

# Divadelní kukátko

Lukáš Zigmund

---

Bakalářská práce  
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

Ateliér Průmyslový design  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Zigmund**  
Osobní číslo: **K15059**  
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimédia a design – Průmyslový design**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design optických přístrojů**

Zásady pro vypracování:

1. Historický vývoj ve zvolené produktové oblasti
  2. Analýza současné produkce
  3. Výzkumná část
  4. Počáteční kresebné variantní návrhy
  5. Vizualizace finálního designérského řešení
  6. Ergonomická studie
  7. Technická dokumentace
  8. Fyzický model v měřítku 1:1
  9. Vypracování písemné doprovodné zprávy zahrnující všechny etapy práce
- Na samostatném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů 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 a angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

**KOLESÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. Praha: Vysoká škola uměleckoprůmyslová, 2004, 167 s. ISBN 80-86863-03-4.**

**NORMAN, Donald A. Design pro každý den. Praha: Dokořán, 2010, 271 s. ISBN 978-80-7363-314-1**

**KNOBLOCH, Iva a Radim VONDRÁČEK. Design v českých zemích 1900-2000: instituce moderního designu. V Praze: Academia, 2016, 658 s. ISBN 978-80-200-2612-5**

**Marek, Jakub a Petr SKŘEHOT. Základy aplikované ergonomie. Vyd.1 Praha:VÚBP, 2009, 118s. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6**

**KEPRT, Engelbert. Teorie optických přístrojů. Praha: SPN, 1965. Učební texty vysokých škol.**

Vedoucí bakalářské práce:

**MgA. Martin Surman, ArtD.**

Ateliér Průmyslový design

Datum zadání bakalářské práce:

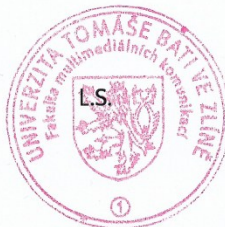
**15. prosince 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**11. května 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017

doc. Mgr. Irena Armutidisová  
*děkanka*



MgA. Martin Surman, ArtD.  
*vedoucí ateliéru*

## 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít 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 ..... 3.5.2018 .....

LUKÁŠ ZIGMUND   
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 bakalářské, diplomové, disertační 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. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení 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.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, již se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu

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, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní 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 užít 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 jím 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem designu optického přístroje, konkrétně divadelního kukátka s možností užití na společenských či sportovních akcích.

Teoretická část se zaměřuje na vývoj a historii dalekohledů, divadelních kukátek. Praktická část se věnuje vypracování návrhu divadelního kukátka s dokumentací návrhu, včetně skic a finálního 3D modelu v měřítku 1:1.

Klíčová slova: dalekohled, divadelní kukátko, čočka, optika, soustava

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the design of the optical instrument, specifically the theater glasses, with the possibility of the use for social or sport events.

The theoretical part focuses on the development and history of telescopes, theater glasses. The practical part is devoted to the design of the theater glasses with documentation of the design, including sketches and the final 3D model in scale 1:1.

Keywords: binoculars, theater glasses, lens, optics, system

Chtěl bych poděkovat paní Janě Vaňkové a panu MgA. Jakubu Vernerovi za odborné vedení a konzultace mé bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné. Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, dne 9. 5. 2018

Lukáš Zigmund

# OBSAH

ÚVOD.....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>10</b>
<b>1 HISTORIE .....</b>	<b>11</b>
1.1 LOM SVĚTLA .....	11
1.2 LUPY .....	11
1.2.1 První brýle.....	12
1.3 ČOČKOVÉ DALEKOHLEDY .....	13
1.3.1 Hans Lippershey.....	13
1.3.2 Galileo Galilei .....	14
1.3.3 Johannes Kepler .....	15
1.4 ZRCADLOVÉ DALEKOHLEDY.....	16
1.4.1 Cassegrainův dalekohled.....	16
1.4.2 Newtonův dalekohled.....	17
1.4.3 Kombinace systému .....	17
1.4.4 Systém Coudé.....	17
1.5 HUBBLEŮV VESMÍRNÝ DALEKOHLED .....	18
1.6 VESMÍRNÝ DALEKOHLED JAMESE WEBBA .....	19
<b>2 KONSTRUKCE DALEKOHLEDŮ .....</b>	<b>20</b>
2.1 ROZDĚLENÍ.....	20
2.2 ADAPTIVNÍ OPTIKA.....	21
2.2.1 Třídr.....	21
2.3 PERISKOP .....	22
2.3.1 Konstrukce .....	22
2.4 OPTICKÉ PARAMETRY DALEKOHLEDU .....	23
2.4.1 Zvětšení .....	23
2.4.2 Průměr objektivu .....	24
2.4.3 Zorný úhel .....	24
2.4.4 Výstupní pupila, světelnost .....	24
2.4.5 Zoom .....	25
2.4.6 Ostření .....	25
<b>3 MEOPTA – OPTIKA, S.R.O. ....</b>	<b>26</b>
3.1 OPTIKOTECHNA .....	26
3.2 MEOPTA – OPTIKA, S.R.O. ....	26
3.2.1 Fotoaparáty.....	27
3.3 AKTUÁLNÍ SORTIMENT BINOKULÁRŮ .....	27
3.3.1 Řada MeoStar B1 .....	27
3.3.2 Řada MeoPro HD .....	28
3.3.3 Řada MeoRange .....	29
3.3.4 Řada MeoSport.....	30
<b>4 ANALÝZA TRHU.....</b>	<b>31</b>

4.1	DIVADELNÍ KUKÁTKO VIXEN SG 2.1x42 .....	31
4.2	NIKON 6x15 M CF .....	31
4.3	ESCHENBACH VEKTOR POCKET 6x18 .....	32
4.4	LEICA ULTRAVID 8x32 HD .....	33
4.5	LEICA ULTRAVID 10x25 SILVERLINE .....	34
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>POSTUP NÁVRHU .....</b>	<b>36</b>
5.1	SKICY .....	38
<b>6</b>	<b>PRVOTNÍ NÁVRHY .....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>FINÁLNÍ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>ERGONOMICKÁ STUDIE .....</b>	<b>46</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>52</b>



## ÚVOD

Téma divadelního kukátka, nebo také „mini“ dalekohledu bylo velice zajímavé a naučil jsem se na něm spoustu nových věcí v oblasti designu. Ze začátku průzkumu trhu a zjišťování informací jsem se zajímal především o dalekohledy firmy Meopta. Jelikož jsem navrhoval něco nového, co ještě firma Meopta nemá v nabídce, byla to velká výzva.

Moje kukátko jsem navrhoval především do divadla, ale vytvořil jsem i další barevné varianty, které se dají využít i na jiných společenských či sportovních akcích. Samozřejmě je zde možnost kukátko využít i jako cestovní dalekohled, jelikož je malých rozměrů.

Při navrhování a sledování historie onoho divadelního kukátka jsem bral v potaz i držení neboli úchop, dalekohledu, který jsem vyřešil buď klasickým držením, nebo připevněním teleskopické tyče, obdobně jako tomu bylo kdysi na starých divadelních kukátkách.

Využil jsem zde klasické konstrukce dalekohledu Meopta, v které je umístěn závit pro uchycení stativu, či v mém případě teleskopické tyče. V případě divadelního kukátka jsem musel brát ohled i na elegantnost, vzhled přístroje, aby se do divadla, k obleku či šatům hodil. Při průzkumu trhu jsem zjistil, že často kukátka nejsou zcela dobře vyřešena a to jak vzhledově, designem, nebo ergonomií.

I když jsou dnes technologie opravdu daleko, stále neexistuje nic, co by nám dalekohledy nahradilo. Jako jediné nám umožňují dívat se do dálky, na nám nepřístupné, vzdálené krajiny, velkoměsta, památky atd. Dalekohledy se budou dle mého názoru používat ještě několik let, dokud technologie nedojdou tak daleko, že budeme mít přímo v očích integrované speciální čočky na přibližování. I tak to nebude nejspíše tak kvalitní pohled, jako přes dalekohledy, např. firmy Meopta.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE

### 1.1 Lom světla

Teorie o samotném světle začínají již dávno, kdy lidé přišli na zrcadla - vyleštěná měď či bronz. Známí řečtí filozofové jako např. Demokritos, Platón, Aristoteles už v jejich době měli několik teorií ohledně původu světla. Eukleidés, známý řecký matematik a geometr prakticky poznal zákon o lomu světelných paprsků již 300 let před Kristem. Lomem světla se zabývalo mnoho tehdejších matematiků, filosofů. První čočky nebo také „zapalovací sklíčka“ jsou známa již ve starém Řecku a Římě. Po pádu západořímské říše se pomalu centrum vzdělanosti přesouvá do arabského světa. Arabský vědec Alhazen, který se zabýval astronomií, optikou, matematikou, sférickými a parabolickými zrcadly popsal detailně lidské oko. Jeho práce byly překládány do latiny a dostaly se k jednomu z vědců, F.Baconovi, který přišel na možnost využití čoček pro zlepšení vidění, nebo dokonce použití čoček k sestavení teleskopu. Po jeho smrti se následně nikdo tématu čoček takto nevěnoval. Až pak roku 1485 Leondardo da Vinci napsal ve svém spisu Codex Atlanticus o praktických pokusech s využitím camery obscury, neboli temné místnosti, kterou zjistil vztah mezi funkcí oka a perspektivou. [1]

### 1.2 Lupy

Kolem roku 1000 našeho letopočtu se začaly používat tzv. „čtecí kameny“, jednalo se o sférické sklo, které stačilo položit na text, který byl následně zvětšen při pohledu na kámen. Dnes jsou známy jako pojem lupy a jsou považovány za první zvětšovací pomůcku např. při čtení. Za první důkazy o vzniku brýlí, či čtecích pomůcek, můžeme považovat dokumenty pocházející až z 13. století. Hlavním důkazem je dílo Anglického filozofa a vědce Rogera Bacona „Opus majus“ z roku 1267. V tomto díle je napsáno o starých lidech kteří mohou vidět písmo dostatečně velké a dobře čitelné za pomoci skleněných kulových segmentů. Jméno a místo vzniku prvních brýlí však doposud neznáme. Většina historiků se však přiklání k názoru, že první brýle vznikly v Benátkách nebo ve Florencii.

