



Středoškolská technika 2018

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Stavebnice dírkové komory

Daniela Janurová

Vyšší odborná škola, střední škola, centrum odborné přípravy
Budějovická 421, Sezimov Ústí 391 02

Anotace

V práci se zabírám historií a vývojem fotografie a teorií dírkové komory. Práce ukazuje dírkovou komoru, od navrhnutí konstrukce, až po její výrobu. Snažím se o zrealizování stavebnice dírkové komory, kterou si budou moci ostatní sami za pomoci návodu, který také vytvořím, složit.

Anottation

In the thesis I talk about history and evolution of photography and theory of camera obscura. Thesis shows camera obscura, from draft of construction to its realization. I try to make construction set of camera obscura, which will be easily assembled by anyone. As a help there will be manual included

Klíčová slova a vybrané pojmy

Analogový fotoaparát – fotoaparát zaznamenávající obraz před objektivem na světlocitlivý materiál

Clona – je průměr kruhového otvoru ve středu objektivu

Dírková komora – jednoduché optické zařízení, která přes díрку vpouští světlo na stěnu komory, ve které je vyobrazený otočený obraz před komorou

Expozice – vystavení filmu či senzoru fotoaparátu světlu

Fotografování – je to umění i věda využívající světla k vytvoření obrazového záznamu

Seznam zkratk

3D – zkratka pro „trojdimenziální“ neboli „trojrozměrný“. Označuje prostor, který lze popsat pomocí 3 rozměrů. Je to způsob trojrozměrného zobrazení objektů.

CAD – zkratka pro Computer Aided Design – počítačem podporované navrhování – software (nebo obor) pro projektování či konstruování na počítači.

Obsah

1	Úvod	1
2	Historie, vývoj a teorie fotografie	2
2.1	Počátky fotografie	2
2.2	Historie dírkové komory	3
2.1	Dírková komora	4
2.2	Princip a vlastnosti dírkové komory	4
2.3	Základní pojmy ve fotografii	6
2.3.1	Expozice	6
2.3.2	Expoziční čas	6
2.3.3	Závěrka	6
2.3.4	Clona	6
2.3.5	ISO citlivost	6
2.4	Potřebné programy pro mou práci	6
2.4.1	Pinhole designer	6
2.4.2	Solid Edge	7
3	Tvorba výkresové dokumentace a samotná realizace stavebnice dírkové komory 9	
3.1	Příprava k realizaci	9
3.1.1	Stanovení postupu řešení	9
3.2	Vlastní řešení- popis postupů a výsledků	9
3.2.1	Vytvoření konstrukce a součástí dírkové komory	9
3.2.2	Tvorba výkresové dokumentace a vytváření programu pro gravírovací laser 13	
3.2.3	Výběr a pořízení všech potřebných komponentů na výrobu	15
3.2.4	Výroba dírky	15
3.2.5	Výroba stavebnice	17
3.2.6	Sestavení dírkové komory	18

3.2.7	Vytvoření návodu	22
4	Závěr	23
5	Seznam použitých zdrojů a literatury.....	24
6	Seznam obrázků	25

1 Úvod

Tato práce se zabývá historií a vývojem fotografie, a to konkrétně dírkové komory, jejíž historie sahá, až do 5. století př.n.l. Hlavním zaměřením této práce je navrhnutí a následné zrealizování stavebnice dírkové komory včetně sepsání návodu na její sestavení.

Myslím si, že analogové fotoaparáty se vracejí „do módy“. Podle mého názoru je stavebnice dírkové komory docela atraktivní produkt, který není ovšem na trhu moc dostupný. Proto se chci v práci soustředit na levnější a zábavnější alternativu. A stavebnice proto, že přináší větší radost z vlastní tvorby.

V práci se budu zabývat stručnou teorií dírkové komory až po samotnou realizaci jak stavebnice dírkové komory, tak i jejího návodu.

Toto téma projektu jsem si vybrala z toho důvodu, že se o fotografování, sice na amatérské úrovni, zajímám a přišlo mi zajímavé zabrousit do prvopočátků fotografie. Motivací pro dokončení projektu je pro mě vyrobený fotoaparát.

2 Historie, vývoj a teorie fotografie

2.1 Počátky fotografie

Odjakživa si lidé zaznamenávali své vzpomínky. Dříve na papír v podobě psaní příběhů, kreslení obrázků a potom přišla fotografie.

Termín fotografie jako první použil John Herschel. Slovo fotografie pochází z řečtiny. Vzniklo díky spojení slov fós (světlo) a grafis (štětec). Jde tedy o kreslení světlem. [1] V dnešní době patří fotografování do jedné z mnoha forem umění a je velice populární, tomu nasvědčuje nespočet fotomuzeí a galerií.

Za jednoho z prvních vynálezců fotografie je považován Joseph Niépce, roku 1826 vytvořil první snímek na cínovou destičku s asfaltem rozpuštěným v petrolejovém oleji. Čas expozice tohoto snímku byl příliš dlouhý trval celých osm hodin.



Obrázek 1 - Jedna z prvních Niépceho dochovaných fotografií s názvem Pohled z okna v Le Gras

Další z významných vynálezců byl Louis Daguerre, který ve třicátých letech 19. století vyvinul první praktickou metodu fotografování — daguerrotypii. Vynalezl také jako první diorama a polyorama. Velmi zajímavou součástí historie fotografie je soutěž právě mezi Daguerrem a Williamem Fox Talbotem. Oba muži věděli, že pracují na procesu, který měl být ve světě umění převratem. Do této soutěže se ještě připeletl John Herschel, který se o práci Daguerre dozvěděl a již za několik dní byl schopen vytvářet vlastní fotografie. Za pár dní Herschela navštívil jeho krajan Fox Talbot, aby se dozvěděl více o ustalování fotografií. Herschel objevil schopnost sirnatanu sodného rozpouštět halogenidy stříbra, ale informoval o tom také Daguerre. Ten tohoto objevu využil pro lepší zafixování svých fotografií, které doposud ustaloval pouze roztokem kuchyňské soli. Daguerre si nechal 12. srpna 1839 registrovat patent v Británii, aby tam svůj vlastní vynález ochránil, což vývoj fotografie v této zemi značně zpomalilo. Fox Talbot do svého procesu kalotypie, na které pracoval ve stejné době jako Daguerre na své metodě, investoval značné množství peněz a pro britské fotografy, kteří ji používali místo daguerrotypie, licencoval proces zdarma. Kalotypie je charakteristická velkým kontrastem, ostrým obrazem a papírovými negativy. Ve 40. letech 19. století kalotypie definitivně nahradila originální daguerrotypii. [5]

Za další zdokonalení fotografování můžeme děkovat Georgovi Easmanu, který vyrobil první fotografický film. Díky americké firmě Kodak se stalo fotografování fenoménem, ta totiž uvedla na svět první filmový fotoaparát.

