

Camera obscura

M. Bárta, V. Klement, O. Václavek, J. Vyhlídal
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
Břehová 7, 115 19 Praha 1
Bucivoj@seznam.cz

Abstrakt:

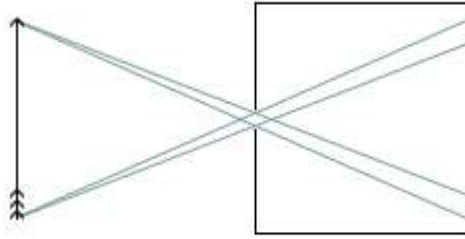
Práce představuje popis principu camery obscury, stručný náhled do její historie a jejího využití v moderní vědě. Naším cílem bylo předvedení možnosti konstrukce fotografického přístroje bez použití čočky a demonstrace základních principů optiky na tomto jednoduchém přístroji.

1 Úvod

Dírková komora, nazývaná také camera obscura, je jednoduché optické zobrazovací zařízení ve tvaru uzavřené skříňky či prostoru, v jehož jedné stěně je malý otvor, který na protilehlé stěně vytváří obraz vnějšího prostoru na základě přímočarého šíření světla. Nejstarší dochovaný popis pozorování camerou obscurou pochází z 5. století př. n. l. od čínského filosofa Muo Ti. Na západní polokouli se ve 4. století př. n. l. bez uspokojivé odpovědi ptá Aristoteles, proč sluneční světlo procházející čtyřúhelným otvorem, například mezerou v proutěném předmětu, nevytváří hranatý, ale kulatý obraz a proč obraz zatmění slunce procházející skrze síto, listy stromu či mezery přes sebe křížem položených prstů vytváří na zemi srpek. Také arabský fyzik a matematik Abu Ali al-Hasan, známý jako Alhazen, studuje v 10. století n. l. převrácený obraz vytvořený malou dírkou a poukazuje na přímočaré šíření světla. Ve středověku je dalším, kdo zná princip camery obscury, anglický mnich, filosof a vědec Roger Bacon. První podrobný popis dírkové komory ale najdeme až v rukopise Codex atlanticus (kolem 1485) italského umělce a vynálezce Leonarda da Vinci, který ji využíval ke studiu perspektivy. Camera obscura byla v minulosti často využívána k pozorování zatmění slunce. Využití v astronomii má i dnes, kde je využívána pro svou jedinečnou vlastnost, že ji lze použít pro fotografování rentgenového záření a paprsků gama, protože neobsahuje čočku, která by záření jinak pohltila. V současnosti je tento přístroj velmi oblíbený mezi amatérskými fotografy.

2 Princip camery obscury

Obraz v dírkové komoře vzniká na základě přímočarého šíření světla. Každý bod na povrchu osvětleného předmětu odráží světelné paprsky všemi směry. Určitou část těchto paprsků dírka propustí, ty pokračují ve své dráze, až narazí na průmětnu, kde vytvoří převrácený obraz předmětu. Vzhledem k tomu, že dírka má určitý průměr, se bod nezobrazí jako bod, ale jako malá kruhová ploška, což je příčinou nepatrné neostrosti (viz. obrázek č. 1). S klesajícím rozměrem dírky ovšem ostrost výsledného obrazu neroste lineárně, protože podstatou světla je vlnění, a tak jakmile je rozměr otvoru srovnatelný s rozměrem vlnové délky použitého světla, uplatňuje se ohyb světla na štěrbině.



Obrázek č. 1: K vysvětlení principu dírkové komory

Optimální průměr dírký při známé obrazové vzdálenosti vypočteme snadno ze vztahu:

$$d = k \sqrt{f \cdot \lambda}$$

kde d je průměr dírký, f je vzdálenost dírký od citlivého materiálu, λ je vlnová délka a k je konstanta, kterou určil nositel Nobelovy ceny Lord Rayleigh a její hodnota je přibližně 1,9.

Dalším důležitým krokem je určení doby expozice. Clonové číslo dírkové komory získáme podělením ohniskové vzdálenosti průměrem dírký. Tuto hodnotu na stupnici expozimetru nenajdeme. Změříme tedy dobu expozice pro daný materiál a pro určitou clonu a výsledek přepočítáme. Je zde též možnost využít některý z mnoha počítačových programů určených přímo pro výpočet doby expozice dírkové komory (např. český program Pinhole Designer).

Obraz vytvořený dírkovou komorou má některé vlastnosti, které u klasické fotografie s objektivem nenajdeme. Protože jde o skutečný středový průmět, mají obrázky v dírkové komoře dokonalé perspektivní podání. Další zajímavou vlastností je absolutní hloubka obrazu, tzn. že ostré jsou jak objekty v popředí, tak i objekty více vzdálené. Camera obscura je oblíbená také pro svou schopnost pořizovat nezkraslené panoramatické obrazy (úhel záběru i 180°).

3 Konstrukce dírkové komory

My sami jsme zkonstruovali několik exemplářů camery obscury. Jako těla camer jsme použili dřevěné a papírové krabice rozmanitých rozměrů. Nejdůležitější částí procesu stavby camery obscury je vyvrtání a změření dírký. Ta musí mít co možná nejpravidelnější tvar a musí být vyvrtána do co nejtenčího materiálu a poté je nutno její rozměry co nejpřesněji určit. Použili jsme plechovku od nápoje, ze které jsme požadovanou plošku vyřízli a poté vyrovnali. Dírký jsme vytvořili pomalým krouživým pohyb jehly na šití a její okraje nakonec zabrousili jemným brusným papírem. Dírký jsme poté naskenovali se známým rozlišením společně s délkovým měřítkem a počítáním pixelů jsme určili s poměrně vysokou přesností její průměr. Za pomoci výše uvedených vzorců jsme pro každou dírký určili odpovídající rozměry krabice, do které jsme dírký potom zasadili. Jako fotocitlivý materiál jsme použili obyčejný černobílý fotografický papír. Doby expozice jsme vypočetli za pomoci programu Pinhole Designer vzhledem k aktuálnímu osvětlení. Tuto dobu osvitů se nám povedlo během několika prvních experimentů ještě více zoptimalizovat. Fotografie jsme vyvolali běžným způsobem v temné komoře na kolejích Strahov. Kvalita výsledných fotografií nás vzhledem k nenáročnosti konstrukce camery obscury příjemně překvapila.

4 Závěrečné shrnutí

Tento jednoduchý optický přístroj se nám osvědčil i v praxi. Dokázali jsme, vyrobit efektivní fotografický přístroj se zcela minimálními technickými a finančními prostředky. O tom, že tato jednoduchá technologie není ještě zdaleka mrtvá svědčí nejenom výsledky práce tisíců amatérských fotografů po celém světě, ale například i plánovaný projekt NASA New worlds imager (NWI), což by měl v podstatě být obří teleskop určený k přesnému zobrazení extrasolárních planet, založený na principu dírkové komory.

Poděkování

Rádi bychom poděkovali Mgr. Zdeňku Vošickému, který nás k tomuto tématu přivedl a také Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za to, že nám umožnil podělit se s Vámi o tyto poznatky.

Reference:

- [1] Camera obscura v praxi, <http://www.paladix.cz/clanky/camera-obscura-v-praxi.html>
- [2] Co je dírková komora?, <http://www.pinhole.cz/cz/pinholecameras/whatis.html>
- [3] Making pinhole cameras and exposure guides, <http://www.pinhole.org/make/index.cfm>
- [4] Pinhole Photography, <http://www.photo.net/photo/pinhole/pinhole>