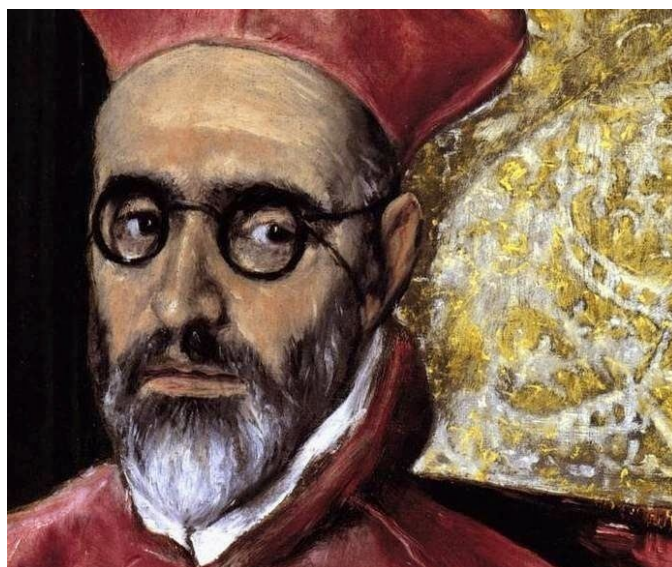
### 1.2.1 První brýle

První brýle zachyceny umělcem pocházejí z roku 1352, důkazem jsou malby Tommasa da Modena, jedná se o soubor fresek, které zobrazují dva bratry, kteří čtou a opisují rukopisy. Jeden z nich má v ruce lupu a druhý má na nose nasazený brýle. [2]



Obr. 1. První brýle zobrazeny umělcem (1352)

Od první chvíle kdy byly brýle vynalezeny, byl problém uchycení na hlavu. Trvalo téměř 350 let než se vymyslelo uchycení za uši, které známe dodnes. V průběhu se brýle upevňovaly ke klobouku, skřípcem na nos, nebo se i přivazovaly tkaničkami. Postupně došlo až na uchycení pevnými postranními nožkami, které ovšem nebyly zahnuté za ušima, ale držely na hlavě přitlakem. [2]



Obr. 2. kardinál Fernando Nino de Guevara, El Greco

## 1.3 Čočkové dalekohledy

Čočkové dalekohledy, neboli refraktory, mají jako objektiv refraktoru čočku nebo soustavu čoček, která koriguje barevnou vadu achromát, apochromát. Optická velikost objektivu určuje světelnost dalekohledu, ohnisková vzdálenost určuje maximální možné zvětšení.

### 1.3.1 Hans Lippershey

Mezi první dalekohledy můžeme řadit dalekohled holandského optika Hanse Lippersheyho, který si jej nechal patentovat již 2. října 1608, avšak první zmínky o čočce jsou z Egypta a nachází se na starých hieroglyfech.

Podle známé legendy funkci dalekohledu náhodou objevily Lippersheyovy děti. O jeho vynález se poté zajímalo mnoho lidí, především vědecká komunita. O rok později, 1609, jeho dalekohled studoval a vylepšil italský vědec Galileo Galilei. Lippersheyův nápad se používá dodnes například v divadelních kukátkách. [3]

### 1.3.2 Galileo Galilei

Galileo Galilei svou vlastní vylepšenou verzí dalekohledu složenou ze spojky a rozptylky objevil skvrny na slunci a další objevy jako např. Jupiterovy měsíce. Bohužel díky neznalosti v dané době si Galileo Galilei při pozorování slunce nechránil svůj zrak a později oslepl.

Jeho vlastní tzv. Galileiho dalekohled je tvořen spojným objektivem, který má velkou ohniskovou vzdálenost a rozptylný okulár s malou ohniskovou vzdáleností. Ze začátku bylo zvětšení asi třinásobné, ale dosáhl až dvacetinásobného zvětšení, více však už bylo zbytečné, jelikož kvalita čoček nebyla tak dobrá a obraz nebyl kvalitní. Tento typ dalekohledu se používá většinou jako divadelní kukátko, které má zhruba čtyřnásobné zvětšení. Obrazové ohnisko objektivu splývá s obrazovým ohniskem okuláru. [3]

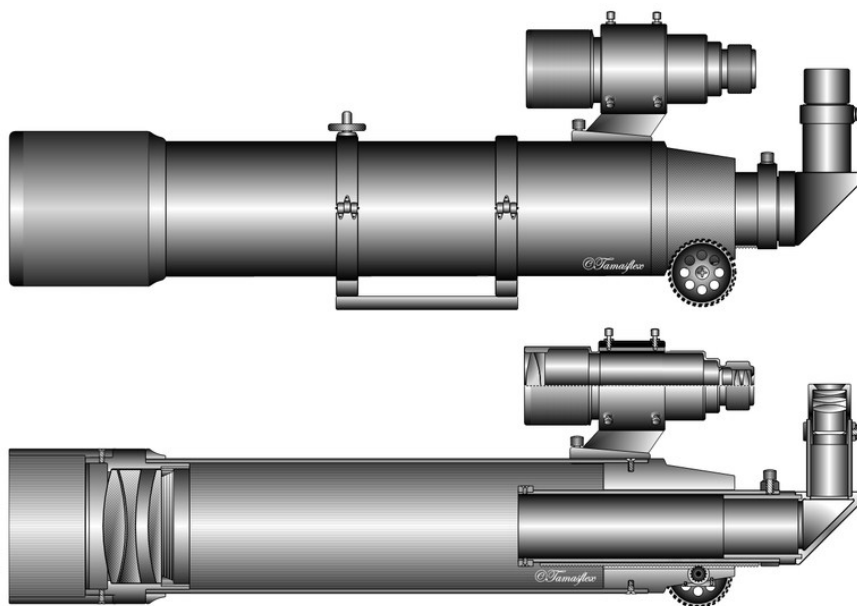


Obr. 3. Kukátko, Galileův dalekohled

### 1.3.3 Johannes Kepler

Navrhl hvězdářský (Keplerův) dalekohled s konstrukcí refraktoru. Keplerův dalekohled je tvořen dvěma soustavami spojných čoček, které mají společnou optickou osu. U tohoto typu dalekohledu má objektiv velkou ohniskovou vzdálenost a ohnisková vzdálenost okuláru je malá. Obrazové ohnisko objektivu splývá s předměťovým ohniskem okuláru. Obraz hodně vzdálené krajiny, předmětu vytvořený objektivem se nachází v ohnisku okuláru, přičemž se jedná o obraz skutečný, zmenšený a převrácený.

Tento obraz se poté pozoruje okulárem stejně jako lupou. Obraz ale zůstává převrácený i po zvětšení okulárem, toto je nevýhoda daného typu dalekohledu, která ovšem nevadí při astronomickém pozorování. Kromě převráceného obrazu, dalekohled trpěl i dalšími vadami jako je chromatická a sférická aberace. Takový problém mohly vyřešit jen lepší, kvalitnější čočky, které se dlouho upravovaly, a zlepšoval se jejich povrch.



Obr. 4. Keplerův dalekohled

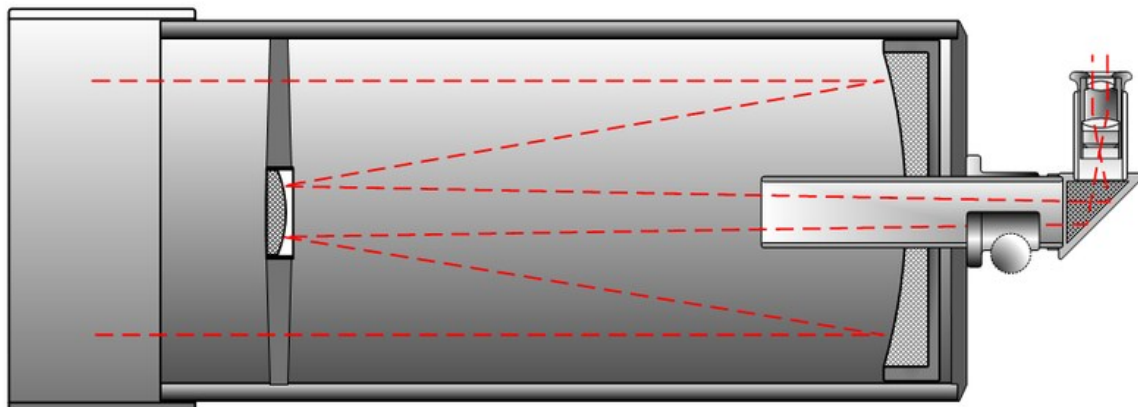
## 1.4 Zrcadlové dalekohledy

Zrcadlové dalekohledy, neboli „reflektory“, jsou výhodné z důvodu nepřítomnosti barevné vady, snazší výroby velkých zrcadel a výhodnější uspořádání tubusu. Světlo se v zrcadlových dalekohledech odráží zrcadly, takže tubus má přibližně jen poloviční délku. Objektívem reflektoru je primárně duté zrcadlo kulové, parabolické případně může být i hyperbolické, jehož plocha určuje světelnost daného dalekohledu. Obraz pozorovaného předmětu se odráží i druhým zrcadlem a pak se teprve pozoruje okulárem.

