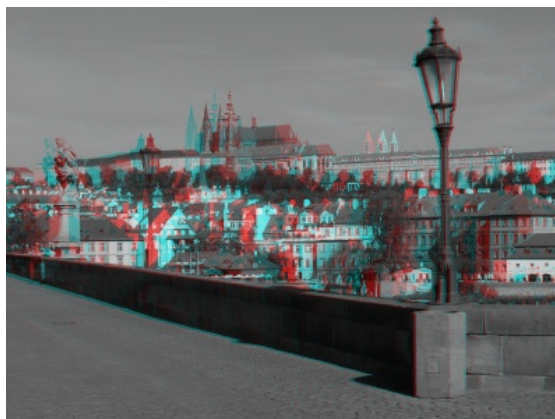
Obr. 65. Barevný anaglyf, problematická je barva střech.



Obr. 66 – Polobarevný anaglyf, snížená saturace červené zlepšuje prostorové vnímání.



Obr. 67. Tzv. Dubois anaglyf, upraví barevnost, bohužel za cenu nereálných barev.



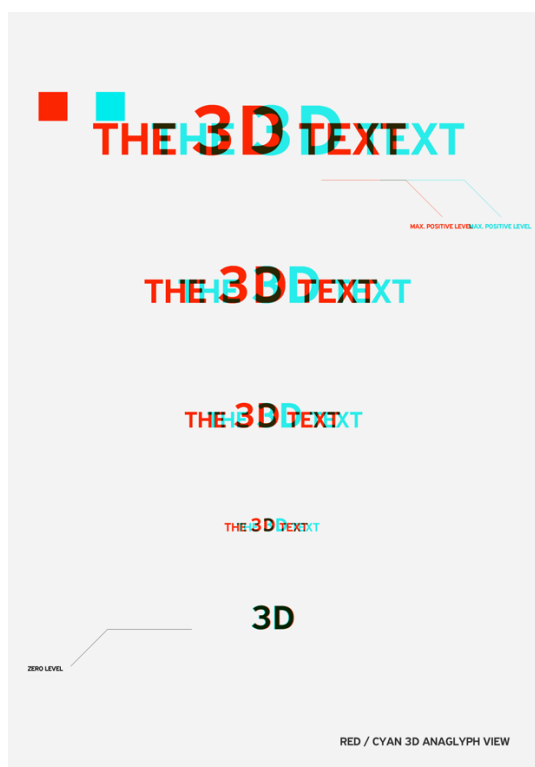
Obr. 68. Černobílá varianta anaglyfu, často je vhodné použít pouze ČB variantu, odpadá problém s věrohodnou reprodukcí barev.

5.4.4 Vytváření anaglyfické grafiky

Prostorový způsob zobrazení grafiky pomocí anaglyfů lze vytvořit relativně snadnou cestou a to i bez použití speciálního softwaru. Vyzkoušel jsem více druhů doporučených postupů – nejjednodušším z nich je použití multiplikátoru vrstev (grafický program Photoshop, Illustrator, apod.) se současným horizontálním posunem vrstev.

Na obr. 69. je patrné jaký vliv má posun na výslednou interpretaci prostorové hloubky. První řádek dosahuje maximální (přijatelné) hladiny v popředí – tzv. pozitivní paralaxa, při které ještě dochází ke správnému dekódování. Pokud bychom jednotlivé vrstvy posunuly

ještě více od sebe, pak by došlo k „rozdvojení“ výsledného obrazu a k absenci vytvoření prostorového obrazu. U spodních řádků je snížena prostorová úroveň, a to díky menšímu rozestupu obrazů pro levé a pravé oko až k tzv. „zero level“ – což je nultá úroveň zobrazení. Lze pokračovat tímto způsobem také v rámci negativní úrovně prostoru a nejlepších výsledků je možné dosáhnout kombinací jak pozitivní, tak negativní úrovně.



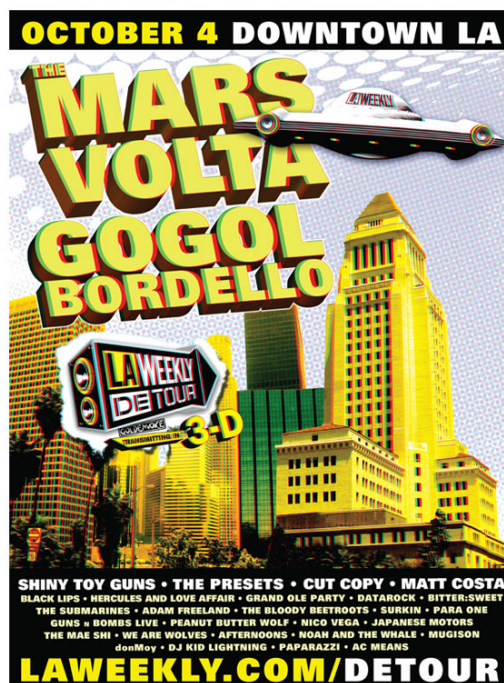
Obr. 69. Vytváření anaglyfů pomocí posunutí a multiplikací barevných vrstev v programu Adobe Photoshop.

5.4.5 Komerční využití anaglyfů

V rámci reklamy je možné se občas setkat se speciální formou propagace za použití anaglyfů. Tato technologie je upřednostňována právě pro její snadnou dostupnost a primárně také pro možnost reprodukce na klasických „papírových“ médiích. Nezanedbatelná je také finanční nákladnost, kdy papírové brýle s barevným filtrem, jsou záležitostí řádově desítek korun, a proto mohou být použity např. jako speciální přílohy magazínu, apod.



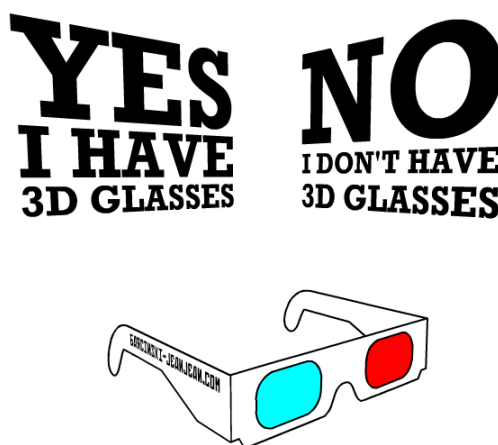
Obr. 70. Anaglyfický plakát k propagaci rockového festivalu.



Obr.71. Anaglyfický plakát jako součást propagace.

5.4.6 Internetové stránky a prostorové zobrazení

Během posledních několika let vznikla řada webových stránek využívajících anaglyf prostorové zobrazení. Většinou uživatelé nabízejí volbu mezi standardním typem zobrazení a anaglyfem. Po přepnutí do prostorového zobrazení, pak můžeme vychutnat 3D zážitek z prohlížení stránek. Většinou se zaměřuje na použití nasnímaných stereoskopických fotografií.



Obr. 72. Vstupní stránka internetových stránek s volbou typu zobrazení.



Obr. 73. Webová stránka v režimu anaglyf.

5.4.7 Počítačové hry a anaglyfy

V dnešní době je již na ústupu používání anaglyfu v rámci prostorového zobrazení her. I přesto je anaglyf pořád používán vzhledem k nízké pořizovací ceně, oproti ostatním stereoskopickým způsobům zobrazení.



Obr. 74. Počítačová hra na motivy Pána prstenů, anaglyf 3D zobrazení.

5.4.8 Anaglyfy v lékařství

V rámci lékařství se používají anaglyfy pro vyšetření binokulárního vidění. Týká se to především dětí, kdy pomocí jednoduchých obrázků – jedním z nich je pavučina na pozadí, nad a pod pavučinou jsou prostorově pomocí anaglyfického zobrazení umístěny objekty a pacient má popsat, zdali se nachází před nebo za pavučinou.

5.4.9 Anaglyfy jako učební pomůcka

Další možnosti použití anaglyfů jsou materiály a učebnice pro výuku deskriptivní geometrie. Díky prostorovému znázornění je snadnější pochopit vizuálně prezentovanou látku. Také se používá kromě toho např. pro prezentaci chemických sloučenin, či složitých řetězců, které by bylo obtížné prezentovat pomocí standardního 2D zobrazení.