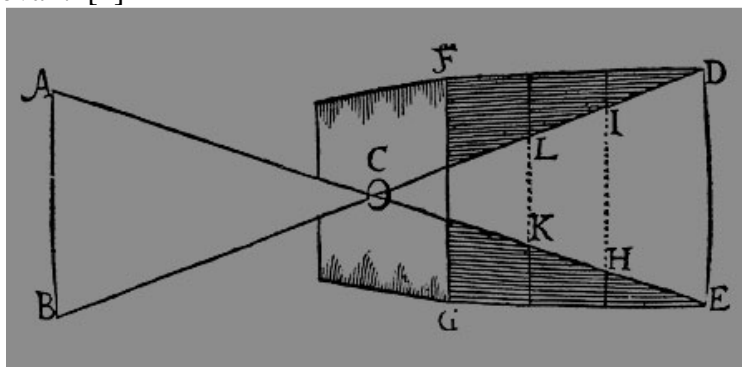
Barevná fotografie přišla o něco později. Jako první popsal její princip James Clerk Maxwell v roce 1861. Roku 1888 vyvolal tříbarevnou fotografii F. E. Ives a na základě jeho objevu vynalezl A. Miethé panchromatické zcitlivění pro reprodukci barevných tónů. Barevnou fotografií se zabývali také známí bratři Lumiérové a v roce 1906 tak položili základy barevné fotografie, a to díky vynálezu postupu na jejich vyvolávání, tzv. Autochrome. Firmy Kodak a Agfa vyvinuly své vlastní technologie pro vyvolávání barevných filmů zhruba o 30 let později, jednalo se o tzv. Kodakchrome a Agfachrome technologie, které se do nedávna používaly. Dalším mezníkem pak byla v roce 1963 metoda vytvářející barevné obrázky – okamžité fotografie se kterou přišla firma Polaroid. [1]

Dále pokračoval vynález elektronického fotoaparátu, který jako první vynalezla firma Sony. První digitální fotografie se objevila v roce 1986. Rozvoj digitálních fotoaparátů nastal v polovině 90. let. Vyrábět fotoaparáty začaly firmy Minolta, Olympus, Fuji, Canon, Nikon, Sony, ...

Dnes je digitální fotografie naprosto běžná a dostupná věc.

2.2 Historie dírkové komory

Máme několik zmínek z historie o fungování a popisu dírkové komory. Nejstarší dochovaný popis o dírkové komoře pochází už z 5. století před naším letopočtem od čínského filosofa Muo Ti. Dále s myšlenkou světla si pohrával ve 4. století př. n. l. Aristoteles, který sice bez uspokojivé odpovědi řešil například otázku proč sluneční světlo procházející čtyřúhelným otvorem nevytváří hranatý, ale kulatý obraz a podobně. Dalším, kdo studuje převrácený obraz malou dírkou v 10. století n.l. je arabský matematik a fyzik Alhazen, ten také poukazuje na přímočaré šíření světla. Ve středověku je dalším člověkem, který zná princip dírkové komory anglický mnich, filosof a vědec Roger Bacon. Avšak první podrobný popis dírkové komory najdeme, až kolem roku 1485 v rukopise Codex atlanticus italského umělce a vynálezce Leonarda da Vinci, který tuto teorii používal ke studii perspektivy. Další nástupci po Leonardovi da Vinci tuto komoru jen a jen zdokonalovali. [2]



Obrázek 2 - Schéma chodu paprsků kamerou obscurou a závislost velikosti obrazu na jeho vzdálenosti od otvoru

Dírková komora byla skutečně nejdříve místnost, ve které se obraz před dírkou promítal na protější stěnu. Byla hlavně využívána k pozorování zatmění slunce a ke zkoumání zákonů zobrazování. Později se z ní stal přenosný přístroj a byla zdokonalena čočkou. Tyto přístroje také používali malíři jako svou pomůcku. Na počátku dějin fotografie se stává základem konstrukce pro fotoaparáty. Nakonec našla dírková komora svůj účel i ve vědě, a to v polovině 20. století za začala používat k fotografování rentgenového záření a paprsků gama, který běžný objektiv nezachytí, díky tomu se komora dostala i do vesmíru.

První fotografii dírkovou komorou pořídil skotský vědec sir David Brewster a to v roce 1850, avšak více se prosadila až koncem 19. století, kde byla vyzdvížena její měkkí kresba oproti ostře kreslícím objektivům. Později však upadla znovu v zapomnění. Až koncem 60. let 20. stol. ji několik umělců ke svým experimentům a vzbudili tak o ní zájem, který trvá dodnes. [2]

2.1 Dírková komora

Dírkovou komoru můžeme najít pod několika názvy, ať už camera obscura nebo pinhole. Jedná se o jednoduché optické zařízení. Je to pevně uzavřený prostor (komora), který nepropouští žádné světlo, kromě jedné dírky (proto dírková komora) na stěně, díky této dírce se propouští světlo na protější stranu, kde tvoří obrácený obraz toho, co je před komorou, a to díky přímočarému šíření světla.

Na českém trhu máme jen jednu firmu, která tyto fotoaparáty vyrábí – Dirkoma. Ale dírkovou komoru ve velmi zjednodušené verzi si může vyrobit kdokoliv doma. Stačí například jen obyčejný kelímek o jogurtu, plechovka nebo krabice. Principiálně cokoliv, co nepropustí světlo.



Obrázek 3 - Dírková komora od firmy Dirkoma



Obrázek 4 - Dírková komora vyrobená z plechovky

2.2 Princip a vlastnosti dírkové komory

Obraz v dírkové komoře vzniká na základě přímočarého šíření světla. Každý bod na povrchu osvětleného předmětu odráží světelné paprsky všemi směry. Nějakou část

těchto paprsků dírka propustí, ty pokračují ve své dráze, kde narazí do průmětny (rovina, na které se zobrazuje obraz), kde vytvoří převrácený obraz předmětu. Bod se proto nezobrazuje jako bod, ale jako malý kroužek, což je příčinou nepatrné neostrosti. Z tohoto výkladu by se zdálo, že čím menší dírka, tím ostřejší obraz. Podstatou světla je ale také vlnění, a tak jakmile je rozměr dvou otvoru souměřitelný s rozměrem vlnové délky použitého světla, uplatňuje se ohyb světla na hranách. [2]

Aby dírková komora fungovala jako fotoaparát musí se světlo zachytit na nějakém světlocitlivém materiálu (filmu), zavřením ve světlotěsné krabici (komoře).