Správně by mělo mít primární, první, zrcadlo parabolický povrch, ale při malé ploše a velké ohniskové vzdálenosti je kulová plocha dostatečná. Kulová plocha je výhodnější z důvodu levnějších výrobních nákladů. Obraz pozorovaného předmětu se odráží i druhým zrcadlem a pak se teprve pozoruje okulárem. [3]

### 1.4.1 Cassegrainův dalekohled

V dalekohledu od Cassegraina se paprsky, které jsou odražené dutým primárním parabolickým zrcadlem směrují do malého vypouklého hyperbolického zrcadla, které je odrazí do okuláru, umístěného v ose dalekohledu, tím pádem musí mít primární zrcadlo uprostřed otvoru.

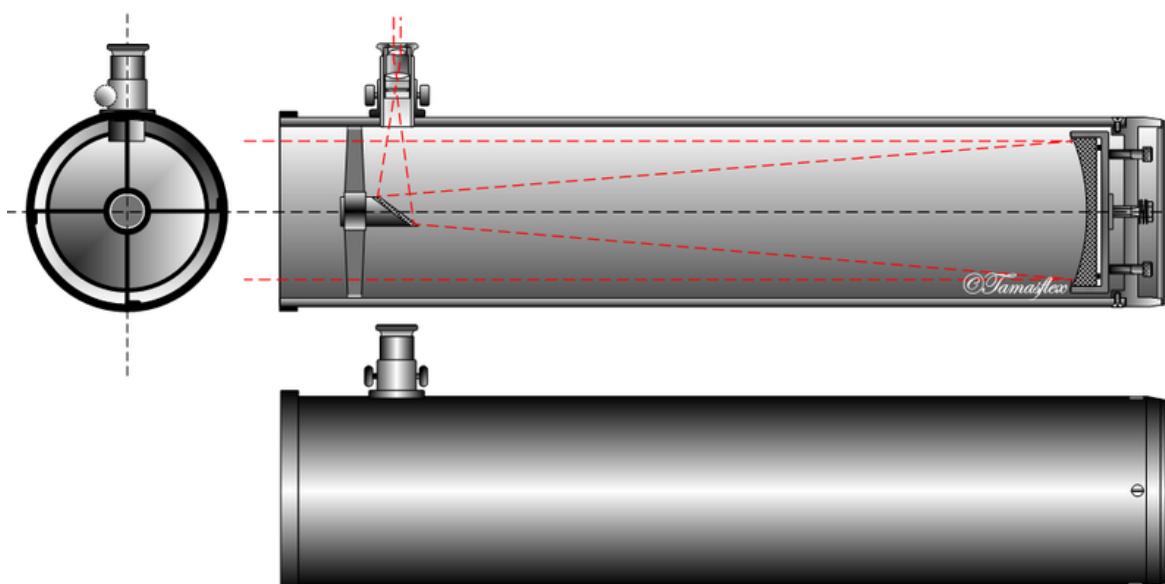


Obr. 5. Cassegrainův zrcadlový dalekohled



### 1.4.2 Newtonův dalekohled

V dalekohledu od Newtona se na rozdíl od Cassgrainova dalekohledu v konstrukci používá rovinné sekundární zrcadlo, které paprsky odráží do okuláru na boku dalekohledu. Optická soustava dvou zrcadel a okulárů zde způsobuje, že vzniklý obraz je opačně. Takže je dalekohled vhodný především pro astronomická pozorování, jelikož je zde obraz převrácen stranově a pólově. Je však možné okulár doplnit hranoly, které obraz upraví do správné převrácenosti, polohy. [3]



Obr. 6. Newtonův zrcadlový dalekohled

### 1.4.3 Kombinace systému

Další typy dalekohledů jsou kombinací systému se zrcadlem a čočkou. Jako například Schmidt-Cassegrainův dalekohled, systém Maksutov-Cassegrain, Schmidt-Newton, Klevcovův dalekohled, systém Ritchey-Chretien, nebo systém Coudé.

### 1.4.4 Systém Coudé

U systému Coudé se nejedná úplně o typ dalekohledu, ale jde o systém nastavení dráhy paprsku po průchodu sekundárním zrcadlem. Většinou je to o samostatném Coudé ohnisku konkrétního dalekohledu. Systém umístěním dalších zrcadel svede paprsky do pevně umístěného ohniska v polární ose montáže dalekohledu. [3]

## 1.5 Hubbleův vesmírný dalekohled

Abych se nevěnoval jen klasickým „malým“ běžným dalekohledům, uvedu zde i Hubble dalekohled, což je zkratka pro Hubbleův vesmírný dalekohled, nebo také HST – Hubble Space Telescope.

Jedná se o dalekohled, který na oběžnou dráhu Země do výšky 600 kilometrů vynesl v roce 1990 americký raketoplán pod jménem Discovery. Současná výška dalekohledu je přibližně 569 kilometrů. Dalekohled Hubble je výhodný tím, že předává k nám na Zemi obrazy z vesmíru neovlivněné zemskou atmosférou. Jeho umístěním mimo zemskou atmosféru se dosáhlo možnosti pořizování ostrých snímků všech možných vesmírných těles. Mluví se o něm jako o jednom z nejdůležitějších dalekohledů v celé historii astronomie, postaral se totiž o velké prohloubení poznatků o vesmíru.

Hubble přispěl k mnohým klíčovým objevům, které hodně pomohly astronomům lépe porozumět základním problémům astrofyziky. Hodně vzácné jsou například snímky Hubbleových hlubokých polí (Hubble ultra deep fields) s nejvzdálenějšími objekty vesmíru, které kdy bylo lidstvo schopno spatřit v hloubkách obrovského vesmíru. Optická soustava Hubble dalekohledu používá systém hyperbolických zrcadel zvaný Ritchey-Chretien. [4]

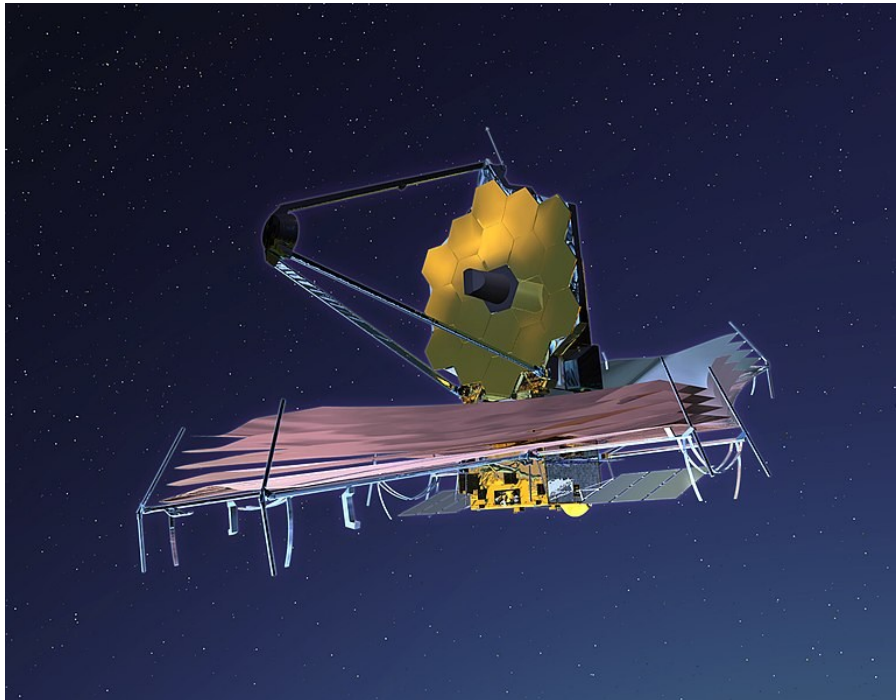


Obr. 7. Hubbleův vesmírný dalekohled

## 1.6 Vesmírný dalekohled Jamese Webba

Dalekohled Jamese Webba neboli také JWST podle James Webb Space Telescope, je projekt nového vesmírného dalekohledu NASA, ESA a CSA, který má nahradit starší Hubbleův vesmírný dalekohled.

Na rozdíl od Hubble dalekohledu bude umístěn úplně jinde, nebude se pohybovat na nízké oběžné dráze, ale bude umístěn v Lagrangeově bodě L2 soustavy Země-Slunce, což je přibližně 1,5 milionů kilometrů daleko od Země, na opačné straně než je Slunce. Servisní lety současnými technologiemi k tomuto teleskopu jsou tedy naprosto nemožné. Název dostal dalekohled po řediteli NASA, který vedl organizaci v období největšího rozkvětu. [5]



Obr. 8. Webbův teleskop

## 2 KONSTRUKCE DALEKOHLEDŮ

Dalekohledy se také rozdělují na binokuláry a monokuláry. Každý z těchto dvou typů má své pro a proti. U binokulárů je na rozdíl od monokulárů prostorové vidění.

Do binokulárů se díváme oběma očima a ostříme každým okem zvlášť nebo jedním středovým kolečkem určenému k ostření. Jelikož se u každého jedince liší vzdálenost očí od sebe, tak je nutné i nastavení vzdálenosti pupil dalekohledu. Toto nastavení funguje pomocí středové osy a pohybu dvou rozdělených částí binokuláru. Kdysi byla vzdálenost dvou okulárů přesně definována, nastavena, a to na délku 56 milimetrů, která byla určena pro dospělého člověka. Jeden z okulárů mívá možnost upravení, korekce, vady v jednom oku, aby se vyrovnaly rozdíly v obou očích.

