



Středoškolská technika 2023

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Optické klamy s využitím kulových zrcadel

Aneta Schwarzová, Ondřej Paduch, Kristián A. Torstein

Gymnázium Josefa Božka
Frýdecká 689, 737 01, Český Těšín

Poděkování

Rádi bychom poděkovali Mgr. Melánii Gaierové za odborné vedení, ochotu a cenné rady při zpracování této práce.

Anotace

Hlavní myšlenkou naší práce bylo vytvoření několika jednoduchých pokusů, kterými se dá demonstrovat využití kulových zrcadel při tvoření optických iluzí. Zaměřili jsme se na zobrazování obrázků v kulových zrcadlech, chtěli jsme ukázat, jak lze pomocí mechaniky optického klamu zobrazit ploché obrázky, tak, aby dávaly dojem, že se nachází v prostoru.

Záměrem naší práce bylo dokázat, že i tak těžká věda jako je Fyzika, může být prezentována a podána tak jednoduše, aby ji pochopili i ti nejmenší.

Klíčová slova

Optická iluze, klam, (kulové) zrcadlo

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Teorie.....	6
2.1 Optická iluze	6
2.2 Psychologie optických klamů	6
3. Typy iluzí	7
4. Použité zdroje.....	11
5. Seznam obrázků	11

1. Úvod

S fyzikou se děti setkávají na druhém stupni základní školy. Ale zákony fyziky, její důsledky a jevy, které nás neustále obklopují a jsou stále všude kolem nás a vždy budou. Napadlo nás, proč nevytvořit práci, kde by fyzikální zákony a chování těles v reálném životě trochu pochopilo i dítě v mateřské škole.

Náš nápad podpořilo i to, že velmi blízko k tomu mají i optické klamy, které dokážou zmást lidské oko natolik, že člověk vnímá zdánlivě jednoduché obrázky ku příkladu jako pohyblivé i přes to, že jsou stacionární; prostorové i když jsou doopravdy ploché; nebo nutí představovat si v obrázku tvary a obrazce, které se na něm nenachází. Tímto lze zajímavým způsobem zaujmout diváky, jelikož je klam nutí přemýšlet nad důvodem, proč se obrazec zobrazuje tak, jak se zobrazuje.

Kulová zrcadla jsou velmi efektivním nástrojem při demonstraci optických iluzí, jelikož díky svému tvaru značně zkreslují odrážený obraz – to znamená, že se správným využitím jejich vlastností lze vytvořit deformované obrazce, jejichž odraz v zrcadle působí prostorovým dojmem.

2. Teorie

2.1 Optická iluze

Optický klam, jinak nazývaný také optická iluze, je nesprávné nebo matoucí vnímání reality. Oko snímá nějaký obrázek, ale mozek ho interpretuje jinak, než jak je opravdu zobrazen. Člověk pak například na obrázku vidí něco, co na něm vůbec zobrazeno není.

Většina optických klamů je postavena na matení lidského mozku barvou (například Hermanova mřížka) nebo tvarem. Velkou skupinu klamů tvoří dvojsmyslné obrázky, které při zaměření na různé prvky lze vnímat více způsoby. Jiné klamy jsou založeny na špatném zobrazení nebo chybném vnímání perspektivy nebo prostorového vnímání. [1]

2.2 Psychologie optických klamů

K optickým iluzím dochází díky slepému místu mezi zrakovým nervem a mozkovou kůrou, kde nejsou žádné receptory. Tato takzvaná slepá skvrna způsobuje naše matoucí vnímání.