5.4.10 Knižní tvorba, magazíny

Co se knižní tvorby týče, tak se na trhu můžeme setkat s omezeným množstvím knih využívajících anaglyf stereoskopické zobrazení. Jedná se především o naučnou literaturu, či knížky pro děti. Součástí knížky pak bývají většinou stereoskopické brýle.



Obr. 75. Stylově zpracovaný 3D magazín obsahující 3 různé styly hudby.

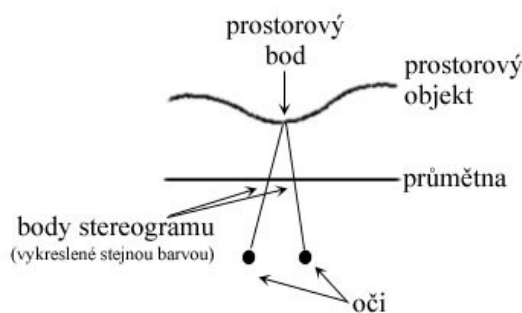


Obr. 76. Vnitřní strana magazínu, prostorová typografie.

5.5 Stereogramy

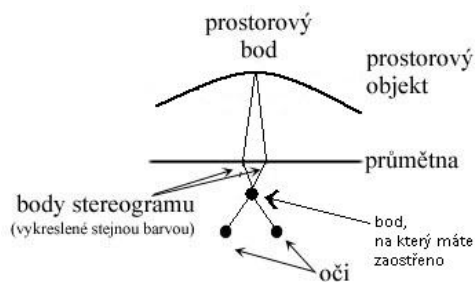
5.5.1 Jak fungují stereogramy

Stereogramy jsou prostorové obrazy vygenerované pomocí počítače. Na první pohled v nich vidíme pouze zmrš' tvarů. Cílem stereogramů je vytvořit vizuální iluzi 3D prostoru na dvourozměrném obrazu následně v lidském mozku. Podle obecných statistik se udává, že pouze 1-5% lidí postrádá schopnost stereogramy dešifrovat. Ideálních výsledků lze dosáhnout při vytištění stereogramů na papír, trénované oko zvládne také lehce dekódovat stereogramy i na monitoru. Mozek si z takto upraveného obrázku, jenž vidí, snaží vytvořit hloubkovou informaci. Jednoduše tím, že si spojí více bodů, jež vidí, do jednoho bodu, viz obr. 77.



Obr. 77. Způsob pozorování prostorového stereogramu.

Opačným způsobem jde sledovat prostor před obrazem. Možné to je díky tomu, že to co bychom měli vnímat jako blíže k pozorovateli, vidíme naopak co nejdále. Tento způsob ovšem funguje také.



Obr. 78. Další možnost pozorování stereogramu.

Stereogramy dělíme na SIS (single image stereogramy) – jedná se o synonymum běžného výrazu autostereogram. Obsahují často jeden obrázek a fungují pomocí nepravidelného opakujícího se vzoru.

Další kategorií jsou SIRDS stereogramy (single image random dot stereogram). Jejich vygenerovaná struktura vypadá na první pohled jako náhodně vygenerovaný šum a obsahuje v sobě 3D prostorovou informaci, díky posunu fragmentů obrazu. Programy na generování stereogramů fungují na principu použití tzv. hloubkové mapy (depthmapy), což je černobílá bitmapa, která obsahuje informaci o prostoru. Odstíny černé pak znamenají, že objekt bude vykreslen co nejdále v prostoru, bílá pak znamená přesný opak.

5.5.2 Historie stereogramů

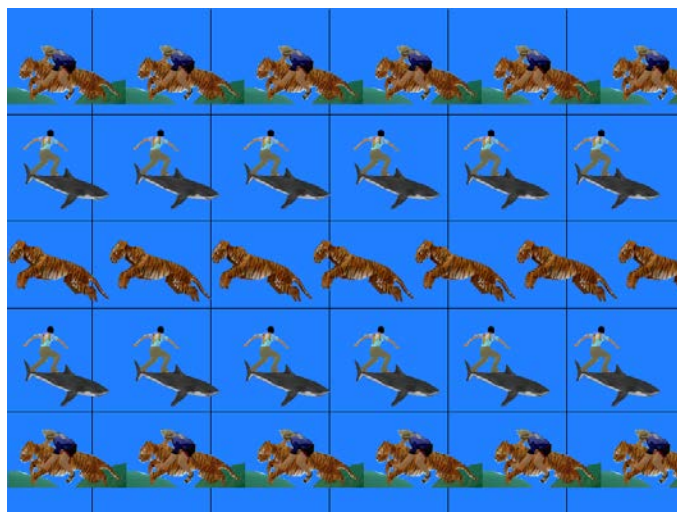
Byla započata objevem vědce Charlese Wheatstone, který publikoval princip binokulárního vidění roku 1838. V dalších letech skotský vědec David Brewster zlepšil stereoskop pomocí přidání čočky namísto použití zrcadla. Zároveň objevil tzv. efekt „wallpaper effect“ – všiml si, že pokud použije algoritmus stejně se opakujících vzorů mírně upravených pro každé oko, je možné vyvolat prostorovou iluzi. Tento princip byl později použitý pro generování tzv. autostereogramů – neboli single image stereogramů.

Dalším vědcem, jenž se zabýval stereogramy, byl Běla Julesc, který objevil možnosti tzv. random dot image stereogramů, a to v rámci projektů Bell Laboratories, kde se podílel na rozpoznávání maskovaných objektů z vojenských snímků. V té době se ještě vědci domnívali, že iluze je vytvářena okem, později se podařilo prokázat, že tento proces je komplexně neurologického původu.

Roku 1979 objevil Christopher Tyler, že kombinací teorie single-image stereogramů a náhodných dot stereogramů, lze dosáhnout a vytvořit random-dot autostereogram. Tím dal vzniknout populárním stereogramům, které je možné rozpoznat bez speciální optiky pouhým okem, jak je známé z dnešní doby. O velké rozšíření se zasloužil počítačový „boom“ v 80-90. letech minulého století.

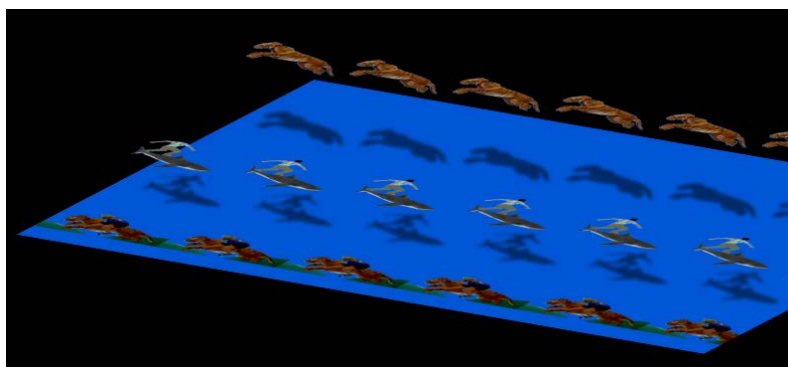
5.5.3 Jednoduché tzv. „wallpaper“ autostereogramy

Fungují na principu posunutí opakujících se objektů. Na obr. 79 je ukázka autostereogramu, který zobrazuje opakované vzory a to na třech různých vzdálenostech podle diferencí jednotlivých roztečí.



Obr. 79. Tzv. wallpaper autostereogram.

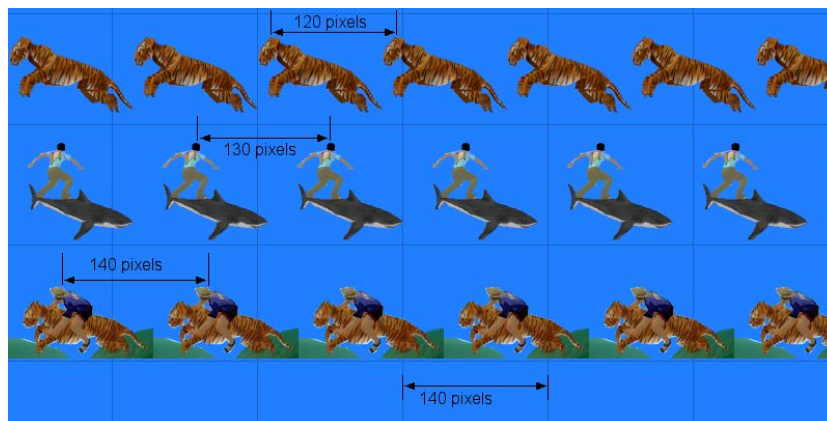
Obr. 80. představuje prostorový náhled, jak lidské oko vnímá rozdílné vzdálenosti v prostoru při správném pohledu.