Monokuláry jsou výhodnější výrazně nižší váhou, i když mají stejné vlastnosti jako binokuláry. Také mohou být monokuláry menší, skladnější. Každému uživateli však vyhovuje jeden typ více. Ovšem monokuláry nejsou tak pohodlné, neposkytují prostorový vjem. U běžných dalekohledů, kromě těch hvězdářských, je nutné, aby byl obraz správně tzv. nepřevrácený. Aby obraz byl správně, pomáhají nám k tomu skleněné hranoly.

### 2.1 Rozdělení

Dalekohledy či teleskopy jsou přístroje k optickému přiblížení pomocí dvou soustav čoček nebo zrcadel, objektivu a okuláru, jímž se obraz pozoruje. Jedním z hlavních parametrů dalekohledů je světelnost, na čemž hodně záleží, a poté se zajímáme o zvětšení, kolikrát se obraz zvětší, přiblíží. Opticky účinná plocha objektivu určuje světelnost onoho dalekohledu a poměr ohniskových vzdáleností objektivu a okuláru jeho zvětšení.

Jak jsem již nastínil v začátku, optické dalekohledy se dělí podle konstrukce objektivu:

- **Reflektory** – jejich objektiv je tvořen zrcadlem
- **Refraktory** – jejich objektiv je tvořen čočkou nebo soustavou čoček

Dále pak můžeme dělit optické dalekohledy podle hlavního určení

- Dalekohledy astronomické
- Dalekohledy pozemní, včetně zaměřovacích a geodetických
- Divadelní kukátka
- Triedry a další

## 2.2 Adaptivní optika

V současné době i minulosti probíhá rychlý vývoj optických dalekohledů, využívajících technologii adaptivní optiky. Ty umožňují získat dobrý obraz i bez nutnosti vyslání dalekohledu mimo rušivý vliv zemské atmosféry.

Problém spočívá v rozmazaném, nekvalitním obrazu, pořízených snímků. Adaptivní optika se s vlivy zemské atmosféry vypořádá pomocí řízeného deformovatelného zrcadla, které je řízeno počítačem. Následně jsou pořízené snímky téměř srovnatelné se snímky pořízenými mimo zemskou atmosféru.

V současné době se pro astronomické pozorování používají také jiné druhy, než optické dalekohledy, například radioteleskopy, které pracují na základě elektromagnetických vln větší délky a s anténami. Pro běžné přenosné pozemní užití nejsou schopné, díky jejich rozměrnosti, konkrétně velké délce. Například u námořního dalekohledu se problém délky vyřešil zasunovacím tubusem, také můžeme říkat teleskopem. [6]

### 2.2.1 Triedr

Úplným řešením je triedr, kde se mezi okulár a objektiv dalekohledu vkládá dvojice hranolů, takže dráha světla je dvakrát zalomená. K účelům vojenského a geodetického zaměřování se dalekohledy opatřují nitkovými kříži pro přesné zacílení.

Samozřejmě musíme počítat s tím, že v případě, kdy má dalekohled velké zvětšení, je nutné ho opatřit stativem, přibližně do desetinásobného zvětšení je možné dalekohled držet v ruce, poté je již nutné použití stativu, či v případě astronomického dalekohledu je nutný pevný sloup zakotvený hluboko do země. Takovéto typy dalekohledů se umisťují do velkých pohyblivých kopulí.



Obr. 9. Triedr firmy ZEISS

Na obrázku výše vidíme triedr firmy ZEISS, kde vidíme optickou soustavu, zde je mezi objektivem a okulárem dvojice hranolů – dráha světla je dvakrát zalomená.

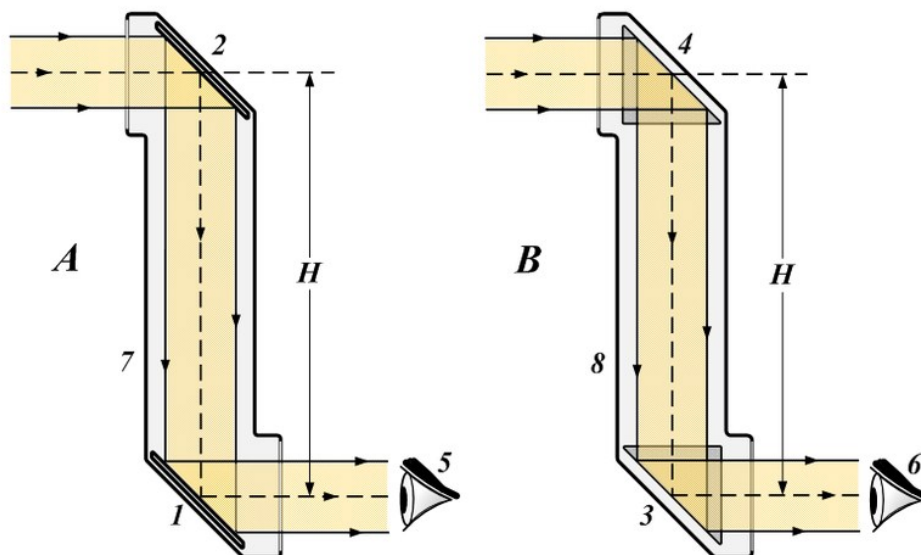
## 2.3 Periskop

Určitě bych nemohl zapomenout zmínit i periskopy. Periskopy jsou také optické zařízení, zajišťují nám boční posun přijímaného světelného paprsku. Periskopy se používají především ve vojenství, kde umožňují výhled, aniž by byl pozorovatel vidět. Pomáhá to tak například v ponorkách, kde je periskop velmi důležitým vybavením, válečná ponorka by se bez něj snad neobešla. Dále se používá v bojových vozidlech, př. v tancích, používají se ale i v jiných oborech než ve vojenství. Periskop funguje na principu vertikálního tubusu na koncích opatřeného zrcadly, které jsou nakloněné v  $45^\circ$  úhlu tak, aby se navzájem odrážel vnější obraz. [7]

### 2.3.1 Konstrukce

Konstrukce nejjednoduššího periskopu je tvořena dvojicí zrcadel, z nichž první zrcadlo odrazí světelný paprsek kolmo k původnímu směru a druhé zpět do původního směru, jen je posunutý o vzdálenost dvou zrcadel. Takovýto typ periskopu je možné snadno vyrobit, klidně doma, za pomoci užití dvou zrcadel, sklíček, a jednoduchého tubusu např. z kartonu. Tento jednoduchý typ periskopu se používá například k pohledu přes hlavy ve

velkém davu lidí. Jeho použití je bohužel omezené, protože při větší vzdálenosti zrcadel omezuje zorný úhel. [7]



Obr. 10. Průřez periskopem

Na obrázku 10. Je vidět konstrukce periskopu, na obrázku A (vlevo) periskop s užitím dvou zrcadel nakloněných v  $45^\circ$  úhlu tak, aby se odrazil navzájem obraz. Na obrázku B je periskop s užitím dvou hranolů.

## 2.4 Optické parametry dalekohledu

### 2.4.1 Zvětšení

Zvětšení se vyjadřuje číselným poměrem mezi skutečnou velikostí objektu, který sledujeme a jeho zvětšenými rozměry, obrazem získaným dalekohledem. Například pozorujeme dalekohledem se zvětšením 10x, objekt ve vzdálenosti tisíc metrů, pak se nám podobá objektu jeví tak, jako bychom je pozorovali prostým okem ze vzdálenosti sto metrů. Nejlepší dalekohledy jsou přibližně se zvětšením 7 – 10x.

Dalekohledy s menším zvětšením nejsou pro terén dostatečně výkonné a dalekohledy s větším zvětšením (12x, 15x a 20x) už potřebují podporu stativu díky nestabilitě obrazu při držení rukou, jak už jsem zmiňoval výše. [6]

### 2.4.2 Průměr objektivu

Dalším číslem označující dalekohled je průměr daného objektivu, neboli v milimetrech vyjádřený průměr jeho vnější čočky. Čím je napsaná hodnota vyšší, tím více se dostane do optické soustavy dalekohledu světla. Když se do dalekohledu dostane co nejvíce světla, znamená to, že je schopný k užití i při horších světelných podmínkách. Z hlediska konstrukce to bohužel znamená, že je dalekohled zase o něco těžší. Průměr objektivu nám tak prozrazuje, jestli jde o menší dalekohled, nebo větší, robustnější dalekohled s vyšší hmotností.

