

# Od difrakce a interference světla k holografii a difraktivní optice

Z. Safernová<sup>1</sup>, M. Šiška<sup>2</sup>, M. Daněk<sup>3</sup>, D. Renát<sup>4</sup>, P. Paták<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Gymnázium Mikuláše Koperníka, Bílovec

<sup>2</sup>Gymnázium Vídeňská, Brno

<sup>3</sup>SPSS Josefa Gočára, Praha

<sup>4</sup>SPŠE Kounicova, Brno, <sup>5</sup>Gymnázium Sušice

<sup>1</sup>ZSafernova@seznam.cz, <sup>2</sup>wyvern@skypost.cz, <sup>3</sup>deepsky@quick.cz

<sup>4</sup>xardas.mail@seznam.cz, <sup>5</sup>PPatak@seznam.cz

## Abstrakt

Cílem této práce je seznámení se se základními projevy vlnového charakteru světla, tedy difrakcí a interferencí a využití těchto jevů při tvorbě transmisních a reflexních hologramů a nastínění možností jejich uplatnění v praxi.

## 1 Světlo a jeho vlastnosti

Světlo je elektromagnetické vlnění, které se dá charakterizovat vlnovou délkou, amplitudou a fází. Vlnová délka viditelného spektra je 400–800 nm. Přirozeným zdrojem bílého světla<sup>1</sup> je Slunce. Zdrojem monochromatického<sup>2</sup> světla jsou především lasery, které se vyznačují koherentností – tj. všechny vlny ve svazku kmitají se stejnou fází.

## 2 Difrakce a interference

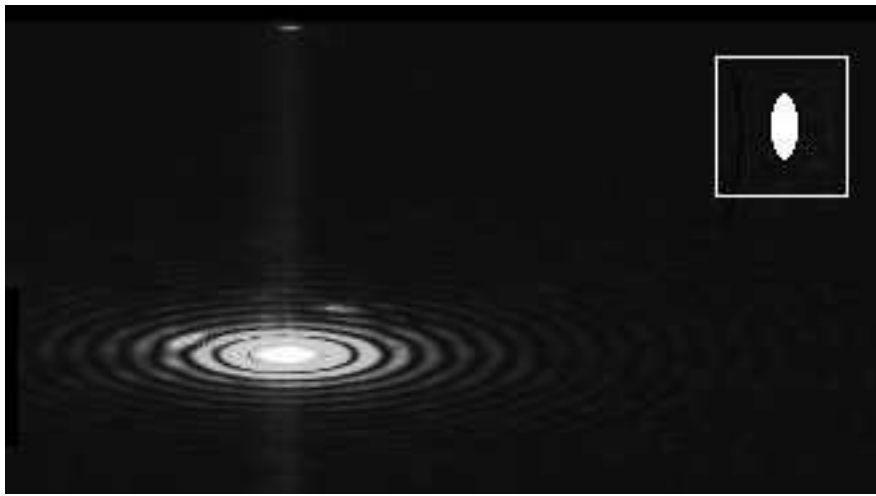
Interferencí rozumíme skládání vln, které funguje na principu superpozice. Setkají-li se dvě vlny s nulovým fázovým rozdílem, hovoříme o interferenci konstruktivní, je-li rozdíl  $\pi$ , jedná se o interferenci destruktivní (tzn. vzájemný účinek se vyruší). Vzájemným překrýváním vln vznikají světlé a tmavé proužky (minima a maxima) neboli interferenční pole.

Pojem difrakce označuje ohyb světla, který vzniká na překážkách s velikostí srovnatelnými s vlnovou délkou. V první části našeho experimentu jsme laserovému paprsku stavěli do cesty různé překážky a na stínítku jsme ve vzdálené (Fraunhoferově) zóně pozorovali vznikající difrakční obrazce. Ohyb vlny rovněž závisí na velikosti překážky, přímý přepočít je dán Fourierovou transformací, což v praxi znamená, že čím je šterbina užší, tím víc se světlo ohne. Toto je demonstrováno obrázkem 1:

---

<sup>1</sup>bílé světlo – složené ze všech vlnových délek viditelného spektra (další zdroj např. žárovka)

<sup>2</sup>monochromaticnost – světlo září pouze na jedné, přesně stanovené vlnové délce a není složeno z více barev



Obrázek 1: Difrakční obrazec eliptické apertury

Difrakci můžeme pozorovat i na složitějších strukturách např. na difrakčních mřížkách, což je soustava  $N$  identických ekvidistantních<sup>3</sup> štěrbin.

### 3 Holografie

Holografie je metoda zachycování a zpětného promítání objektů využívající principu difrakce a interference. Tyto metody zaznamenávají i fázi přicházejícího světla, což u fotografie není možné. V důsledku toho lze pomocí holografie zachytit i perspektivu a trojrozměrnost objektu. Tento princip byl poprvé popsán roku 1948 Denisem Gaborem<sup>4</sup>. Všiml si, že vlna odražená od předmětu zaznamenaná s jinou tzv. referenční vlnou doplní jak informace o amplitudě vlnění tak o její fázi. Neboť záznamová prostředí dokáží reagovat pouze na intenzitu světla není možné vlnu s její fází zaznamenat přímo.