Obr. 80. Ilustrační vizualizace prostorového vjemu.

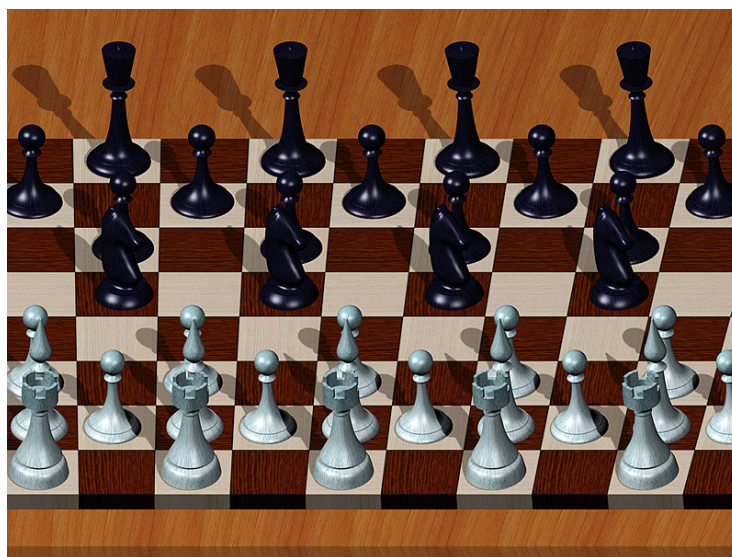
Hloubka odpovídá posunu resp. vzdálenosti roztečí mezi jednotlivými obrázky. Vzdáleností mezi obrázkem jezdce je rozteč 140 pixelů, a tím je jeho vystoupení z obrazu nejmenší.

Následuje žralok, jehož rozteče jsou 130 pixelů a zcela nejvýše vystupuje obrázek tygra, jehož rozteč je 120 pixelů.



Obr. 81. Způsob vytváření autostereogramů posunem objektů.

Je prokázáno, že mozek je schopný rozlišit a přizpůsobit se opakovanému množství vzorů. Může například obsahovat až 50 symbolů různé velikosti v různých a opakujících se pozicích, i přesto je schopen zařadit a umístit každou ikonu do její správné hloubky. Na obr. 82 je zajímavý příklad autostereogramů, kdy na místo použití „matice“ různě rozmístěných objektů je použito přímo 3D objektů, které jsou úmyslně rozmístěny se specifickým posunem pro vyvolání prostorového vjemu.



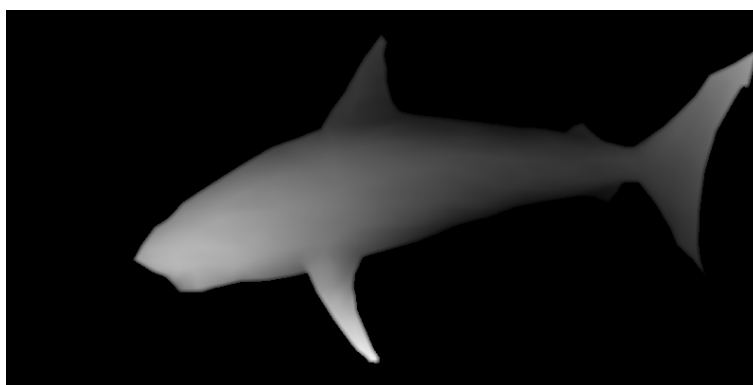
Obr. 82. Zajímavý příklad autostereogramu.

5.5.4 Random – dot stereogramy

Na obr. 84. je ukázka použití tzv. depth-mapy, která definuje výslednou hloubku uvnitř stereogramu. Program je analyzuje ve stupních šedi a podle toho upravuje rozmístění opakovaných symbolů. Výhodou tohoto formátu stereogramů je možnost použití plynulého přechodu v rámci prostorového zobrazení objektů.



Obr. 83. Tzv. random dot stereogram.



Obr. 84. Hloubková mapa určující prostorové zobrazení.

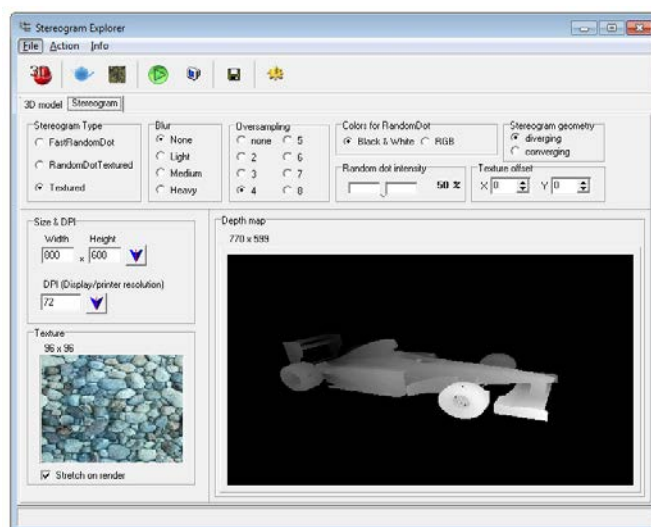
5.5.5 Animované stereogramy

Pokud je série auto-stereoskopických obrázků promítána tak, že navazuje horizontálně jeden na druhý v rychlé obnovovací frekvenci, mozek si spojí tyto body i přesto, že se rychle mění jejich pozice, a je tak možné zobrazit animovaný prostorový obraz.

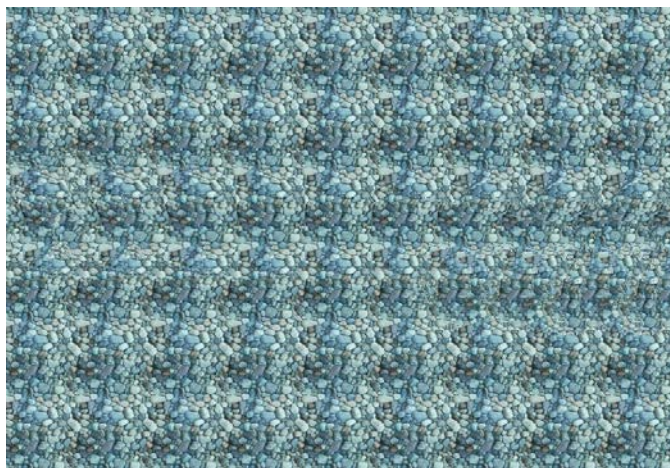
5.5.6 Počítačové programy na tvorbu stereogramů

Na vygenerování následujících stereogramů jsem použil počítačový program Stereogram Explorer. Níže je vidět screenshot z prostředí tohoto programu, který umožňuje volit mnoho nastavení před výsledným vypočítáním scény. Tento software umožňuje vytvářet jak Random dot stereogramy (SIRDS), tak stereogramy využívající k zobrazení opakující se textury (SIS).

Zároveň podporuje také import 3DS modelů – například je možné vložit objekty z programů jako je 3D studia Max a další. Kromě toho lze vygenerovat také video animace. Na obr. 83. je patrná „depth mapa“ objektu formule a pro texturu obrázku je použita bitmapa opakujícího se kamení.



Obr. 85. Ukázka prostředí programu s nastavením pro rendrování.



Obr. 86. Výsledný snímek, použití režimu textured stereogramu (SIS).

6 NOVÉ TECHNOLOGIE 3D ZOBRAZENÍ

6.1 Přehled současných možností zobrazení

Doby, kdy jsme si prostorové sledování mohli vychutnat pouze v rámci speciálních 3D kin, jsou již ty tam. V dnešní době je mnoho způsobů jak si vychutnat 3D sledování filmu, oblíbeného pořadu nebo prostorový zážitek ze hry. Zároveň se nově otevírají také možnosti pro využití tohoto zobrazení v rámci výtvarného umění – tomu se budu věnovat v praktické části této práce.