Vytváření obrazu probíhá ve dvou fázích. V první fázi probíhají chemické a fyzikální procesy. Oko přijímá elektromagnetickou energii. Receptory v oku tuto energii přeměňují na nervové stimuly, které jsou dál vedeny očním nervem do mozku. Optické stimuly se zpracovávají a vyhodnocují v mozkové kůře, a to teprve umožní jejich rozeznávání. Při interpretaci těchto stimulů využívá mozek jednak zkušenosti už jednou naučené a jednak vyhodnocuje další informace, jež se do mozku dostávají prostřednictvím jiných smyslových orgánů. Neznamená to však, že stejný objekt je vždy vnímán stejným způsobem. Názorným příkladem je zapadající slunce. Velikost slunce se fakticky nemění, ale rozdílné velikosti nám zprostředkuje náš mozek. Důvodem je skutečnost, že objekty nevnímáme izolovaně, ale v kontextu s jejich okolím. Na obloze totiž chybí odpovídající měrná hodnota, proto slunce vypadá spíše menší. Naproti tomu na horizontu nám jako srovnávací veličina slouží například stromy. V porovnání s nimi vypadá slunce větší než na obloze. [2]²

[1] https://cs.wikipedia.org/wiki/Optick%C3%BD_klam

3. Typy iluzí

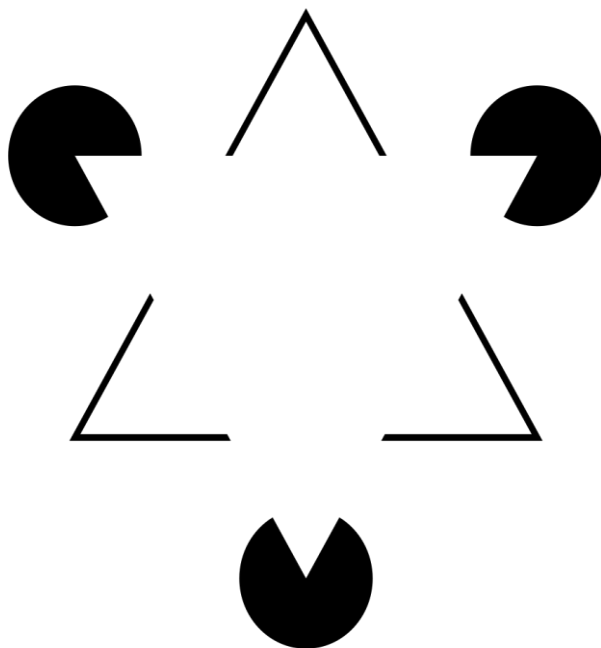
Klamy by se daly rozdělit do několika kategorií. Objektivní klamy, které jsou vyvolány lomem a odrazem světla v atmosféře, jejíž hustota se spojitě mění. Jedná se například o fata morgánu nebo o zapadající slunce. Někdy se v přírodě objevují stíny a odrazy za pozoruhodných okolností. Podobně se na rozpáleném asfaltu silnic zjevují v suchých dnech zrcadlové iluze mokrých skvrn a kaluží, které nejsou ničím jiným než odrazy oblohy nebo silničních přemostění. Rozdílné teplé vrstvy vzduchu fungují jako zrcadla nad hlavou nejen v pouštích, ale někdy ukážou městu jeho vlastní odraz na obloze.

Většina vjemů je relativních. Podobně jako, když vložíme jednu ruku do umyvadla s horkou a druhou do umyvadla se studenou vodou, pak je vytáhneme a vnoříme do vlažné vody. Každá ruka vyše reakci, která bude závislá na její bezprostředně minulé zkušenosti, nikoli na objektivním vjemu. Vnímání objektů tudíž není absolutní. Podléháme klamům kontrastů, které nás přesvědčují o něčem, co ve skutečnosti neexistuje. Podle úhlu pozorování může obraz vykazovat jednu nebo více linií. Objekty, jež vnímáme ve výrazných obrysech, se ukazují jako konstrukce našeho mozku. A některé příklady nám před očima dokazují, že zejména hodnocení barev je relativní. [3]

3.1 Gestaltismus

Optickými klamy se zabývá gestaltismus, nebo také tvarová psychologie. Kanizsův trojúhelník – tento optický klam názorně vysvětluje, jak si lidské oko a mysl subjektivně vytváří nebo doplňuje tvary tam, kde nejsou. [3]

Tvarová psychologie (též gestalt psychologie, gestalt principy nebo gestaltismus) prosazuje zásadu tzv. celostnosti. Staví se proti orientaci psychologických laboratoří na vyčleňování jednoduchých elementů prožívání a chování, tedy proti tzv. elementové psychologii, která se snaží vyčlenit určité základní jednotky (např. reflexy) a z nich pak jaksí skládat větší celky.