Oproti klasickým fotoaparátům světlo neprochází přes čočky objektivu. Zajímavou vlastností dírkové komory je naprostá hloubka ostrosti, která umožňuje na jednom snímku zachytit stejně ostře zároveň předměty, které jsou velmi blízko tak i předměty vzdálenější.

Většina fotografií z dírkové komory jsou specifické svým tmavým okrajem. To způsobuje delší cesta paprsků než cesta ke středu, snímek je proto na svém okraji méně exponovaný, a proto se ztmavuje.

Nevýhodou dírkové komory je malá světelnost, která komplikuje a v některých případech znemožňuje fotografovat pohybující se objekty. Expoziční časy se obvykle počítají v sekundách nebo minutách, za špatných světelných podmínek to mohou být i hodiny nebo dny.

*Obrázek 5 - Fotografie
pořízená dírkovou
komorou*



2.3 Základní pojmy ve fotografii

2.3.1 Expozice

Je vystavení filmu či senzoru fotoaparátu světlu. Je proto důležité nastavit expozici, aby vznikla kvalitní fotografie. Expozici ovlivňují pouze 3 faktory – expoziční čas, clona a ISO citlivost.

2.3.2 Expoziční čas

Expoziční čas je doba, jak dlouho působí světlo na film nebo senzor fotoaparátu. Místo termínu expoziční čas se občas používá termín rychlost závěrky. Označení vychází ze skutečnosti, že mechanické závěrky moderních zrcadlovek pracují na principu přejezdu šterbiny vytvořené lamelami závěrky přes senzor čímž určí expoziční dobu. [3]

2.3.3 Závěrka

Závěrka zakrývá snímač, aby na něho nedopadlo žádné světlo. Po stisknutí spouště odkryje snímač, na něho dopadne světlo a vytvoří se fotografie.

2.3.4 Clona

Clona je průměr kruhového otvoru ve středu objektivu. Čím větší je průměr clony, tím více světla projde objektivem a dopadne na senzor. Kupříkladu clona F8 znamená, že pouze 1/8 světla která dopadá na objektiv dopadne na snímač.

2.3.5 ISO citlivost

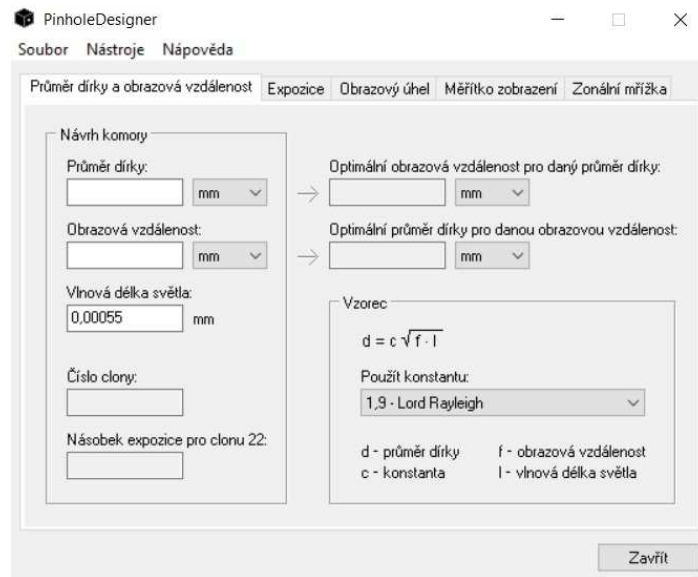
ISO citlivost je elektronicky řízená citlivost senzoru na světlo. Vlastní senzor přitom nijak ovlivnit nelze, co ale ovlivnit lze je velikost zesílení signálu ze senzoru. Čím vyšší bude toto zesílení (čím vyšší bude ISO citlivost), tím se elektronika spokojí se slabším signálem ze senzoru. [3]

2.4 Potřebné programy pro mou práci

2.4.1 Pinhole designer

Pinhole designer je softwarový program pro operační systém Windows. Cílem tohoto programu je usnadnění výpočtu pro návrh a používání dírkové komory. Mezi jeho hlavní funkce patří výpočet optimálního průměru dírky a výpočet expozičních časů. Program nabízí hodně možností a to například: výpočet optimálního průměru dírky, výpočet optimální obrazové vzdálenosti, výpočet obrazového úhlu a jeho grafické znázornění atd. [2]

Pinhole designer je software zcela zdarma a dá se sehnat v angličtině tak i v českém jazyku. Ačkoliv se program na první pohled zdá zastaralý je ve skutečnosti velmi jednoduchý a přehledný. Velkou zajímavostí je, že tento program vyvinul čech David Balihar. Tento program je velice populární v USA, ale i v Polsku nebo Rakousku.



Obrázek 6 - Jednoduchý a přehledný vzhled programu

2.4.2 Solid Edge

Solid Edge je 3D CAD software, který je určený pro strojírenské konstrukce. Je to ideální program, který využijí při své práci při navrhování dírkové komory.

Program Solid Edge od společnosti SIEMNES umožňuje snadný přechod z 2D do 3D modelování. Solid Edge má velmi rychlé a komunikativní ovládání při vytváření technické dokumentace. Model se vytváří pomocí skládání prvků bez jejich historické závislosti. Dále umožňuje modifikovat prvky pomocí parametrů definovaných při vytváření, jako jsou skořepiny, díry nebo pole prvků. Tento program dokáže velmi rychle a lehce na 3D modely aplikovat sražení hran, přidávat díry nebo vytvářet úkopy. Solid Edge používá více než 50 000 komerčních uživatelů a také mnoho vzdělávacích institucí, a i v České republice je hojně využíván. [4]



Obrázek 7 - Ukázka práce v programu Solid Edge

3 Tvorba výkresové dokumentace a samotná realizace stavebnice dírkové komory

V praktické části bych ráda více nastínila tvorbu modelů a výkresové dokumentace a uvedu tedy všechny kroky k vytvoření stavebnice dírkové komory. Zároveň vysvětlím některé základní funkce v programu Solid Edge a Rhinoceros, bez kterých by stavebnice dírkové komory vzniknout nemohla.

3.1 Příprava k realizaci

Cílem praktické části mé maturitní práce je především vytvoření stavebnice dírkové komory. Dírková komora je koncipována, tak že se bude lepit po částech z překližky. V následujících podkapitolách proto uvedu, jak jsem postupovala.