Momentálně se většina výrobců spotřební elektroniky a počítačového hardware přiklání k aktivní či pasivní prostorové projekci obrazu. Doby, kdy jsme se dívali skrz anaglyfické brýle s jedním sklem modrým a druhým červeným jsou už dávno pryč.

Tab. 3. Souhrnný přehled současných 3D zobrazovacích technologií.

Technologie	Barevná informace	Rozlišení obrazu	Vhodné pro projekci	Zobrazení na monitoru	Počet diváků	Náklady projekce [pořizovací / provozní]
Anaglyf	kompletní ztráta	střední	ano	Ano	vysoký	nízké / nízké
Aktivní 3D	plná	vysoké	ano (2)	ano(3)	omezený(4)	vysoké / vysoké
Pasivní 3D	plná	vysoké	ano	ano	vysoký	vysoké / nízké (5)
Polarizační modulátor	plná	vysoké	ano	ne	vysoký	střední / nízké
Auto-stereoskopické monitory	plná (1)	nízké	nelze	ano	velmi malý	-

(1) Barvy jsou často poškozeny tzv. efektem duhy, případně se prolínají obrazy do sebe.

(2) Aktivní 3D se neosvědčilo ve velkých projekcích. Aktivní 3D brýle jsou drahé a časem se provoz extrémně prodražuje (nutností opravovat/vyměňovat baterie i celé brýle).

(3) V oblasti monitorů je aktivní 3D v současnosti nejkvalitnější zobrazovací technologie.

(4) Počet diváků je limitován počtem relativně drahých 3D brýlí a dosahem bezdrátového signálu

(5) Pro 3D sálové projekce je v současnosti nejvhodnější zobrazovací systém vybavený 3D Polarizačním modulátorem.

6.1.1 Anaglyf projekce

Začneme první dnes již ve všech ohledech překonanou technologií pro prostorovou reprodukci obrazu. Patří mezi nejstarší způsoby pro zobrazení takového obsahu. Každý se již určitě jednou setkal s červeno-modrými resp. zeleno-modrými brýlemi. Výhodou této již zastaralé technologie je možnost velmi jednoduchého šíření a zobrazení obsahu. K prohlížení anaglyfu postačují běžně dostupně monitory, projektory nebo TV. Zároveň jako jediná z popisovaných způsobů zobrazení může být využita mimo elektronické zobrazení – např. v časopisech, knížkách, apod.

Velmi zásadní nevýhodou je nežádoucí barevné zkreslení obrazu, díky tomu, že musí obsahovat navíc rozdílné prostorové informace pro obě oči. Zároveň je prokázáno, že lidský mozek je při sledování anaglyfů velmi extrémně namáhán a mnoho lidí hodnotí dlouhodobější sledování anaglyfů jako velmi nepříjemné. Verzí anaglyfů existuje mnoho variant od červeno-zelených skel přes červené-cyan, nebo například se žluto-modrou kombinací. I když lze výslednou projekci optimalizovat před projekcí, tak jako tak, tento způsob prostorového zobrazení nemůže nabídnout reálné barvy.



Obr. 87. Schéma anaglyfického systému 3D projekce.

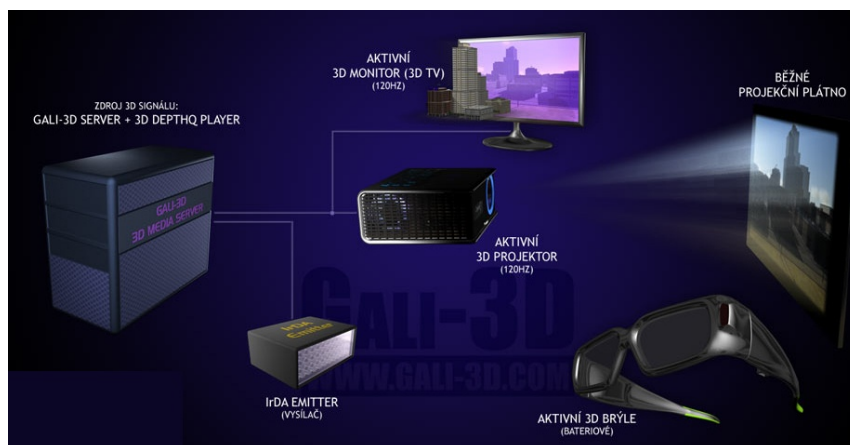
6.1.2 Aktivní systém projekce

Tento systém projekce funguje díky střídavému zobrazení různých obrazů v rychlém časovém a pro oko nepostřehnutelném sledu. Oproti klastickému televiznímu či počítačovému zobrazení, promítá dvojnásobnou frekvenci obrazu – často tak disponuje od 240 do 480 snímků za sekundu.

S touto zobrazovací technologií se můžeme setkat jak u 3D monitorů, televizorů, ale také například 3D projektorů. Zároveň je doplněna o aktivní brýle, které obsahují speciální vrstvu LCD krystalů. Ty jsou schopné během zlomků vteřiny zastínit obraz pro pravé a následně pro oko levé. Díky tomu, že se jedná o vysokou frekvenci snímku, působí obraz plynule. Nevýhodou je nutnost napájení těchto brýlí a to buď pomocí drátového zdroje (v případě připojení přes USB), a v případě bezdrátových brýlí pak například alkalickou baterií, která se nachází uvnitř. Zároveň je nutné u brýlí synchronizovat zobrazení přesně se zobrazením monitoru nebo TV, o to se stará synchronizační elektronika a také infračervený vysílač. Výhodou je, že pro tento způsob projekce stačí v případě většího rozměru promítání jeden projektor a není nutnost mít speciální projekční plochu. Zároveň je u tohoto řešení možný rychlý přechod mezi zobrazovaným 2D a 3D režimem.



Obr. 88. Aktivní systém projekce, funkce závěrkových brýlí.

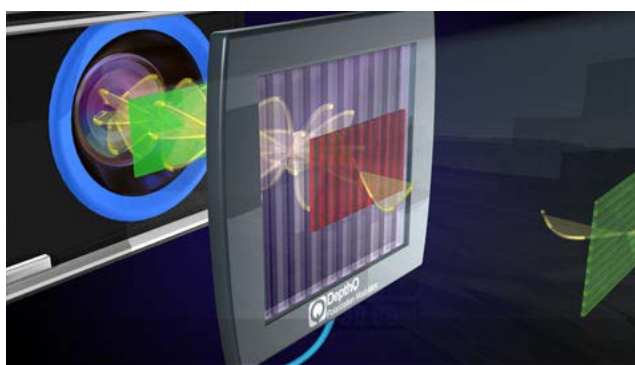


Obr. 89. Schéma aktivního systému 3D projekce.

6.1.3 Systém za použití polarizačního modulátoru

Systém je kombinací aktivní a pasivní technologie, zkráceně se používá termín polarizační modulátor. Tento způsob zobrazování používá to nejlepší z obou řešení. Je tak možné vytvořit pasivní projekci za použití pouze jednoho 3D projektoru doplněného o speciální polarizační modulátor.

Výhodou tohoto řešení je také to, že díky použití modulátoru je možné projekci sledovat pasivními brýlemi, bez nutnosti speciálního dobíjení jako tomu je u aktivních 3D brýlí. Modulátor přepíná v rychlém sledu dvě různé roviny polarizace střídavě pro levé a pravé oko. Zároveň odpadá nutnost mít naprosto přesně synchronizované projektory jako u standardní aktivní projekce. Toto řešení bohužel funguje pouze v rámci použití projektorů, u monitorů není dostupné.



Obr. 90. 3D projekce za použití polarizačního modulátoru.