### 2.4.3 Zorný úhel

Zorným úhlem je míněna velikost úhlu, pod kterým nám dalekohled, optická soustava, umožňuje sledovat okolí. Může být vyjádřena úhlem nebo šířkou zorného pole ve vzdálenosti tisíc metrů od pozorovatele. Na dalekohledu je například uvedeno číslo 135 m/1000 m, to znamená, že jsem schopni optickou soustavou pozorovat ve vzdálenosti tisíc metrů šířku krajiny o šířce 135 metrů. Čím větší máme zvětšení, tím se zorné pole dalekohledu zmenšuje. U uživatelů jsou oblíbené dalekohledy, které vzhledem ke svým dalším parametrům poskytují co nejširší zorné pole. [13]

### 2.4.4 Výstupní pupila, světelnost

Průměr výstupní pupily dalekohledu v milimetrech charakterizuje velikost obrazu tvořeného optikou dalekohledu na vnitřní čočce. Když se podíváme na vnitřní čočku dalekohledu, mířícího do prostoru, pak na ní uvidíme okrouhlý světelný obraz určitého průměru – uvidíme výstupní pupilu. Její hodnotu zjistíme prostým podílem průměru vnější čočky a zvětšení. Dalekohled s parametry 10x50 má průměr výstupní pupily  $50/10 = 5$  mm. Průměr zornice našeho lidského oka je okolo dvou až tří milimetrů za denního světla a okolo sedmi milimetrů za tmy, pokud by jsme chtěli využít maximální světelnost dalekohledu, museli bychom dokázat roztáhnout zorničku našeho oka na celou velikost výstupní pupily. Starší lidé s horším zrakem už tak zorničku roztáhnout bohužel nedokážou, proto je zbytečné si kupovat takto výkonný dalekohled. [6]





Obr. 11. Různé velikosti výstupní pupily dalekohledů

#### 2.4.5 Zoom

V případě dalekohledu s možným nastavitelným zvětšením, stejně jak tomu známe např. u fotoaparátů, je pro nás tato možnost určitě lákavá. Ovšem žádný z těchto dalekohledů, který má schopnost nastavitelnosti přiblížení nedosahuje takové kvality celkového obrazu jako binokuláry s pevným zvětšením. Je zde úbytek světla s každým zvětšením a nemluvě o chvění obrazu.

#### 2.4.6 Ostření

V současnosti již má většina moderních dalekohledů ostření středové, umístěné mezi dvěma tubusy, ale nebylo tomu tak vždycky, u některých starších dalekohledů bylo totiž nutné ostřit na obou okulárech – individuální ostření, což je při použití v terénu velice nepraktické a zdlouhavé. U některých levnějších binokulárů se při otočení ostřicího šroubu, točítka, pohybují i vnější části okulárů. Jelikož jsou takto konstrukčně řešené, bývají často mnohem náchylnější k zanesení nečistotami, které do nich vnikají spolu s vlhkostí. Většina nových dalekohledů má již ostření vnitřní - optické členy takového optického přístroje se pak pohybují uvnitř jeho těla a proto může být zajištěna jeho odolnost vůči prachu a vodě.

### 3 MEOPTA – OPTIKA, S.R.O.

#### 3.1 Optikotechna

Psal se rok 1933 a v Přerově vznikla firma s názvem Optikotechna. Tuto společnost založil dr. Alois Mazurek, učitel průmyslové školy v Přerově. Velice se věnoval optice, samostudiu a usiloval o zavedení výuky o optice, optického oboru na místní průmyslové škole. Společnost Optikotechna se věnovala jednak výrobě základních součástek jako je čočka aj., následně pak dr. Mazurek vyvinul první československý zvětšovací objektiv Benar, následovalo určení směru firmy, začali vyrábět zvětšovací přístroje, hvězdářské a armádní dalekohledy, trichynoskopy, laboratorní mikroskopy aj.

V roce 1935 došlo k velkému rozvoji, Optikotechnu odkoupila Zbrojovka Brno a začala stavět nový závod v bývalé textilce. Poté došlo k velké modernizaci konstrukce, vývoje a výroby všech komponentů a celých přístrojů. Na trh byly uvedeny triedry, puškohledy, prohlížečky filmu. Na co si určitě každý vzpomene, jsou fotoaparáty Flexaret, právě ty, začala firma vyrábět roku 1939. Následovalo období druhé světové války a všechny továrny podléhaly velení německé armády, takže se vývoj nových výrobků hodně omezil a vyráběly se zejména optické součástky a přístroje pro potřeby německého zbrojního průmyslu. [13]

#### 3.2 Meopta – optika, s.r.o.

Roku 1946 vznikl nový národní podnik MEOPTA – **ME**chanická a **OPT**ická výroba. V té době byly do Meopty začleněny i samostatné firmy Suchánek a Srb&Štys. Meopta rozšířila svůj sortiment a produkci civilní výroby a nastal „Zlatý věk Meopty“. Značně se rozšířila výroba zvětšovacích přístrojů včetně příslušenství a objektivů, tak i fotoaparátů, např. Flexaret, Mikroma. Mimo to také filmové snímací kamery a filmové projekory, které výrazně pomohly všem k zřizování nových kinosálů po celém Československu. Kromě těchto výrobků byly vyvíjeny a vyráběny i refraktometry, důlní refraktometry, dalekohledy, puškohledy, teodolity aj., v 60. letech se ve výrobě objevily i přístroje s laserovými komponenty.

Jelikož přerovský areál nestíhal vyrábět všechny tyto věci, byly postupem času některé kategorie výrobků s výrobou přesunuty do pobočných závodů v Brně, Praze, Bratislavě nebo do Meopty Hynčice. V 70. a 80. letech v době československé normalizace pak

ovládla výroba vojenských potřeb přes 75% produkce v hlavním závodě v Přerově. Z civilní výroby zde zůstala jen výroba zvětšovacíh přístrojů a projektorů. Filmová a fotografická technika byla pak zcela vymazána z výrobního sortimentu. V druhé půli 80. let se však z vojenské výroby pomalu ustupuje a pomalu se dostává čas opět se věnovat a vyrábět civilní a sportovní výrobky. [13]

### **3.2.1 Fotoaparáty**

Jak již bylo zmíněno, Meopta nevyráběla pouze dalekohledy apod. ale i fotoaparáty, zde jsou názvy některé z nich

Optiflex, Autoflex, Flexaret – poté dalších sedm verzí Flexaretu, ukončeno verzí Flexaret Standard

## **3.3 Aktuální sortiment binokulárů**

### **3.3.1 Řada MeoStar B1**

MeoStar B1 je prémiová řada binokulárů se špičkovým optickým výkonem. Všechny binokuláry této řady jsou vodotěsné a plněné ochrannou dusíkovou atmosférou. Jsou zde různé velikosti a „výkonosti“ dalekohledu. Od nejmenší MeoStar B1 8x32 až po největší MeoStar B1 15x56 HD, který je na velké vzdálenosti a je vhodný i na pozorování dlouho po setmění. Precizní optika ve vyváženém ergonomickém tělese z hliníkové slitiny tvoří jeden z nejvýkonnějších přístrojů na současném trhu. [8]



Obr. 12. MeoStar B1 15x56 HD

### 3.3.2 Řada MeoPro HD

Řada MeoPro HD je menší, dostupnější verze, vyrobená ze slitin hořčíku. Binokulár je osazen fluoridovými objektivovými čočkami (HD), které omezují chromatickou aberaci a poskytují živý obraz s výjimečnou jasností. [9]



Obr. 13. MeoPro HD 8x42

### 3.3.3 Řada MeoRange

Řada MeoRange má špičkové optické vlastnosti, a díky integrované laserové technologii umožňuje měření velkých vzdáleností tak, aby byla zajištěna co největší přesnost. MeoRange je schopné měřit vzdálenost až do 1500 metrů. Dále jsou zde funkce jako zobrazení přepočtené vzdálenosti, teplota, tlak vzduchu, kompas i úhel náklonu přístroje. Řada velmi dobře funguje i za špatných světelných podmínek. Novinkou je i umístění Bluetooth modulu, který umožňuje spojení s mobilním telefonem, či PC. [10]



Obr. 14. MeoRange 10x42 HD-AB

### 3.3.4 Řada MeoSport

V řadě MeoSport je zatím pouze jeden binokulár, jedná se o malý kapesní dalekohled MeoSport 8x25. Není velký ani těžký, takže jej můžete nosit stále u sebe. Samozřejmě je vodotěsný do 1 metru, i prachotěsný, odolný proti vnitřnímu orosení. [11]



Obr. 15. MeoSport 8x25

## 4 ANALÝZA TRHU

### 4.1 Divadelní kukátko VIXEN SG 2.1x42

Dalekohled s malým zvětšením, vhodný do divadla, nebo také pro pozorování krajiny, která není moc vzdálená, pro snadnou orientaci. Pohled se liší od pohledu okem, ale také i od pohledu klasickým velkým dalekohledem. Je zde použit jeden z prvních systémů dalekohledů – Galileo, kde spojná soustava tvoří objektiv a rozptylná soustava tvoří okulár.

[12]



Obr. 16. VIXEN SG 2.1x42

### 4.2 Nikon 6x15 M CF

Ideální velikost Nikonu a sofistikovaný design je skvělý pro společenské události, pro návštěvu divadla, koncertu či sportovní události. Kukátko má stylové kovové tělo, přesto má nízkou hmotnost, také je osazeno čočkami s vícenásobnými antireflexními vrstvami pro jasný obraz. Zvětšení je 6ti násobné s průměrem objektivu 15mm.



Obr. 17. Nikon 6x15 M CF

### 4.3 Eschenbach vektor Pocket 6x18

Jedná se o velmi tenké a stylové kukátko, s jednoduchým designem. Má šestinásobné zvětšení a průměr objektivu 18mm. Největší výhodou je nejspíše malý rozměr, ale mínus je nenastavitelnost tubusů, celé tělo je pevné. Eschenbach je německá firma a jejich optické zaměřovače mají dobrou pověst. Mají dlouholeté zkušenosti a samozřejmě jsou precizní.



Obr. 18. Eschenbach vektor Pocket 6x18



#### 4.4 LEICA ULTRAVID 8x32 HD

Ikdyž se možná nejedná o divadelní kukátko, za zmínku určitě stojí tento dalekohled značky Leica. Mne osobně velice zaujal. Není to jen tak ledajaká Leica, jedná se o speciální edici Zagato, proslavená firma, která se zabývá tvorbou karoserií luxusních a závodních vozů. Leica ultravid jsou schopné pozorování za zhoršených podmínek, i v případě soumraku, tato verze nám nabízí osmi násobné zvětšení. Dalekohled mne připomíná nějaký retro závodní automobil, ale možná to bude jen tím, že vím kdo ho navrhoval. I přesto na mne působí nadčasově, luxusně, čistě. Firma Leica k dalekohledu nabízí i luxusní koženou „kabelu“, která je s přístrojem sladěná.