3.1.1 Stanovení postupu řešení

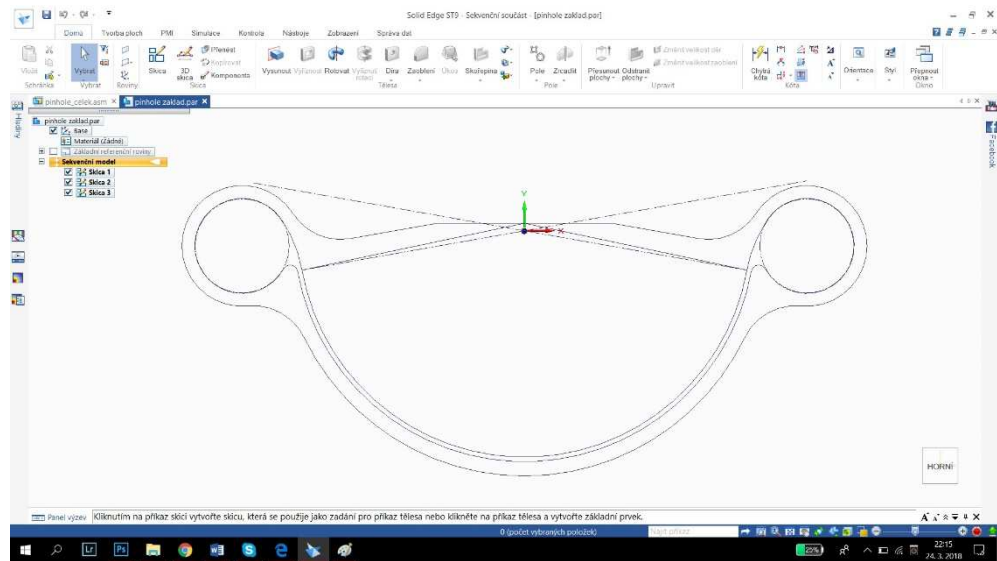
- 1) **Vytvoření konstrukce a součástí dírkové komory**
- 2) **Tvorba výkresové dokumentace a vytváření programu pro gravírovací laser**
- 3) **Výběr a pořízení všech potřebných materiálů a pomůcek**
- 4) **Výroba dírky**
- 5) **Výroba dílů pro stavebnici**
- 6) **Sestavení dírkové komory**
- 7) **Vytvoření návodu**

3.2 Vlastní řešení- popis postupů a výsledků

3.2.1 Vytvoření konstrukce a součástí dírkové komory

V této části jsem se snažila vytvořit součásti v programu Solid Edge.

V první řadě se musely vytvořit základní křivky. Tvořila jsem v programu SolidEdge, který mi byl na navrhování dírkové komory doporučen. Celý tvar komory je koncipován, tak aby fotografoval širokouhle. Horizontálně je úhel je 160° a vertikálně 52°. Vytvořila jsem si pomocnou přerušovanou čáru, která zde tvoří šířku záběru, bude mi pomáhat v tom, aby mi při modelování do ní nevstupovaly jiné díly komory a abych měla celkovou představu, jak komora bude fungovat.



Obrázek 8 - Základní křivky dírkové komory

Po vytvoření základních křivek dírkové komory jsem se pustila do modelování samotných částí dírkové komory. Modelování součástí jsem také prováděla v programu SolidEdge. Princip byl velice jednoduchý, protože šlo jen o vysunutí základních křivek, tedy alespoň u hlavního segmentu a separátoru. U ostatních dílů jsem musela buďto další křivky přikreslovat nebo mazat.



Obrázek 9 - Všechny již vygravírované díly dírkové komory

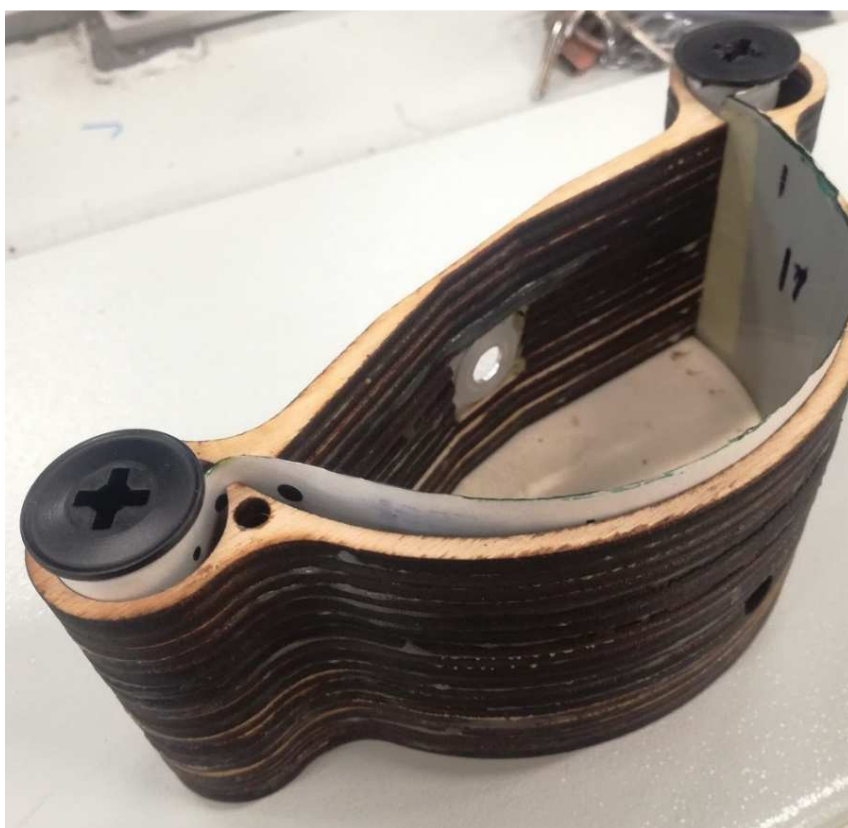
1 – Centrální těleso; 2 – Hlavní segment; 3 – Hlavní segment se separátorem; 4 – Vložka s podložkami; 5 – Mezdíl; 6 – Horní víko; 7 – Dolní víko; 8 – Separátor

U modelování jsem narazila na několik problémů, proto jsem vyrobila několik verzí dírkové komory, než jsem přišla na tu správnou. Prvním problém nastal u toho,

aby film správně a pevně držel při otáčení, proto se přidal k víku separátor, který vlastně tvoří po slepení s ostatními díly drážku, kde film správně zapadne.

A právě další velký problém bylo víko. Musela jsem vymyslet, aby dobře a na pevně zapadlo, nějak nekrabatělo film a šlo dobře otáčet klikkou na otáčení filmu. U úplně první verze dírkové komory byl pouze na horní víko přidán další díl tohoto víka, ale o něco menší, tato metoda se neosvědčila v tom, že mačkala film, proto jsem to vyřešila hlavním segmentem se separátorem a vložkou. Vložka skvěle zapadne do separátoru, díky třem polokruhům.