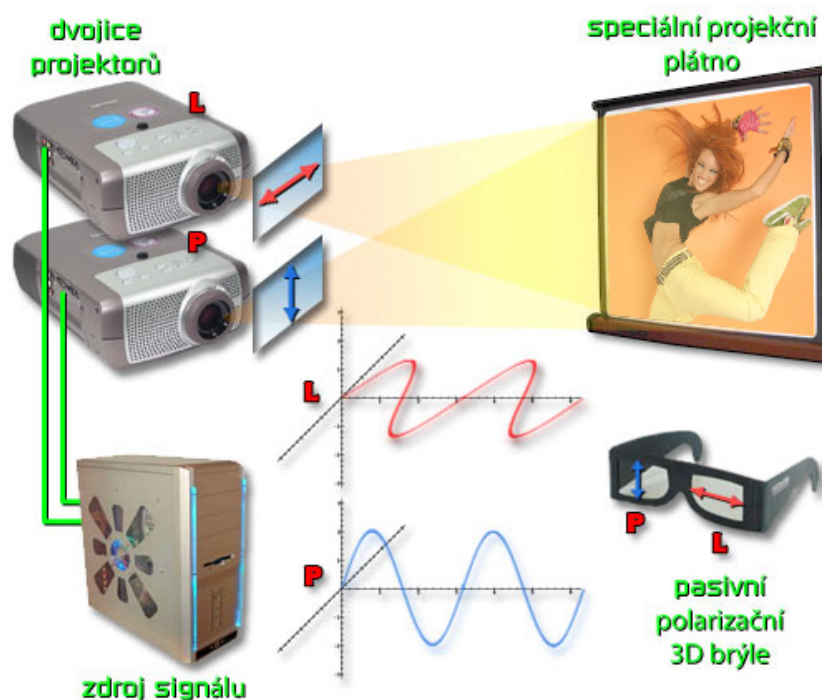
6.1.4 Pasivní systémy projekce

Jedná se o systém, jenž ke svému zobrazení používá speciální obrazovku, na které současně zobrazuje dva obrazy – jeden pro levé a druhý pro pravé oko. Proto, aby bylo možné zobrazit v jeden moment různé obrazy pro obě oči, využívá rozdílného zobrazení, kdy liché pixely obrazovky zobrazují obsah pro levé oko a pravé pixely obraz pro oko pravé. Zároveň je v obrazovce umístěn speciální filtr, jenž polarizuje světlo sudých a lichých pixelů.

Proto, abychom viděli obraz prostorově, jsou potřeba speciální polarizační brýle – např. podobné, které využívá 3D kino IMAX. Fungují tak, že každé ze skel má jiný polarizační filtr a každý propouští pouze jeden z obrazů k levému a pravému oku. Následně si mozek složí z těchto separátních obrazů prostorový obraz.

Nevýhodou tohoto řešení je to, že přicházíme při střídavém vykreslení o polovinu horizontálního rozlišení – jedná se o každý druhý pixel. Běžně tak na místo Full HD filmového rozlišení vidíme na místo 1920 pixelů pouze polovinu, a tím obraz přichází o část detailů. Pasivní systém má ale oproti aktivním jednu nezanedbatelnou výhodu a to, že díky absenci zakrývání resp. závěrkovému režimu u brýlí dochází k daleko menší únavě očí a tím je sledování vizuálního obsahu přirozenější.

Pro tento způsob můžeme také použít velko-formátovou projekci, ovšem nutností je projekce na speciální polarizované plátno. To funguje na zdánlivě jednoduchém principu – oba polarizované obrazy dopadají ve stejný okamžik na povrch plátna, zdánlivě vypadají, že jsou smíchány. Díky rozdílné polarizaci je možné je dále separovat. Polarizační maska na některých 3D monitorech a 3D televizích funguje jinak. Ve většině případů je na povrchu displeje umístěna speciální maska, která je proložena polarizačními proužky, jenž světlo polarizuje v odlišných rovinách.



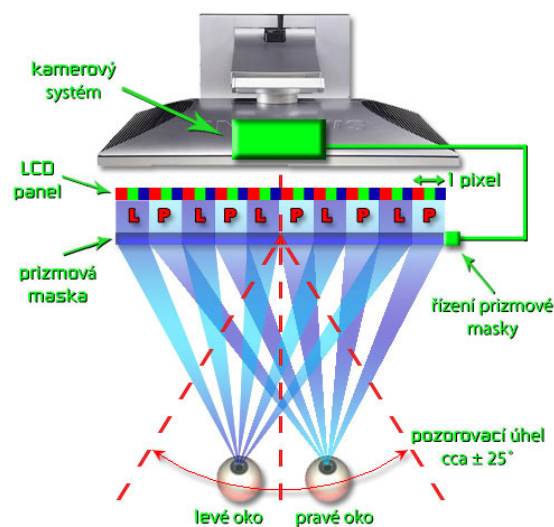
Obr. 91. Schéma pasivního systému 3D projekce.

6.1.5 Auto-stereoskopická projekce

Toto je nejnovější technologie pro zobrazení 3D obrazu, bez nutnosti použití speciálních brýlí. Na jednu stranu vypadá taková možnost velmi lákavě, na druhou stranu je tento způsob zobrazení teprve ve svých počátcích. Společnou vlastností tohoto typu zobrazení je použití speciální vrstvy umístěné nad LCD displejem. Princip vrstvy svým způsobem vychází z toho, co se používá u technologie lentikulárního tisku. Stejně i tady jsou použity hranoly, které opticky rozdělují výstup pro pravé a levé oko. Zároveň tato maska způsobuje, že obraz je viditelný pro jednotlivé oči pouze v rámci odpovídajícího pozorovacího úhlu, který činí průměrně 25°.

U monitorových řešení je podmínkou toho, aby systém rozpoznal, kde se nachází, pozorovatel je kamerový systém zabudovaný přímo v monitoru. Díky tzv. eye-tracking, který sleduje, odkud se dívají vaše oči a v reálném čase upravuje pozici optické masky tak, aby co nejvíce odpovídala pozorovacímu úhlu. Nevýhodou je samozřejmě, pokud je v jeden moment více pozorovatelů na různých místech. Výrobci se samozřejmě snažili přijít

s novým řešením, které odstraní možnost posouvat úhel pohledu v závislosti pouze na jednom pozorovateli. Další generací tohoto typu zobrazení jsou tzv. multi-view auto-stereoskopické monitory. Způsob je následující – před LCD panelem je optická maska, která není pouze kombinací pro dvojici obrazů, ale obsahuje pět nebo i devět různých sub-masek. Každá z nich zvládá distribuci obrazu do různých pozorovacích úhlů.



Obr. 92. Schéma auto-stereoskopického monitoru.

Značnou nevýhodou je, že 3D obsah musí být připraven speciálně pro tento způsob zobrazení, nelze na těchto TV nebo monitorech používat filmy připravené pro aktivní nebo pasivní sledování 3D. Mezi další nevýhody patří fakt, že díky tomu, že se musí do nativního rozlišení obrazovky vměstnat pět nebo devět krát více obrazových informací ve výsledku znamená nepoměrně nižší kvalitu zobrazení. Domnívám se, že tato technologie resp. její nástupci mají do budoucna velký komerční potenciál – mimochodem koho by bavilo si na jakýkoliv 3D obsah, ať už se jedná o film nebo hru, nasazovat speciální brýle.



Obr. 93. HTC Evo, první mobilní telefon s 3D displejem.



Obr. 94. Konzole Nintendo 3DS využívající auto-stereoskopické zobrazení.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktické části magisterské práce pro mne bylo, co nejvíce využít současných možností prostorového zobrazení v návaznosti na grafický design, konkrétně digitální tvorbu, které se věnuji posledních deset let. Zároveň jsem chtěl v této části předložit reálné výsledky získané při prostorovém zobrazení designu a navázat tak na informace z teoretické části.

Z počátku jsem experimentoval s využitím anaglyfů. Chtěl jsem vytvořit za použití tohoto způsobu zobrazení návrh designu. Při bližším zkoumání možností anaglyfů jsem narazil na velké limity, co se týče kvality zobrazení a hlavně možností věrně reprodukovat barevnost grafiky. Osobně jsem se tak přesvědčil o tom, že tato technologie je v dnešní době již překonanou.

Následně jsem se začal blíže zajímat o nové možnosti stereoskopického zobrazení obsahu. Důležité pro mne bylo získat informace o výhodách a nevýhodách jednotlivých možností 3D technologii projekce i vytváření obsahu, které překládám v teoretické části magisterské práce.