Obr. 19. LEICA ULTRAVID 8x32 HD

#### 4.5 Leica ULTRAVID 10x25 Silverline

Když už jsem zmínil dalekohled Leica Zagato, zmíním i tento, sice se nejedná o dalekohled určený přímo do divadla, ale mohl by se zde také využít. Jedná se opět o speciální edici, je velmi lehký a jak je vidět na obrázku tak i skladný. Dalekohled má očnice přizpůsobené i pro sledování v brýlích. Je zde nastavitelná rozteč očnic 34-74mm. Samozřejmě je i vodotěsný a je naplněný dusíkem, aby se uživateli nezamlžil. Design celku tohoto dalekohledu se mi líbí, co bych možná změnil je užití struktury kůže.



Obr. 20. LEICA ULTRAVID 10x25 Silverline

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 POSTUP NÁVRHU

Můj návrh divadelního kukátka jsem vytvářel na již hotovou optickou soustavu firmy Meopta. Byl jsem tudíž omezen určitými rozměry vnitřní optiky. Veliké možnosti jsem však měl v oblasti mostu, mezi okuláry. Zde jsem měl možnost si vyhrát se všemi možnými tvary, velikostmi, jelikož se v mostu dalekohledu nenachází žádné velké prvky. Zpočátku bylo navrhování pouze na papíře a tak jsem si úplně nedokázal představit velikost a celkové proporce kukátka.

Proto jsem se rozhodl udělat si několik 3d modelů vyrobených z hlíny-claye. Abych zachoval kruhový tvar tubusů a nevymodeloval je zdeformované, zakoupil jsem si kruhové plastové profily a poté je nařezal na mnou požadované délky, podle základního 3d modelu, který mi poskytla paní Vaňková. Následně jsem na nařezané profily o velikosti cca 11 cm začal formovat hlínu. Jelikož je divadelní kukátko malých rozměrů, nemusel jsem moc řešit strukturování nebo zdrsnění povrchu pro lepší úchop, celkové držení kukátka. Kukátko se drží třemi prsty nahoře a palcem dole, nebo teleskopickou tyčí, která se upevní v přední části mostu, kde je již umístěn závit, do kterého se tyč upevní.

U hliněného modelu jsem nejvíce řešil tvarové varianty mostu a jak umístit tlačítko pro vypnutí a zapnutí LED diody umístěné logicky v přední části mostu mezi dvěma tubusy. LED diodu jsem zde umístitel pro případ, když si chcete přečíst například program v divadle a je tam již šero nebo si posvítit do příruční tašky a najít potřebnou věc. Myslím si, že je to velice praktické, nic jiného mě na divadelním kukátku nenapadlo vylepšit. Již dávno byla kukátka dobře vymyšlená, jak malou velikostí, tak možností držení na tyče, které je mnohdy pohodlnější.

Když se vrátím zpět k vytváření hliněného 3d modelu, hodně jsem si na něm otestoval, které hrany apod. musím posunout, protože by vadily spodnímu prstu v držení. Také jsem z 3d modelu vydedukoval, kde umístitel tlačítko na zapnutí a vypnutí LED diody. Byla možnost ho umístitel i na vrchní části mostu, ovšem zde by pak most působil přeplácane, tlačítko by kazilo celkový dojem z čistého, jednoduchého design celku. A tak jsem se tedy rozhodl umístitel tlačítko přímo pod diodu. Na opačné straně by to nepřicházelo v úvahu, jelikož by se spojení mezi tlačítkem a diodou muselo vést přes středovou osu mostu, která se pohybuje. Dále jsem řešil středové kolečko na ostření. Chtěl jsem ho navrhnout výjimečně, jak to ostatní binokuláry nemají. Nakonec jsem došel k polovičnímu zapuštění do mostu a polovičnímu vyčnívání na povrch, avšak nikoliv přesahující tubusy, v případě položení daleko-

hledu na stranu. Důležité bylo, aby středové kolečko na ostření nevyčnívalo, aby neprokluzovalo při ostření. Aby jsem sjednotil kolečko ostření a kolečko na vyrovnání dioptrií, umístil jsem na ně texturu, v podobě malých milimetrových „hrotů“, které působí příjemně nejen na dotek, ale také velmi dobře vypadají. Působí hodnotně, evokují vzhled malých diamantů.

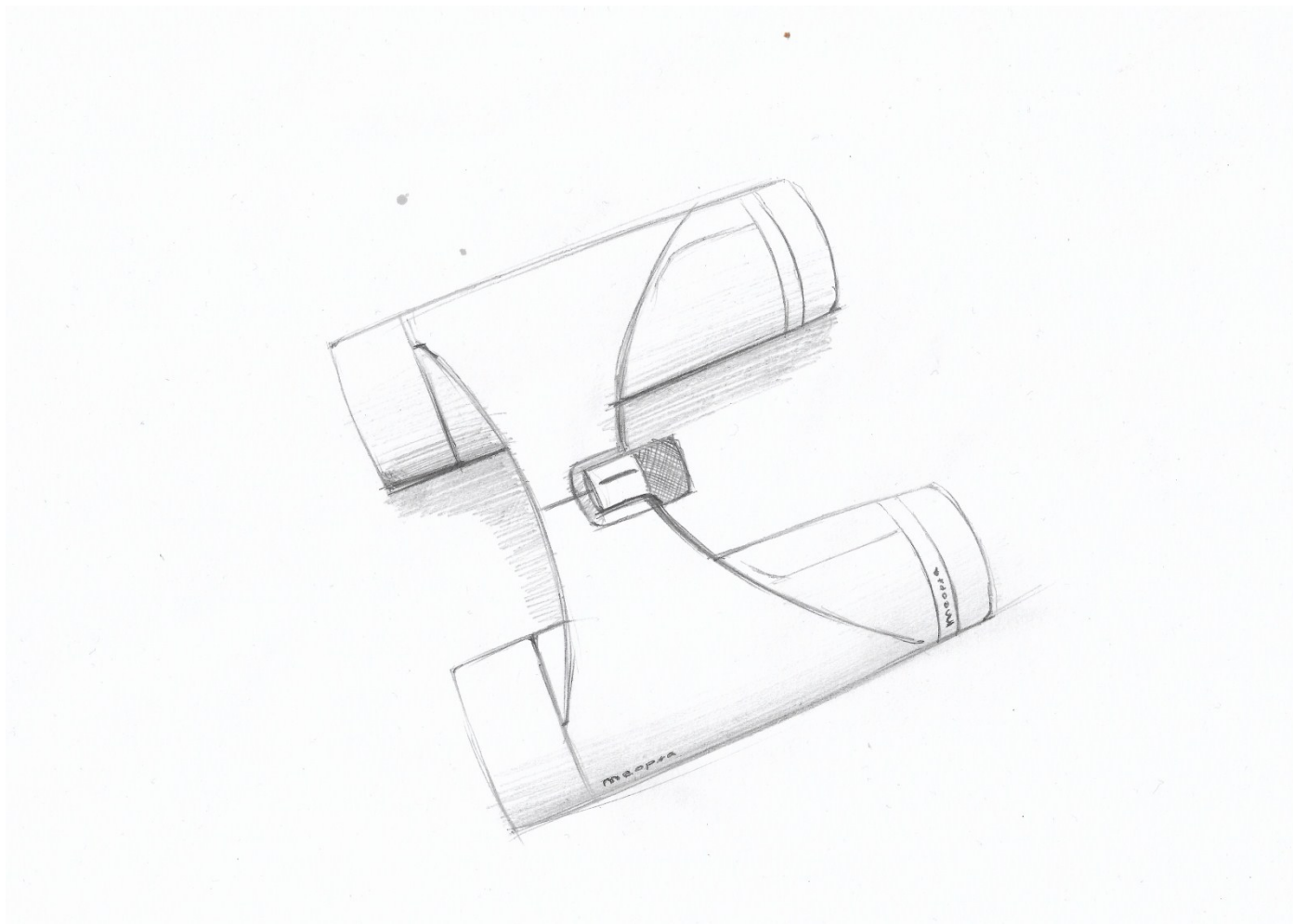
Jak jsem již zmiňoval, firma Meopta má hodně obsáhlý sortiment binokulárních dalekohledů. Jejich dalekohledy jsou malé, velké, sportovní, většina je však sladěna do zelených barev. Tuto barvu jsem bohužel nemohl zachovat, jelikož by se do divadla nehodila. Před navrhováním jsem udělal průzkum trhu a zjistil jsem, že jsou mnohdy divadelní kukátka ještě menších rozměrů. Tím, že je divadelní kukátko malé, nechtěl jsem na něj vytvářet mnoho prvků, ale navrhnout kukátko co nejminimalističtější.