Další z věcí, která se měnila byl rádius u části mezi částí, kde je uložena cívka a hlavní tělo komory, film u tohoto rádiusu se moc prohýbal, a proto s ním šlo špatně manipulovat.



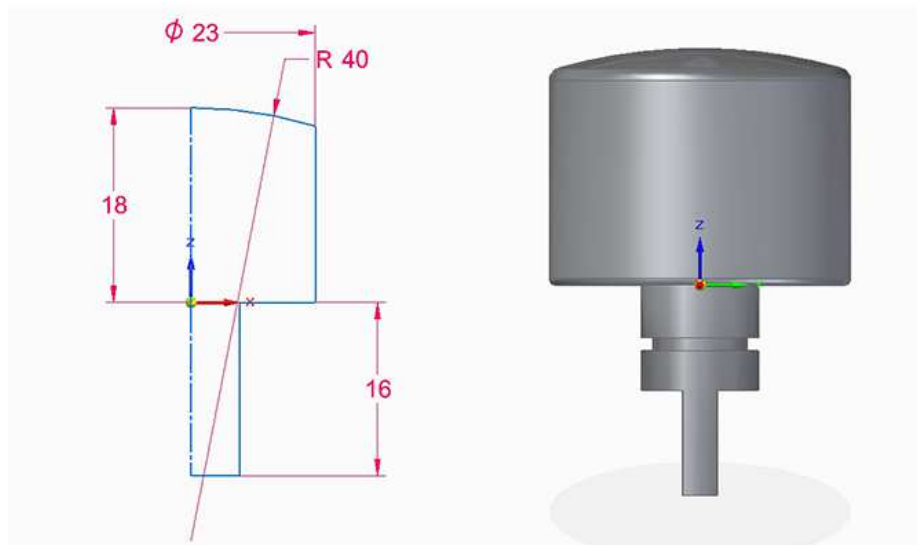
Obrázek 10 - Problémový rádius



Obrázek 11 - Správný, fungující rádius

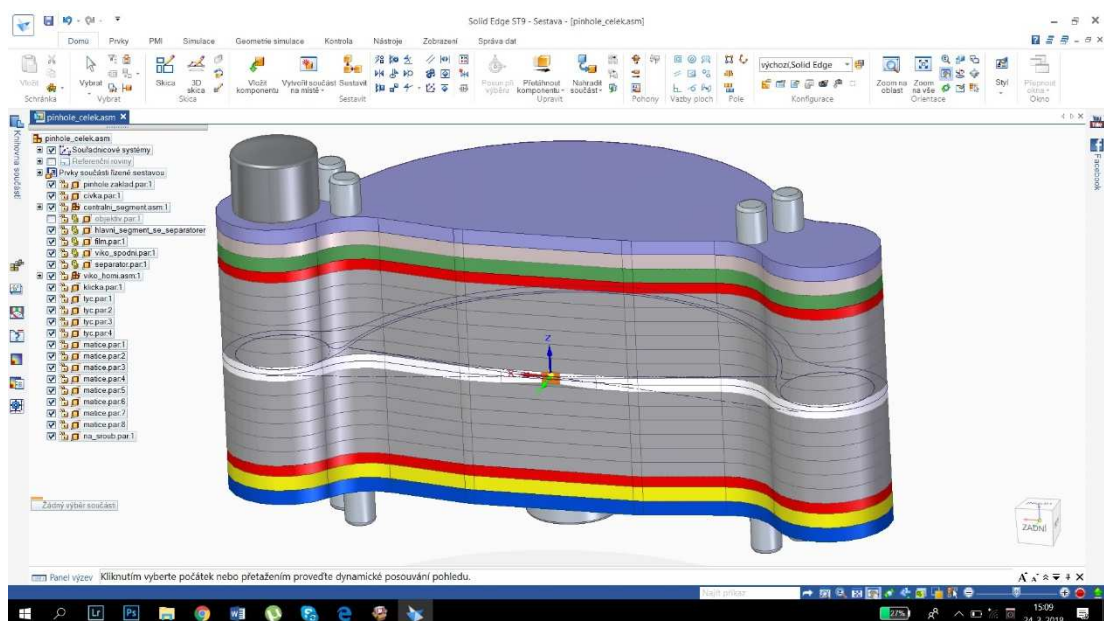
Poslední změnou, která se udělala v modelování byl počet hlavního segmentu s dírou. V předešlých verzích byly tyto díly 4, a to hlavně kvůli objektivu, který jsem nakonec úplně z dírkové komory vyhodila. Na jeho místo přišla levnější a snadnější varianta plíšku s dírkou a hlavní segment s dírou se použil jen dvakrát, a proto jsem musela zvýšit počet obyčejných hlavních segmentů.

Dírková komora by se neobešla bez dalších komponentů jako je klička, matice, tyčky a stativový šroub. Tyčky, ač se nezdá, mají v dírkové komoře zásadní úlohu – drží pevně celou komoru. Jejich modelování bylo jednoduché, šlo o to ve skice vytvořit kruh, který se následně vysunul. Na jejich konce jsem dala závit, ne který se našroubuje matice. Jejich modelování probíhalo podobným způsobem, vytvořením kruhu ve skice a vysunutím, přidalo se mírné zaoblení a hlavním úkonem bylo vytvoření závitů v matici, který se udělal přes funkci díra, kde se nadefinovalo, že chceme vytvořit díru se závitem. Kličku jsem původně zamýšlela úplně jinak, ale z důvodu těžké výroby jsem její vzhled změnila. Začalo se klasicky skicou, která se následně orotovala kolem její osy. Abych dodala kličce na estetičnosti přidalo se na její horní i dolní hranu rádius, a to jen přes funkci zaoblení. A aby klička fungovala tak jak má musela jsem vytvořit na kličce drážku, která se vejde do cívky filmu. Toto se udělalo přes funkci vyříznout.



Obrázek 12 - Skica a následný model klíčky

Abych měla lepší představu o tom, jak celkově dírková komora bude vypadat vytvářela jsem sestavy. Byly to sestavy horního, dolního víka a centrálního tělesa. Z nich jsem vytvořila celkovou sestavu včetně matic, klíčky, tyček a stativového šroubu.