Po otestování reálných možností 3D zobrazení – v následující části předkládám informace o vytváření grafiky pro tento způsob zobrazení. Upřímně jsem byl těmito možnostmi příjemně překvapen. Iluze prostoru byla přesvědčivá a dojem z grafiky, která „vystupuje“ z monitoru jako by se „vznášela“ nad klávesnicí vyvolává nutkání jí uchopit resp. se přesvědčit, jestli tomu tak opravdu je nebo není.

Přemýšlel jsem samozřejmě o tom, jakým způsobem využít onen třetí rozměr. Po delší úvaze jsem se rozhodnul po vytvoření souboru surrealisticky naladěných grafik. Proč zrovna tento směr? V rámci přípravy teoretické části, konkrétně té, která pojednává o tom, jakým způsobem se chronologicky měnil způsob a nahlížení na zobrazení prostoru v rámci výtvarných děl, jsem se seznámil s tvorbou surrealistických umělců. Nejvíce mne oslovilo dílo Salvadora Dalí a to jakým způsobem se snažil předkládat realitu, jak měnil prostorové zobrazení – například jeho způsob „pokřivené“ reality. Díky inspiraci nejen z jeho děl,

jsem upřednostnil tento výtvarný směr, navíc mi přišel jako vhodný v kombinaci s prostorovým 3D efektem, kterého jsem byl schopný dosáhnout.

Vzhledem k nutnosti projekce na speciálním monitoru, nejsou tyto prostorové grafiky přímou součástí tohoto dokumentu. Výsledek projektu bude prezentován formou 3D projekce. Na následujících řádcích předkládám postup, jakým způsobem jsem tyto prostorové grafiky vytvářel, a také základní informace o technickém vybavení projektu.

7.1 Technické vybavení

Při volbě monitoru jsem se rozhodoval mezi aktivní a pasivní technologii. Na základě recenzí a vlastních zkušeností z instalace ve specializovaných prodejnách, jsem se nakonec rozhodl pro monitor, který využívá pasivní zobrazení – přeci jen tento způsob zobrazení poskytuje ostrý obraz bez blikání, bez nutnosti nosit těžké brýle s napájením, na kterých funguje aktivní způsob zobrazení.

Jedná se o širokoúhlý panel s LED podsvícením a poměrem stran 16 : 9. Nativní rozlišení je 1 920 x 1 080, o velikosti 23 palců (58,4 cm). Kontrastní poměry zobrazení jsou 1 000 : 1 pro statickou grafiku a 50 milionů k jedné pro dynamické zobrazení kontrast. Pozorovací úhly jsou 170° horizontálně a 160° vertikálně v rámci 2D zobrazení. Pro 3D je nutné mít ideální pozorovací úhel. Díky tomu, že je zde relativní limitní rozsah zobrazení mimo pozorovací úhel 80° v rámci horizontální polohy a 8° pro vertikální polohu – což vnímám jako největší slabinu současných hardwarových možností 3D monitorů. Lehce dojde k tomu, že při relativně malém vychýlení z ideální polohy se obraz „rozdvojí“.

3D zobrazení tento monitor resp. jeho obrazovka vytváří polarizovaný obraz pro každé oko s jinou polarizační rovinou - svislou a vodorovně polarizovanou. I když díky tomu, uživatel přijde o polovinu ze zobrazovaného rozlišení, tak například u přehrávání HD videa jsem nepostřehl zásadní rozdíl v kvalitě. Mimochodem tento monitor získal certifikát Evropské oční kliniky Lexum, o tom, že sledování této technologie je zcela nezávadné pro lidské vidění. I toto je důkazem, že navzdory četným kritikům 3D zobrazení jako takových, je

tato pasivní technologie prostorového zobrazení ergonomická pro běžné používání. Součástí monitoru jsou pasivní polarizační brýle, které jsou nutné pro sledování ve 3D režimu.



Tab. 4. Specifikace použitého 3D monitoru.

LG DM2350 Cinema 3D	
Úhlopříčka	23" (16:9)
Ideální odezva	5 ms
Jas	250 cd/m ²
Jas 3D	100 cd/m ²
Kontrast (dynamický)	1000:1 (5 000 000:1)
Výrobní technologie	TN
Podsvícení	LED
Pozorovací úhly (horizontální / vertikální)	170° / 160°
3D Pozorovací úhly (horizontální / vertikální)	80°/12°
Frekvence zobrazení	60 Hz
Počet barev	16 700 000
Rozteč bodů	0,265 x 0,265 mm
Nativní rozlišení	1920 x 1080
Vstupy	HDMI, DVI-D, D-Sub
Speciální vlastnosti	3D zobrazení, konverze 2D-3D

7.2 Postup realizace stereoskopického designu

Vzhledem k tomu, že tento způsob vytváření grafického designu pro mne byl do této doby zcela nevyzkoušenou a novou záležitostí, bylo nutné věnovat nemalé úsilí vyzkoušení a zvolení vhodného způsobu a to nejen z pohledu realizace, ale také z pohledu dojmu při prostorové projekci.

Pro návrh designů jsem použil Adobe Photoshop CS 5.5. Velkou výhodou byla možnost kompozice pro náhled výsledné scény přímo v tomto programu, a to v rámci možností 3D transformací objektů, který tento program podporuje. Další fází byl export jednotlivých vrstev pro následnou kompozici v programu Adobe After Effects CS 5.5. Bylo důležité zachovat průhlednost jednotlivých objektů a zároveň u objektů, které se nacházely natočené v rámci prostoru počítat ze skreslením jejich textury, resp. bylo nutné připravit tyto objekty ve zcela rovinné poloze bez jejich natočení v prostoru.

Následovalo vytváření kompozice finální scény v Adobe After Effects. Samozřejmě, že zásadní, nikoliv však pouze jediná stěžejní věc, bylo nastavení Z osy u každého objektu. Pozitivní resp. negativní hodnoty ovlivňovaly výsledné prostorové umístění objektů a tedy i to, jestli objekt po následném exportu scény a zobrazení ve 3D režimu monitoru vystupoval vně nebo naopak dovnitř monitoru. Tato část u každé scény vyžadovala poměrně časté změny do té doby, než výsledek odpovídal mým představám.

Od verze 5.5 disponují Adobe After Effects plnou podporou stereoskopického zobrazení a to bez nutnosti instalovat speciální podpůrné plug-ins pro 3D produkci. Díky funkci stereoscopic 3D camera rig, bylo možné vytvořit automatickou dvojici simultánních kamer, které vycházely z hlavní kamery uvnitř scény. Kdykoliv tedy došlo k změně pozice objektů ve scéně nebo umístění hlavní kamery, výsledek se projevil také u těchto dvou virtuálních kamer vytvořených pro 3D zobrazení. Nebudu zabíhat do jednotlivých detailů nastavení těchto kamer, je jich mnoho – zmíním pouze globální možnosti a těmi jsou například výběr výsledného 3D režimu, a to od anaglyfického zobrazení přes aktivní či pasivní způsoby projekce, dále možnost ovlivnit míru konvergence a celkovou „prostorovost“ efektu.

Pro otestování scény bylo nutné finálně „vyrendrovat“ finální snímek resp. sekvenci záběrů ve speciálním režimu pro 3D zobrazení a následně ho přehrát v software pro zobrazení 3D obsahu.

7.3 Stereoskopické formáty souborů

Tato část je rychlým přehledem a pojednává o současných formátech souborů používaných pro prostorové zobrazení obrazového obsahu. Po otestování těchto i dalších možností se ukázalo jako nejvhodnější použití side-by-side formátu zobrazení vyrendrovaného jako běžné video formátu AVI, pro statickou grafiku pak formát TIFF a použití algoritmu s přiměřenou kompresí. Při použití většího stupně komprese dochází obecně u stereoskopických formátů k nepřesnostem při přehrávání obsahu a tím k rušení prostorového vykreslení obsahu.