Obrázek 1: Kanizsův trojúhelník

nepřerušným pokračováním

- **Zákon výstižnosti (Prägnanz)** – tendence vidět nejjednodušší tvar
- **Zákon dobrého tvaru** – tendence doplňovat obrazce
- **Vnímání figury a pozadí** – schopnost mysli zaměřit pozornost na smysluplný tvar a ignorovat zbytek
- **Konstantnost velikosti** – schopnost vnímání perspektivy [3]

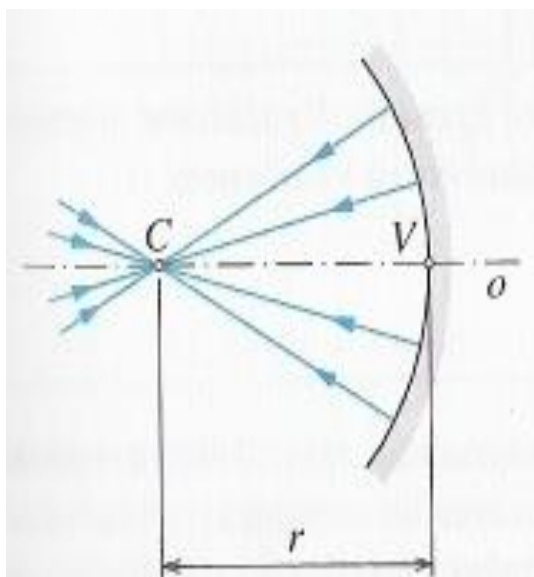
Tvarová psychologie tvrdí, že elementy jsou jen výsledkem umělé abstrakce a konstrukce. Psychologická realita se vyznačuje přirozenými celky fungujícími vždy v organických souvislostech. Vše živé směřuje k tvarům, celkům, formám, a touto tendencí se řídí vnímání, myšlení, chování i usilování vůle.

Gesalt zákony

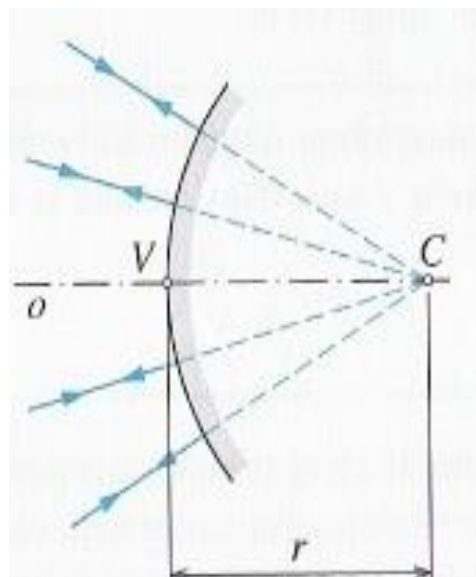
- **Zákon blízkosti** – tendence vnímat podobné objekty jako skupiny nebo série
- **Zákon podobnosti** – smíšené skupiny podobných a odlišných objektů vidíme po skupinách
- **Zákon pokračování/směru** – v obrazech hledáme čáry s

3.2 Kulové zrcadlo

Kulové zrcadlo je typ zrcadla, u kterého je zrcadlicí plocha nanesena na kulovém vrchlíku. Rozlišujeme konkávní (dutá) a konvexní (vypuklá) zrcadla.



Obrázek 3: Duté (konkávní) zrcadlo



Obrázek 2: Výpuklé (konvexní) zrcadlo

[3] <https://www.britannica.com/science/Gestalt-psychology>

C	V	o	$r = CV $
Střed křivosti	Vrchol zrcadla	Optická osa zrcadla (přímka procházející body C a V)	Poloměr křivosti zrcadla

Při optickém zobrazování budeme předpokládat, že paprsky dopadající na zrcadla se nacházejí v tzv. paraxiálním prostoru (v blízkosti optické osy) a tudíž optické zobrazení je ideální.