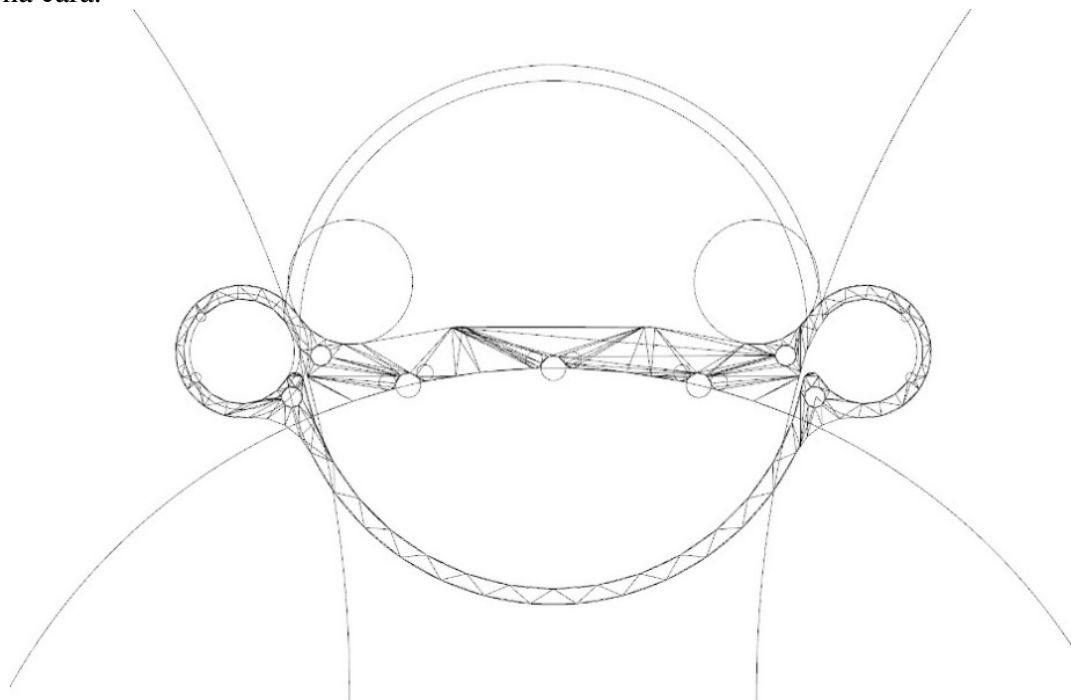
Obrázek 13 - Sestava celé dírkové komory

3.2.2 Tvorba výkresové dokumentace a vytváření programu pro gravírovací laser

Vytvoření výkresové dokumentace. Výkresovou dokumentaci jsem tvořila v programu SolidEdge. Výhoda tohoto programu je ta, že po vytvoření nějaké součásti můžeme přes tlačítko „aplikace“ a následně „nový“ otevřít „výkres aktivního modelu“.

Již automaticky můžeme hned vložit pohledy našeho modelu, které okótujeme. Máme tlačítko „automaticky okótovat“, ale nedoporučuji ho používat, jelikož je dost nespolehlivé a dle mého názoru je lepší okótovat model až ve výkresu.

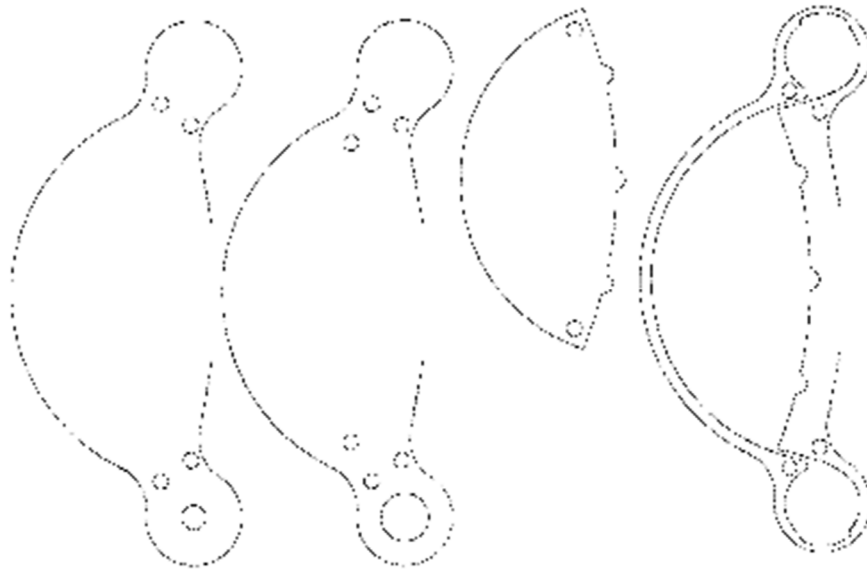
Pro vytvoření programu do gravírovacího laseru jsem musela použít program Rhinoceros, a to z toho důvodu, protože modely z programu SolidEdge se nadají vyexportovat do formátů *.dxf, který můžeme použít v gravírovacím Modely, které jsem si vytvořila v programu SolidEdge a uložila do formátu *.stl, který jde otevřít v Rhinocerosu. Pro vložení modelů se musel model přes nabídku soubor, zmáčknout importovat a vybrat. Daný model jsem musela „obkreslit“, protože samostatně vložený model by gravírovací laser nevygravíroval, jelikož dokáže gravírovat jenom dráhy ve vektorovém formátu. Hlavní křivky, které se používaly byly kružnice třemi body a lomená čára.



Obrázek 14 - Obkreslený model v Rhinocerosu

Důležitou funkcí, aby vznikl správný tvar dílu, byla funkce stříhat. Šlo o to označit všechny čáry, kromě již vloženého modelu, a začít přebytečné čáry stříhat.

Dále se musely poskládat všechny díly, tak aby se ušetřilo co nejvíce místa. Skládala jsem díly do formátu A4. Vytvořil se obdélník a postupně se do něj začaly díly skládat. Až byly složeny označila jsem všechny díly, které se nacházely mimo obdélník a přes nabídku soubor jsem dala exportovat vybrané a do formátu *.dxf.



Obrázek 15 - Díly připravené na gravírování

3.2.3 Výběr a pořízení všech potřebných komponentů na výrobu

Jako materiál na výrobu stavebnice dírkové komory jsem si vybrala překližku, jelikož má dobré vlastnosti. Oproti rostlému dřevu má lepší rozměrovou a tvarovou stálost. Lze jej zpracovávat běžnými dřevoobráběcími nástroji i stroji stejně jako masivní dřevo, z toho vyplývá, že je velice pevná. Já jsem používala na výrobu překližku vysokou 4 mm a 3 mm.

Pro lepení překližky jsou dobré speciální lepidla na dřevo. Ale právě speciální lepidla jsou na lepení dřeva jsou velice drahé. Proto jsem použila levnější, ale i tak poměrně spolehlivou alternativu v podobě lepidla Herkules.