Side-by-side je stereoskopický formát souborů, který je založen na zaznamenání resp. projekci, kdy v rámci jednoho snímku obrazů jsou obrazy pro levé a pravé oko umístěny vedle sebe. Výhodou je, že funguje v rámci běžných video kódů. Nutností je pro přehrávání mít speciální přehrávač (viz níže), bez něho bychom viděli pouze dva obrazy vedle sebe. Přehrávač nám umožní vidět prostorové zobrazení a to jak v režimu pro aktivní, pasivní projekci nebo zvládne také vytvářet anaglyf projekci. Nevýhodou je nutnost redukce kvality obrazové informace a to na poloviční horizontální rozlišení. Existují také další varianty, obecně většina z nich funguje na většině běžně používaných video či statických obrazových formátů.

7.4 Software prostředky pro přehrávání obsahu

Vzhledem ke speciálnímu režimu souborů je nutné použít speciální programy pro zobrazení 3D obsahu, a to ať už se jedná o stereoskopické fotografie, grafiky či filmy. Vhodným programem je například StereoMovie Maker, jenž je volně dostupnou alternativou, zároveň disponuje možností přehrávání velmi rozdílných formátů. Na internetu můžeme nalézt další volné i placené alternativy jako je Stereoscopic Player, či TriDef 3D přehrávač, který byl dodán jakou součástí programovaného vybavení k monitoru. Většina z nich umožňuje přehrávání nejpoužívanějších 3D formátů videa, případně jejich konverzi další funkce.

8 ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem chtěl v první řadě poskytnout ucelený přehled na problematiku prostorového zobrazení a zároveň vytvořit všeobecný náhled na tento fenomén tak, jak se postupem věků měnily způsoby zobrazení viděné reality.

Je zajímavé také pozorovat tendence na uměleckých dílech, které se během vývoje umění jako takového snažily o co nejvěrnější prostorovou reprodukci skutečnosti. Později zde naopak vznikaly umělecké směry, které se vymezovaly vůči realistickému zpodobnění viděného. Od konce 19. století zde vznikl nový způsob, který s pokrokem techniky chtěl zobrazit 3D skutečnost nikoliv jako dvou prostorovou, ale dát pozorovateli opět možnost prostorového vjemu. Tyto způsoby zobrazení se neustále zdokonalovaly a nadále zdokonaľují a pro mne jako designéra je zajímavé představit si možnou vizi nedaleké budoucnosti.

Jaká by ta vize mohla být? Domnívám se, že nové 3D způsoby zobrazení nezůstanou do budoucna bez povšimnutí také v rámci výtvarných děl a designu jako takového. Je to v současné době spíše otázkou času a toho jak rychle se rozšíří nové možnosti zobrazení, kdy nikdo z nás nebude potřebovat speciální polarizační brýle, ale jednoduše bude moci nahlížet na prostorové vytvořené designy.

Dokážu si představit situaci, kdy v roce 20XX procházím městem a na místo omšelých papírových plakátů umístěných v „citylightech“, uvidím digitální panely a co více, ty budou nabízet a využívat možnosti prostorového zobrazení obsahu. To bude zajímavé jak pro komerční využití – např. reklamní kampaně, tak pro projekci různých informací. 3D displeje, to je blízká budoucnost a možných příkladů využití, bychom již nyní našli určitě mnoho.

Stejně tak je pravděpodobné, že tyto nové možnosti budou vybízet umělce všech směrů k využití a komponování svých děl nově, a to prostorově. Představme si futuristickou galerii, kde na místo dvou prostorových obrazů se nacházejí prostorové projekce výtvarných děl zobrazené 3D displeji a nabízejí návštěvníkům možnost vidět prostorově dílo, nebo se například podívat „ze strany“ a vidět další dimenzi díla.

Budoucnost, která nás z tohoto úhlu pohledu čeká, ovlivní mnoho do té doby běžně zažitých principů. Bude zde mnoho nových možností jak využít to, že je zde nový a třetí. Osobně se velmi těším a se zájmem budu sledovat nové přicházející možnosti prostorového zobrazení designu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BUTLER, Jiří, K. HOLDEN a W. LIDWELL. Univerzální principy designu. Praha: Computer Press, 2011. 272 s. ISBN 9788025135402.
- [2] MENDIBURU, Bernard. 3D TV and 3D Cinema: Tools and Processes for Creative Stereoscopy. Focal Press, 2011. 242 s. ISBN 9780240814612.
- [3] MENDIBURU, Bernard. 3D Movie Making: Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen. Focal Press, 2009. 223 s. ISBN 9780240811376.
- [4] ZONE, Ray. Stereoscopic cinema & the origins of 3-D film, 1838-1952. Kentucky: University Press of Kentucky, 2007. 220 s. ISBN 9780813124612.
- [5] ACKLAND, William. How to take stereoscopic pictures. Oxford: University of Oxford, 2011. 52 s. ISBN 9781179465234.
- [6] MAYER, Cris a T. MAYER. Adobe After Effects. Praha: Computer Press, 2010. 416 s. ISBN 9788025125007.
- [7] DYCKMAN, Dan. Skryté rozměry. Praha: Knižní klub, 1995. 64 s. ISBN 8071761591.
- [8] PIHAN, Roman. Mistrovství práce s DSLR. Praha: 2008: IDIF. 230 s. ISBN 8090321089.
- [9] VIGUÉ, Jordi. Místrí světového malířství. Praha: 2004: REBO. 480 s. ISBN 8072343041.

SEZNAM POUŽITÝCH INTERNETOVÝCH ODKAZŮ

- [20] http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_spektrum – (5. 3. 2012)
- [31] <http://mathworld.wolfram.com/ScintillatingGridIllusion.html> – (5. 3. 2012)
- [42] http://cs.wikipedia.org/wiki/Optick%C3%BD_klam – (5. 3. 2012)
- [53] http://www.digimanie.cz/art_doc-909C8684481AB6E8C12572530012E13A.html – (10. 3. 2012)
- [64] http://cs.wikipedia.org/wiki/Penrose%C5%AFv_troj%C3%BAheln%C3%ADk – (15. 3. 2012)
- [75] <http://www.odmaturuj.cz/matematika/perspektiva/> – (17. 3. 2012)
- [86] <http://www.tutoriarts.cz/zaklady-kresleni-6-dil-perspektiva-1001> – (20. 3. 2012)
- [97] <http://en.wikipedia.org/wiki/Vitruvius> – (20. 3. 2012)
- [108] http://www.nkp.cz/pages/page.php3?page=nejcennejsi_kodex_vys.htm – (2. 4. 2012)
- [119] http://cs.wikipedia.org/wiki/Giotto_di_Bondone – (2. 4. 2012)
- [20] http://pvh.ff.cuni.cz/exkurze04/referaty/lebedova_bratri_lorenzettiove.pdf – (2. 4. 2012)
- [21] http://www.artmuseum.cz/umelec.php?art_id=129 – (2. 4. 2012)
- [22] <http://www.ibiblio.org/wm/paint/auth/piero/> – (7. 4. 2012)
- [23] http://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci – (7. 4. 2012)
- [24] <http://www.moravska-galerie.cz/> – (7. 4. 2012)
- [25] http://en.wikipedia.org/wiki/Vincent_van_Gogh – (7. 4. 2012)
- [26] <http://dali.uffs.net/galerie/galerie.1250.php> – (7. 4. 2012)
- [27] <http://www.mcescher.com/Shopmain/ShopEU/facsprints-uk/index.html> – (10. 4. 2012)
- [28] http://is.muni.cz/th/110029/ff_b/Text_prace.txt – (10. 4. 2012)
- [29] http://cs.wikipedia.org/wiki/Salvador_Dal%C3%AD – (10. 4. 2012)
- [30] http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=24933 – (10. 4. 2012)