Po průzkumu trhu jsem tedy začal skicovat, hledal jsem správný, jednoduchý tvar mostu mezi okuláry. Poté jsem tvořil model z hlíny, jak jsem již zmiňoval. Nakonec přišlo na řadu modelování v 3D programu Rhinoceros. Paní Vaňková mi zaslala podklady se základními rozměry, kde byl i 3D model jejich prototypu kukátka. Podle prototypu kukátka jsem zvolil přesné rozměry pro můj návrh. Nemohl jsem moc pohybovat s rozměry, každopádně jsem je nemohl zmenšovat, aby se do přístroje vešla daná optika. Nejhlavnější části jsou samozřejmě v tubusech, takže ty byly ohledně rozměrů nejdůležitější. V mostu musí být umístěn závit pro stativ nebo v případě mého návrhu teleskopickou tyč k držení a také středové kolečko určené k ostření. V mém návrhu kukátka je zde umístěna i LED dioda, která však nezabírá moc místa, ale i umístění tlačítka na zapnutí a vypnutí LED diody.

Po vymodelování v 3D jsem přešel na tvoření vizualizací kukátka. Trvalo dlouho, než jsem došel na finální použití materiálu na model, aby výsledná vizualizace odpovídala mým představám. Stříbrnou barvou na kolečku ostření a na kolečku vyrovnávání dioptrií jsem chtěl tyto dva segmenty sjednotit.

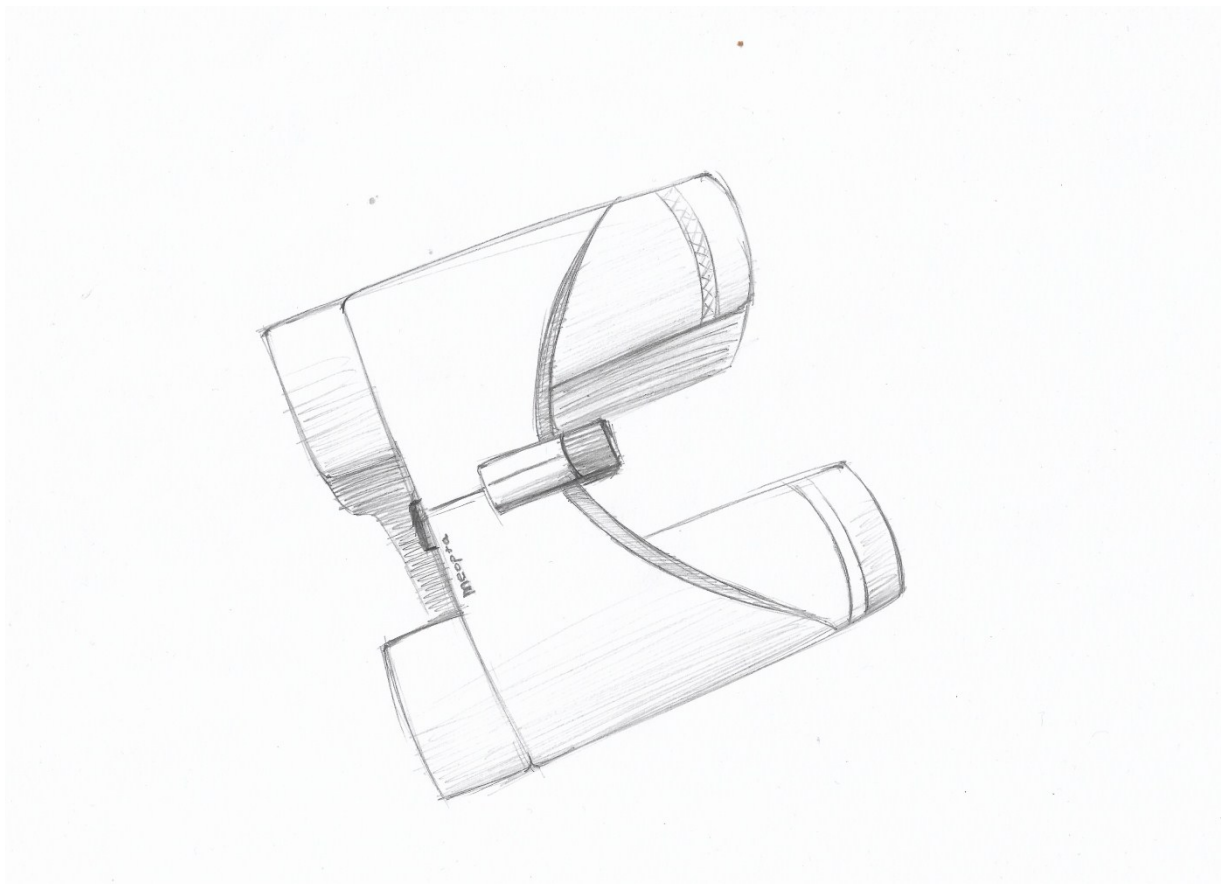
Na středové kolečko ostření jsem umístil malou čáru, která označuje střed ostřicí osy. Také jsem dlouho uvažoval na umístění loga. Nejprve jsem zvažoval umístit logo Meopty na vrchní část mostu, někde poblíž nastavení ostření, ale když jsem to vyzkoušel, pochopil jsem, že to nebyla dobrá volba. Most pak působil přeplácane a nevzbuzoval dobrý dojem. O umístění loga na most mezi okuláry jsem uvažoval hlavně kvůli binokulárům firmy Meopta, která ho tam má umístěno také. Zvolil jsem však variantu umístění loga Meopta na boční stranu jednoho z tubusů.

## 5.1 Skicy

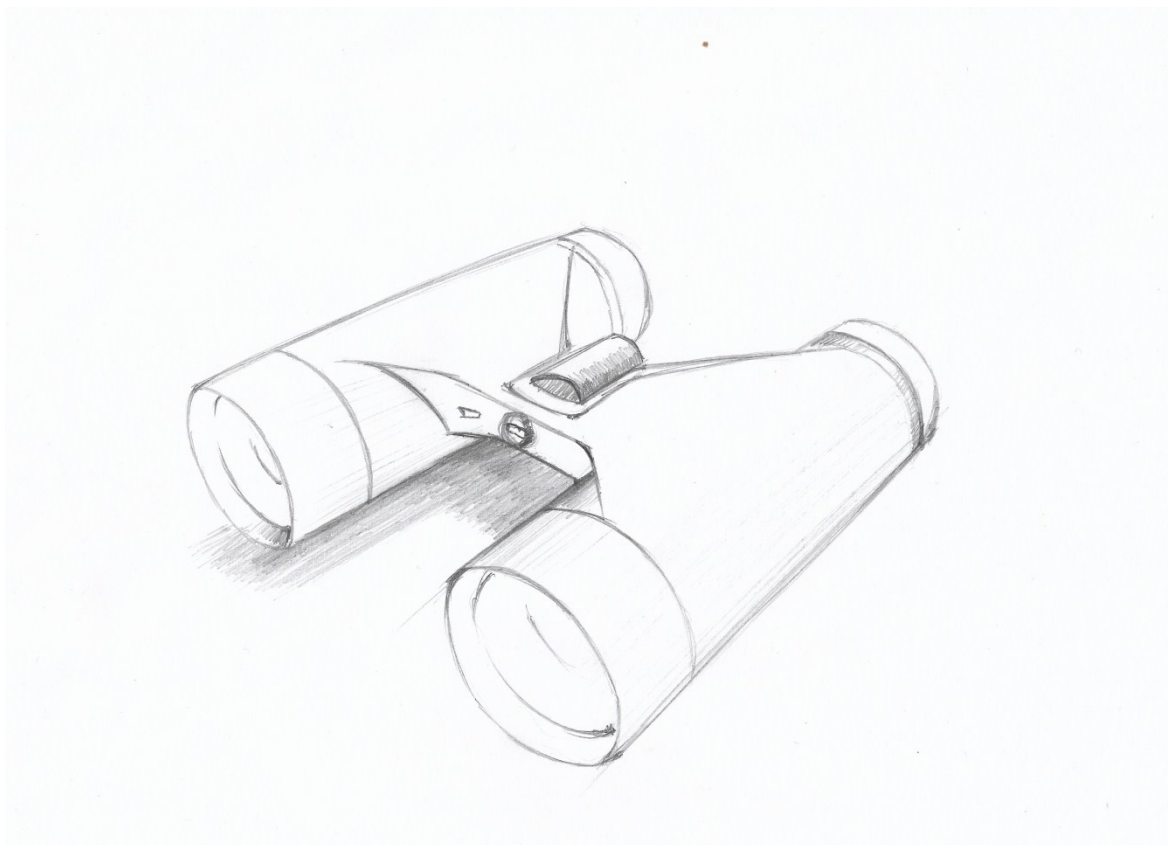


Obr. 21. Skica horní pohled

U skicování jsem řešil tvar mostu z vrchního pohledu a možnosti navázání na tubusy, s možným rozdělením na hladkou a strukturovanou plochu, jak bude vidět i na vizualizacích níže. Formou skicování jsem přišel na nápad vystouplého středního kolečka na ostření.



Obr. 22. Skica horní pohled 2



Obr. 22 Skica perspektiva



## 6 PRVOTNÍ NÁVRHY



Obr. 23. první 3D model

U tohoto prvního modelu, návrhu v 3D programu, jsem ještě stále uvažoval nad nějakou inovací, kterou bych mohl ke kukátku dodat, nakonec zde ještě přibyla LED svítilna.



Obr. 24. Druhý návrh

U druhého návrhu jsem již byl spokojenější, ale postupně jsem přišel na to, že se mne nelíbí tvarování mostu. Musel jsem se na mé návrhy dívat s odstupem času abych viděl chyby, nesrovnalosti. Když se teď na kukátko podívám, nejvíce mne na něm vadí obrácené tvarování mostu mezi okuláry, tubusy. Dle mne, by měl být otočen spíše opačně, více prostoru by mělo být na straně pozorovatele. Také mne od začátku u tohoto návrhu poprvé nedošlo, že by zde ovládání ostření mohlo vadit v prostoru nosu. V průběhu navrhování, vymýšlení stále přicházím na nové věci, na které si musím dávat pozor.