3.2.4 Výroba dírky

Dírka dírkové komory má zásadní vliv na technickou kvalitu fotografií. Pro dosažení co nejostřejších fotografií by měla mít optimální velikost, být pravidelně kulatá a měla by být vyrobená co z nejetnějšího materiálu. Pro snadný výpočet optimálního průměru dírky můžeme využít program PinholeDesigner, který jsem zmiňovala v teoretické části.

K výrobě jsem použila tenký plíšek, který by se měl očistit a trochu brusným papírem zdrsnit, aby se zbavil nečistot, laku apod. Dírka se udělala jednoduše jehlou. Pod plíšek se dal kousek dřeva, aby se měla kam jehla zapíchnout. Po zapíchnutí se plíšek

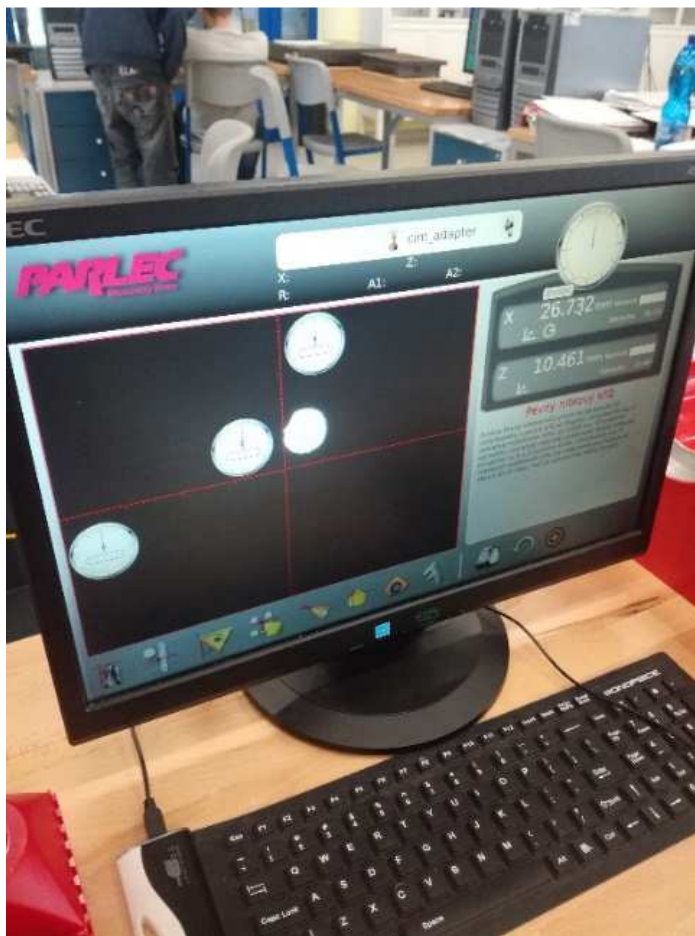
obrátil a vytlačený materiál obrousil jemným brusným papírem. Tyto úkony jsem několikrát zopakovala, aby díрка byla správně zakulacená a k docílení požadovaného průměru.

Moje dířka měří okolo 0,4mm. Rozměry jsou dané tím, jak se mi dířka povedla udělat, ale mojí snahou bylo se přiblížit jejím rozměrem k tomu co mi ukázal PinholeDesigner.

Abych mohla správně zjistit expoziční čas, bylo nutné spočítat číslo clony a k tomu potřebuji znát průměr dířky. Průměr dířky jsem měřila na optickém měřícím stroji, pro měření nástrojů, Parlec.



Obrázek 16 - Plíšek s dířkou na měřícím stroji



Obrázek 17 - Na monitoru můžeme vidět díрку, ve které jsou prachové částice (není dokonale kulatá), které se musí odstranit

Číslo clony jsem spočítala tak, že jsem vzala vzdálenost od dírky k filmu a vydělila ho číslem průměru dírky. Tedy v mém případě:

$$60 \div 0,4 = f150$$

3.2.5 Výroba stavebnice

Samotná výroba probíhala ve školních dílnách na gravírce od firmy Gravotech. Konkrétně gravírovací CO2 laser LS900. Obsluha gravírovacího laseru byla jednoduchá. Stačilo soubor vyexportovaný z Rhinocerosu vložit do programu Gravotech laser mode, ještě předtím nastavit správné rozměry plochy, kde všude bude laser gravírovat, to tedy bylo 210x297, rozměr A4. Dále nastavit správné podmínky laseru – rychlost a sílu. Poslat

vytvořený program do gravírky. Vycentrovat a správně najít nulový bod. A mohlo se začít gravírovat.



Obrázek 18 - Proces gravírování

Díly jako jsou klíčka, tyčky a stativový šroub jsem vyráběla na soustruhu.



Obrázek 19 - Vyrobená klíčka a matice

3.2.6 Sestavení dírkové komory

Prototyp dírkové komory jsem musela sestavit z toho důvodu, abych věděla, že celá stavebnice bude fungovat. Celkový a podrobný návod na sestavení je přiložen v příloze. Stručně, šlo jen o lepení a zatěžkávání dílů. Důležitá byla správně tenká a rovnoměrná vrstva lepidla. Pro lepení jsem použila lepidlo Herkules.



Obrázek 20 - Všechny potřebné díly k sestavení dírkové komory

Jeden díl jsem nasadila na tyčky a další díl jsem potřela lepidlem, nasadila na tyčky jako díl první a přimáčkla na první díl. Na to, aby se mi díly moc nehýbali jsem si na pomoc vzala dva válečky, které jsem dala na místo kam přijde po sestavení cívka s filmem.



Obrázek 21 - Lepení jednotlivých dílů

Další nezbytnou částí v sestavování dírkové komory bylo zatěžkávání jednotlivých částí. Bylo to důležité z toho důvodu, aby se v dalším lepení díly nehýbaly.

Obrázek 22 - Zatěžkávání dílů

Také musím zmínit odškrabávání přebytečného lepidla, které se zatěžkáváním vytlačí. Přebytečné lepidlo by nám mohlo po sestavení překážet a odškrabáváme ho také z důvodu estetického.



Obrázek 23 - Přebytečné lepidlo, které se musí odstranit.

Po slepení a zaschnutí celé komory jsem ji obrousila brusným papírem. Poté následoval důležitý krok, a to natření celé komory černou barvou ze všech stran. Hlavně uvnitř komory z toho důvodu, aby nám do komory neprosvítilo žádné světlo.