Při optickém zobrazení používáme pro konstrukci obrazu 3 význačné paprsky:

- Paprsek procházející středem křivosti zrcadla
- Paprsek dopadající rovnoběžně s optickou osou na zrcadlo a odrážející se do bodu F
- Paprsek procházející bodem F odrážející se rovnoběžně s optickou osou

Bod F nazýváme ohnisko kulového zrcadla. Vzdálenost ohniska od vrcholu V kulového zrcadla je ohnisková vzdálenost f:

$$f = |FV| = r/2$$

Znaménková konvence

Vzdálenosti r a f mají před zrcadlem hodnotu **kladnou** ($f > 0$), za zrcadlem hodnotu **zápornou** ($f < 0$) [4]

[4] <https://sites.google.com/site/fyzika007/optika/kulove-zrcadlo>

3.3. Naše pokusy s kulovými zrcadly

V naší práci jsme se zaměřili na využití konvexního typu kulového zrcadla při zobrazování

různých obrázků.

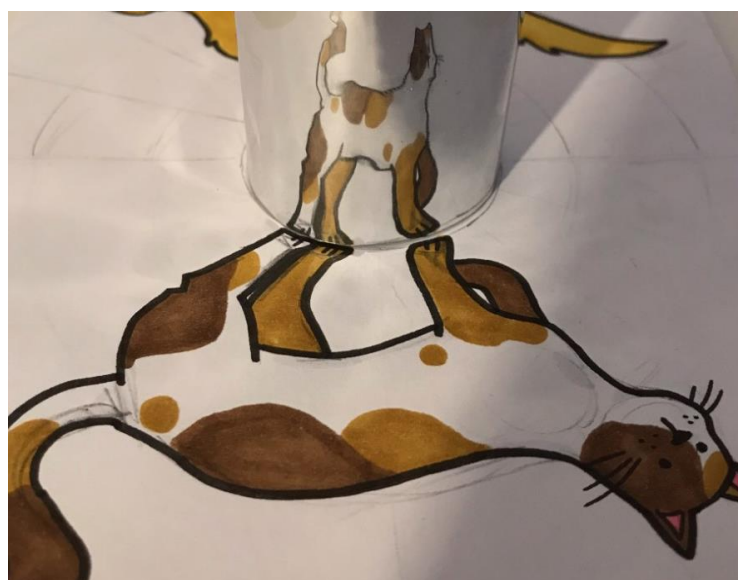
Vytvořili jsme několik sítí, na které jsme namalovali obrazce, jež se následně promítly na zrcadle, tak jak bychom je vnímali normálně.

Potřebovali jsme v našem případě hrníček, zrcadlovou fólii a síť s obrazci.

Nejdříve bylo nutné si načrtnout půlkruhovou síť, podle které jsme mohli zakřivit naše obrazce. Ty pod správným úhlem zobrazují načrtnuté obrázky, jako klasické obrázky v prostoru.



Obrázek 5. vlastní foto, půlkruhová síť s obrazci



Obrázek 4: zobrazení v zrcadle

Obrázek 6: zobrazení v zrcadle za použití podšálku a hrníčku



Obrázek 6: Odraz v hrníčku

4. Použité zdroje

- [1] https://cs.wikipedia.org/wiki/Optick%C3%BD_klam
- [2] <https://www.hvezdarna-fp.eu/news/psychologie-optickeho-klamu/>
- [3] <https://www.britannica.com/science/Gestalt-psychology>
- [4] <https://sites.google.com/site/fyzika007/optika/kulove-zrcadlo>

5. Seznam obrázků

Obrázek 1: Kanizsův trojúhelník.	8
Obrázek 2: Vypuklé (konvexní) zrcadlo	9
Obrázek 3: Duté (konkávní) zrcadlo	9
Obrázek 4: zobrazení v zrcadle	10
Obrázek 5. vlastní foto, půlkruhová síť s obrazci	10
Obrázek 6: zobrazení v zrcadle za použití podšálku a hrníčku	10