Princip holografického záznamu spočívá v tom, že na zaznamenávaný objekt posvítíme signální vlnou, která se od objektu odrazí na destičku s halogenostříbrnou emulzí, kde zároveň interferuje s referenčním svazkem. Zpětné vyvolání hologramu se nazývá rekonstrukce. V jejím průběhu je nutné osvítit hologram referenční vlnou se stejnými parametry jako v době expozice, čímž dostaneme vlnu signální. Další možností je použít konjugovanou vlnu, jejíž křivost je obrácená. Při jejím použití vzniká reálný obraz, na rozdíl od referenční vlny, kdy vzniká obraz virtuální.

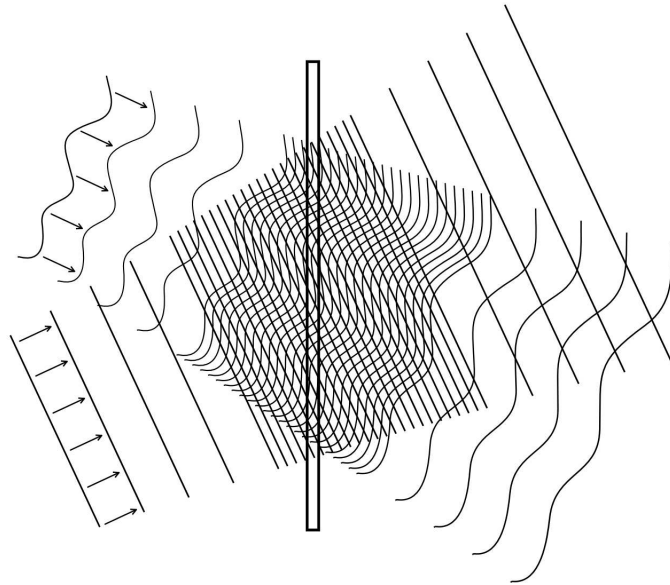
V rámci našeho miniprojektu jsme dostali možnost sami si tento princip vyzkoušet. Vytvořili jsme transmisní hologram vázičky zaznamenaný na halogenostříbrné emulzi.

### 4 Shrnutí

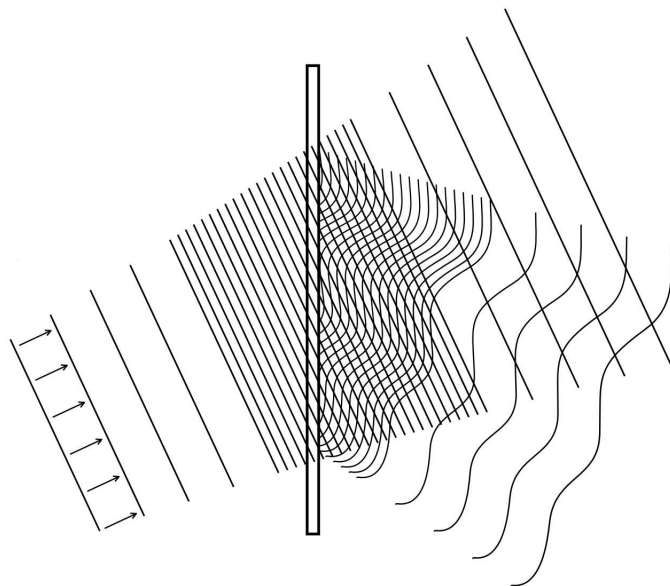
V této práci jsme se zabývali různými světelnými efekty souvisejícími s ohybovými jevy. Zkusili jsme si výrobu vlastního hologramu, přičemž jsme zjistili, že je to docela nákladná záležitost a navíc ne až tak jednoduchá. Přesto je její praktické využití ohromné, používá se např. na výrobu ochranných prvků na cenných dokumentech. Mimoto se vyvíjí nezávislá oblast snažící se prosadit holografii do zábavního a komerčního průmyslu. Uchovávaní dat

<sup>3</sup>ekvidistantní – se stejnou vzdáleností (rovnoběžné)

<sup>4</sup>Denis Gabor \*1900 – † 1979 – maďarský fyzik; r. 1971 Nobelova cena za holografii



Obrázek 2: Záznamové schéma transmisního hologramu



Obrázek 3: Rekonstrukce transmisního hologramu

prostřednictvím holografické paměti je další alternativní směr, kterým by se mohl vývoj v dalších letech ubírat.

## Poděkování

Chtěli bychom poděkovat svým supervisorům Dr. Ivanu Richterovi, Ing. Milanu Květoňovi a Ing. Davidu Najdkovi za jejich ochotu, trpělivost a čas, který nám věnovali během práce na tomto miniprojektu.

## Reference

- [1] P. Fiala: Základy fyzikální optiky, vydavatelství ČVUT, Praha 1999.
- [2] M. Vrbová a kol.: Lasery a moderní optika, Prometheus, Praha 1994.