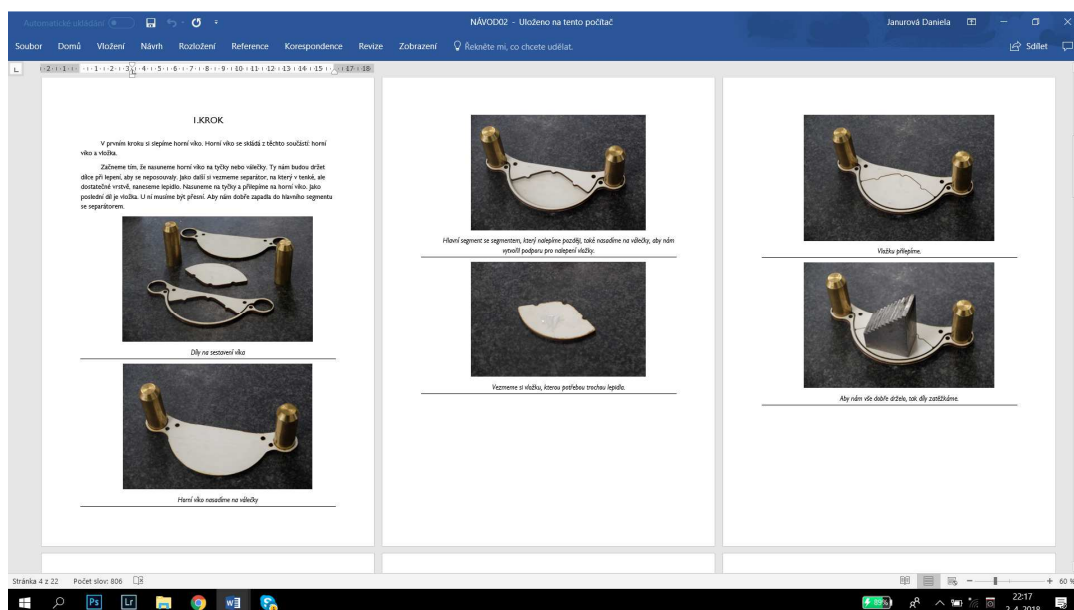
V posledním kroku jsem vlepila plíšek s dírkou na místo, kde je hlavní segment s dírou. Potom už jen stačilo protáhnout film komorou, zasunout klíčku na otáčení filmu a zaopatřit tyčky maticemi, zašroubovat stativový šroub a dírková komora byla hotová.



Obrázek 24 - Téměř složená dírková komora

3.2.7 Vytvoření návodu

Tato část, ač se zdá jednoduchá, tak opak byl pravdou. Vytvoření návodu mi dalo docela zabrat, hlavně jsem musela neustále myslet na to, že návod bude číst někdo jiný. Proto byla snaha vytvořit co nejstručnější a nejpochoptelnější návod. Doplnila jsem ho mnoha fotografiemi, aby byl jednoznačný a pochopil ho skutečně každý. Návod byl vytvořen v programu Word, který byl pro mě díky školní licenci dostupný. Popisovala jsem krok za krokem, jak dírkovou komoru sestavit, každý krok se doplnil fotografiemi.



Obrázek 25 - Návod na sestavení dírkové komory v programu Word

4 Závěr

Tato práce přináší nový pohled na dírkovou komoru., vzhledem k tomu, že se jedná o její stavebnici, kterou si může kdokoliv poskládat sám. Je to forma učení něčeho nového a zábavy dohromady. Ráda bych upozornila na to, že díky oblému tvaru této dírkové komory jsem získala úhel záběru neuvěřitelných 160° horizontálně a 52° vertikálně. Podle zdrojů jsem zjistila, že tento úhel záběru nemá každý, proto si myslím, že se taková dírková komora ve formě stavebnice i s tímto úhlem se na trhu nedá sehnat, proto tento výrobek může sloužit i jako skvělý obchodní tah.

5 Seznam použitých zdrojů a literatury

Elektronické zdroje

[1] Doleček, L. Historie fotografování. foceniproradost.webnode.cz [online].2011 [cit.2018-01-15]. Dostupné z WWW: <<http://foceniproradost.webnode.cz/historie-fotografovani/>>

[2] Balihar, D. Co je dírková komora. pinhole.cz [online]. 2001-2017 [cit. 2018-01-14]. Dostupné z WWW: <<http://pinhole.cz/cz/pinholecameras/whatis.html>>

[3] Pihan, R. Expoziční základy. Fotoroman.cz [online]. 2012 [cit. 2018-01-15]. Dostupné z WWW: <http://www.fotoroman.cz/tech2/expozice1_zaklad.htm>

[4] ROWE, J. Cadalyst [online] [cit. 2018-01-14]. Software review: Solid Edge ST. Dostupné z WWW: <<http://www.cadalyst.com/manufacturing/software-review-solid-edge-st-part-2-11264>>

[5] Wikipedie, Louis Daguerre. cs.wikipedia.org [online] 2017 [cit. 2018-03-27]. Dostupné z WWW: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Louis_Daguerre>

6 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Jedna z prvních Niépceho dochovaných fotografií s názvem Pohled z okna v Le Gras	2
Obrázek 2 - Schéma chodu paprsků kamerou obscurem a závislost velikosti obrazu na jeho vzdálenosti od otvoru	3
Obrázek 3 - Dírková komora od firmy Dirkoma	4
Obrázek 4 - Dírková komora vyrobená z plechovky	4
Obrázek 5 - Fotografie pořízená dírkovou komorou.....	5
Obrázek 6 - Jednoduchý a přehledný vzhled programu.....	7
Obrázek 7 - Ukázka práce v programu Solid Edge.....	8
Obrázek 8 - Základní křivky dírkové komory	10
Obrázek 9 - Všechny již vygravírované díly dírkové komory	10
Obrázek 10 - Problémový rádius.....	11
Obrázek 11 - Správný, fungující rádius	12
Obrázek 12 - Skica a následný model kličky	13
Obrázek 13 - Sestava celé dírkové komory.....	13
Obrázek 14 - Obkreslený model v Rhinocerosu	14
Obrázek 15 - Díly připravené na gravírování	15
Obrázek 16 - Plíšek s dírkou na měřícím stroji.....	16
Obrázek 17 - Na monitoru můžeme vidět díрку, ve které jsou prachové částice (není dokonale kulatá), které se musí odstranit.....	17
Obrázek 18 - Proces gravírování.....	18
Obrázek 19 - Vyrobená klička a matice	18
Obrázek 20 - Všechny potřebné díly k sestavení dírkové komory	19
Obrázek 21 - Lepení jednotlivých dílů.....	19
Obrázek 22 - Zatěžkávání dílů	20
Obrázek 23 - Přebytečné lepidlo, které se musí odstranit.....	21
Obrázek 24 - Téměř složená dírková komora	21
Obrázek 25 - Návod na sestavení dírkové komory v programu Word	22