- [31] <http://www.stereokotoucky.cz/> – (15. 4. 2012)
- [32] <http://www.cinti.net/~vmmasell/> – (15. 4. 2012)
- [33] <http://www.stereoscopy.com/library/wheatstone-paper1838.html> – (15. 4. 2012)
- [34] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Stereofotografie> – (15. 4. 2012)
- [35] <http://www.ryancolditz.com/3D.html> – (20. 4. 2012)
- [36] <http://www.eyetricks.com/3dstereo.htm> – (20. 4. 2012)
- [37] <http://www.3dmanifesto.com/> – (20. 4. 2012)
- [38] http://www.alesnovak.cz/magicke_oko.htm – (22. 4. 2012)
- [39] <http://cs.gali-3d.com/stereoskopie-aktivni-3d/> – (22. 4. 2012)
- [40] <http://www.aolej.com/stereo> – (22. 4. 2012)
- [41] <http://www.nintendo.com/3ds> – (27. 4. 2012)
- [42] http://3dtv.at/Index_en.aspx – (27. 4. 2012)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Stavba lidského oka.	12
Obr. 2. Tři druhy čípků s různou funkcí.	13
Obr. 3. Rentgenová fotografie.	14
Obr. 4. Barva jako vlnová délka a amplituda.	15
Obr. 5. Spektrum záření a viditelná část lidským okem.	15
Obr. 6. Vliv rychlosti kmitů na vnímanou barvu.	16
Obr. 7. Fotografie části mlhoviny M16 pořízena Hubblovým teleskopem	17
Obr. 8. Vliv barevnosti předmětu na odrážené spektrum barvy.	18
Obr. 9. Horopterova kružnice.	19
Obr. 10. Akomodační funkce očí.	20
Obr. 11. Konvergence očí a vliv na sledovaný úhel .	20
Obr. 12. Pohybová paralaxa.	21
Obr. 13. Optický klam založený na interpretaci jasu.	23
Obr. 14. Optická klam způsobený špatným vyhodnocením poměrů jasu.	24
Obr. 15. Scintilační mřížka, upravená verze od E. Lingelbacha (1994).	25
Obr. 16. Kognitivní paradox vnímání.	25
Obr. 17. Iluze velikosti podpořená chybnou interpretací perspektivy.	26
Obr. 18. Optická iluze nestejně velikosti červeně označených přímek.	26
Obr. 19. Penroseův trojúhelník.	27
Obr. 20. Kresba faraona Ahtona (1335 př. n. l.), použití významové perspektivy.	28
Obr. 21. Obětování Ifigenie od řeckého malíře Timantha (4. st. př. n. l.)	29
Obr. 22. Deset knih o architektuře, Marcus Vitruvius Pollio (33-22 let př. n. l.).	30
Obr. 23. Vyobrazení postav v Kodexu Vyšehradském (11. století).	31
Obr. 24. Freska ze života sv. Františka, Giotto di Bondone (1295)	32
Obr. 25. Alegorie dobré a špatné vlády, Ambrogio Lorenzetti (1337-1340).	33

Obr. 26. Konstrukce kopule Santa Maria del Fiore, Filippo Brunelleschi (1419)	33
Obr. 27. Svatá trojice, Masaccio (1420).	34
Obr. 28. Bičování Krista, Piero della Francesca (1445).	35
Obr. 29. Skica k obrazu Klanění tří králů (1481).	36
Obr. 30. Madona ve skalách, Leonardo da Vinci (1438-1486).	36
Obr. 31. Ilustrace Hans Vredeman de Vries, kniha Perspective (1604-1605).	37
Obr. 32. Café Terrace at Night, Vincent van Gogh (1888).	38
Obr. 33. Portrét od Juana Grise (1912).	39
Obr. 34. The image disappears, Salvador Dalí (1938).	40
Obr. 35. The Persistence of Memory, Salvador Dalí (1931).	41
Obr. 36. Relativita, M. C. Escher (1953).	42
Obr. 37. Relativita, M. C. Escher (1961).	43
Obr. 38. Vzestupně a sestupně, M. C. Escher (1960).	44
Obr. 39. Znázornění perspektivy.	45
Obr. 40. Lineární perspektiva.	46
Obr. 41. Lineární perspektiva s jedním úběžníkem.	47
Obr. 42. Poslední večeře, Leonardo da Vinci (1495-1498.).	47
Obr. 43. Lineární perspektiva se dvěma úběžníky.	48
Obr. 44. Hodina hudby, Jan Vermeer (1662-1665).	48
Obr. 45. Lineární perspektiva tříúběžníková.	49
Obr. 46. Rovnoběžné promítání.	49
Obr. 47. Manguovo promítání.	50
Obr. 48. Axonometrické promítání.	50
Obr. 49. Kosouhlé promítání.	50
Obr. 50. Tzv. vojenská perspektiva.	51
Obr. 51. Wheatstonův stereoskop.	52

Obr. 52. Brewsterův čočkový stereoskop.	53
Obr. 53. Holmesův stereoskop.	53
Obr. 54. Stereokotoučky View-Master.	54
Obr. 55. Stereokotoučky Meopta.	55
Obr. 56. Meoskop III z roku 1968. Uváděné zvětšení 5,5x, vyráběl se z plastu v různých barevných kombinacích, cena 35 Kčs.	55
Obr. 57. Stereokotoučky Plastikolor vyráběné v Kovopodniku Kladno.	55
Obr. 58. Detail stereofotografie pro dospělé.	56
Obr. 59. Speciální edice 4 svazků obsahující více jak 1200 historický předmětů.	56
Obr. 60. Propagace stereoskopické fotografie, Underwood & Underwood (1901).	58
Obr. 61. Hanzelka a Zikmund se speciálním přístrojem pro stereofotografie.	58
Obr. 62. Real 3D W1, první komerčně prodáváný digitální stereoskopický fotoaparát od firmy Fujitsu (2009).	58
Obr. 63. Brýle pro anaglyfické pozorování, kombinace red+cyan.	59
Obr. 64. Mechanismus vytváření anaglyfů.	60
Obr. 65. Barevný anaglyf, problematická je barva střeš.	61
Obr. 66. Polobarevný anaglyf, snížená saturace červené zlepší prostorové vnímání.	62
Obr. 67. Tzv. Dubois anaglyf, upraví barevnost, bohužel za cenu nereálných barev.	62
Obr. 68. Černobílá varianta anaglyfů, často je vhodné použít pouze ČB variantu, odpadá problém s věrohodnou reprodukcí barev.	62
Obr. 69. Vytváření anaglyfů pomocí posunutí a multiplikací barevných vrstev v programu Adobe Photoshop.	63
Obr. 70. Anaglyfický plakát k propagaci rockového festivalu.	64
Obr. 71. Anaglyfický plakát jako součást propagace.	64
Obr. 72. Vstupní stránka internetových stránek s volbou typu zobrazení.	65
Obr. 73. Webová stránka v režimu anaglyf.	66
Obr. 74. Počítačová hra na motivy Pána prstenů, anaglyf 3D zobrazení.	66

Obr. 75. Stylově zpracovaný 3D magazín obsahující 3 různé styly hudby.	67
Obr. 76. Vnitřní strana magazínu, prostorová typografie.	67
Obr. 77. Způsob pozorování prostorového stereogramu.	68
Obr. 78. Další možnost pozorování stereogramu.	68
Obr. 79. Tzv. wallpaper autostereogram.	70
Obr. 80. Ilustrační vizualizace prostorového vjemu.	70
Obr. 81. Způsob vytváření autostereogramů posunem objektů.	71
Obr. 82. Zajímavý příklad autostereogramu.	71
Obr. 83. Tzv. random dot stereogram.	72
Obr. 84. Hloubková mapa určující prostorové zobrazení.	72
Obr. 85. Ukázka prostředí programu s nastavením pro rendrování.	73
Obr. 86. Výsledný snímek, použití režimu textured stereogramu (SIS).	73
Obr. 87. Schéma anaglyfického systému 3D projekce.	77
Obr. 88. Aktivní systém projekce, funkce závěrkových brýlí.	76
Obr. 89. Schéma aktivního systému 3D projekce.	77
Obr. 90. 3D projekce za použití polarizačního modulátoru.	77
Obr. 91. Schéma pasivního systému 3D projekce.	79
Obr. 92. Schéma auto-stereoskopického monitoru.	80
Obr. 93. HTC Evo, první mobilní telefon s 3D displejem.	81
Obr. 94. Konzole Nintendo 3DS využívající auto-stereoskopické zobrazení.	81

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Funkce čípků a tyčinek v lidském oku	13
Tab. 2. Barevná teplota typických zdrojů světla.	18
Tab. 3. Souhrnný přehled současných 3D zobrazovacích technologií	74
Tab. 4. Specifikace použitého 3D monitoru.	85