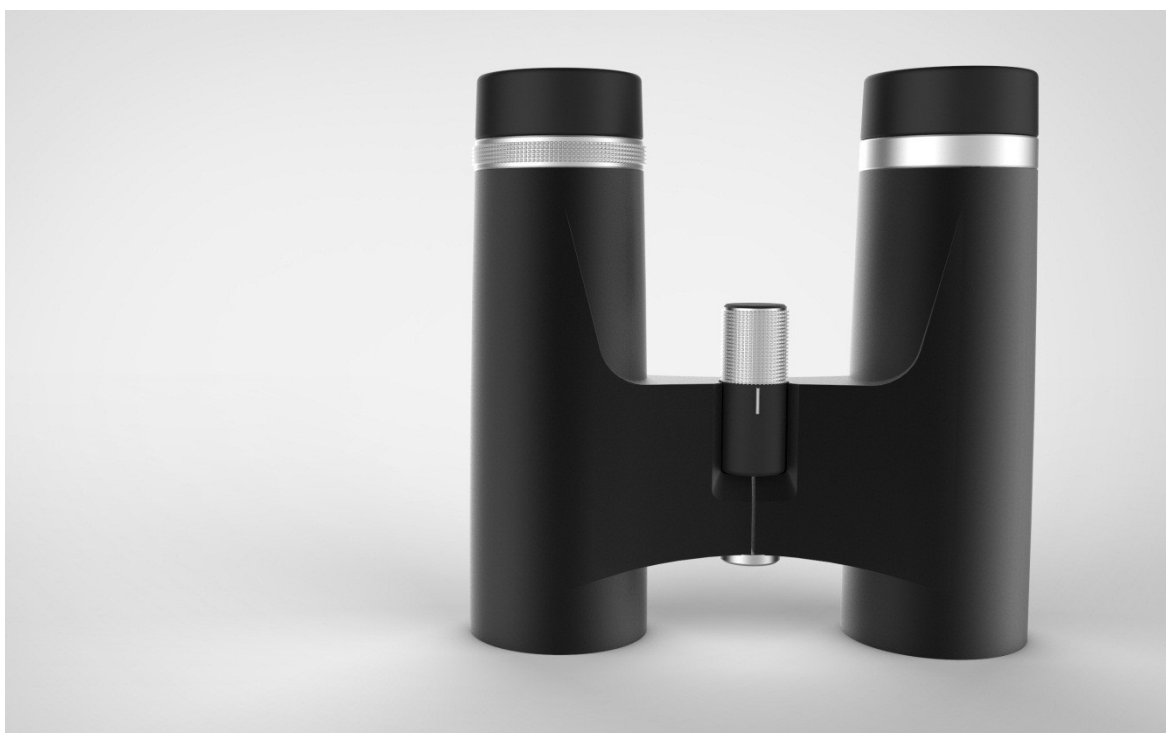
Obr. 25. Třetí návrh

U tohoto návrhu už jsem byl více spokojený než u předchozích, a tak to bylo s každým dalším který přicházel. Ovšem vždycky návrh vypadal ještě o něco lépe než jen na papíru. Proto jsem si musel většinu návrhů vymodelovat v 3d programu a poté vytvořit alespoň základní vizualizace pro mou lepší představu. Na těchto návrzích jsem již zkoušel i návleky s drsněným povrchem, ale nepřišlo mi to na divadelní kukátko potřebné, možná jen jako vzhledový prvek. Takže jsem od texturovaného povrchu nakonec upustil.

## 7 FINÁLNÍ ŘEŠENÍ



Obr. 26. Pánská verze kukátka

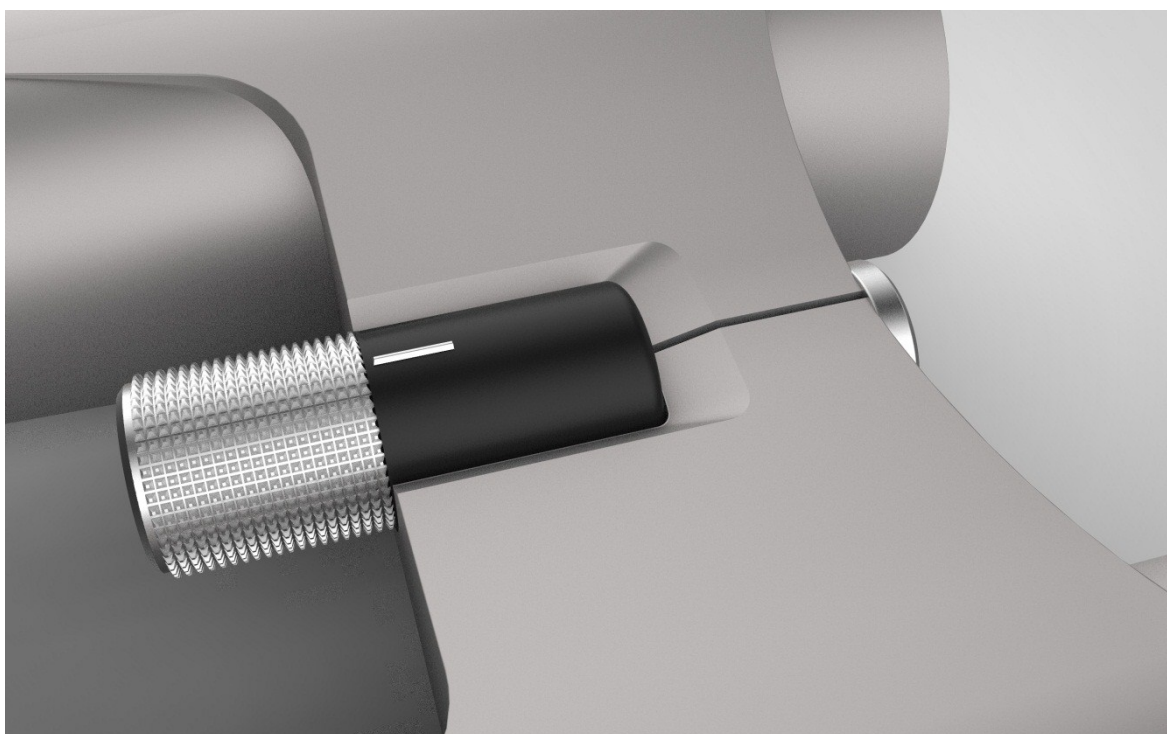


Obr. 27. Vrchní pohled na divadelní kukátko

Nenechal jsem kukátko pouze u jedné barevné varianty, ale vytvořil jsem jich více. Zvolil jsem jednoduché, ne moc výrazné barvy.



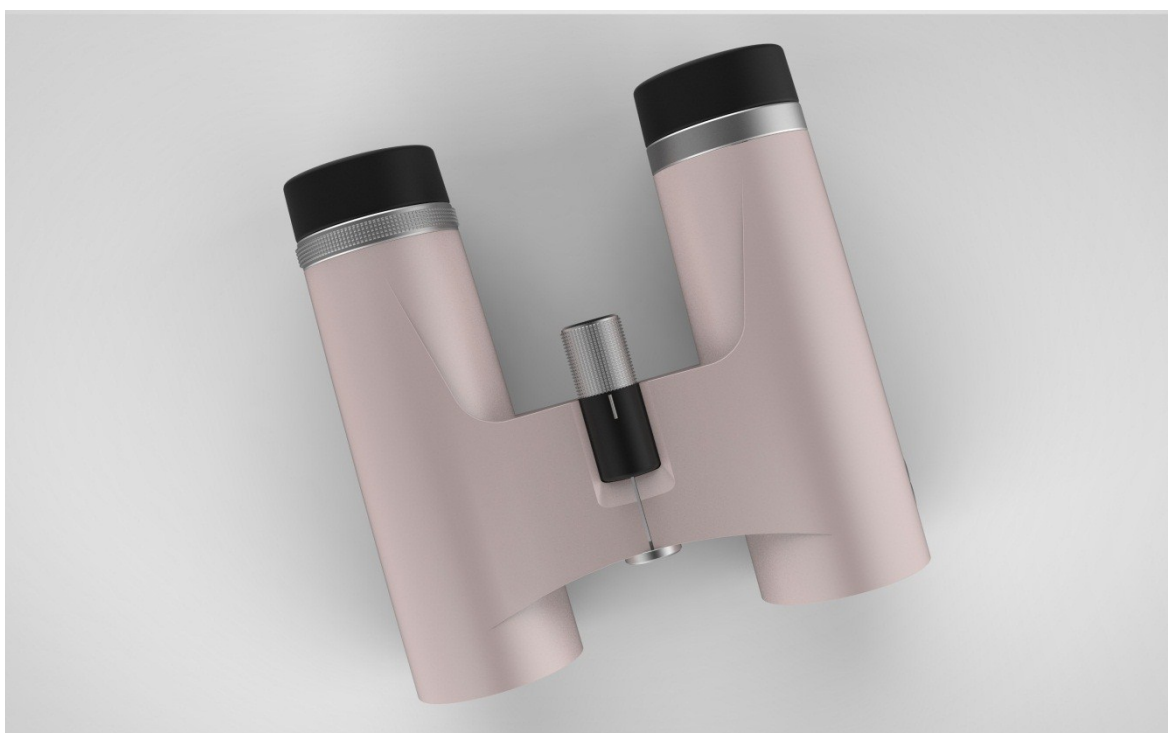
Obr. 28. Varianta 2, šedá barva



Obr. 29. Detail, kolečko ostření



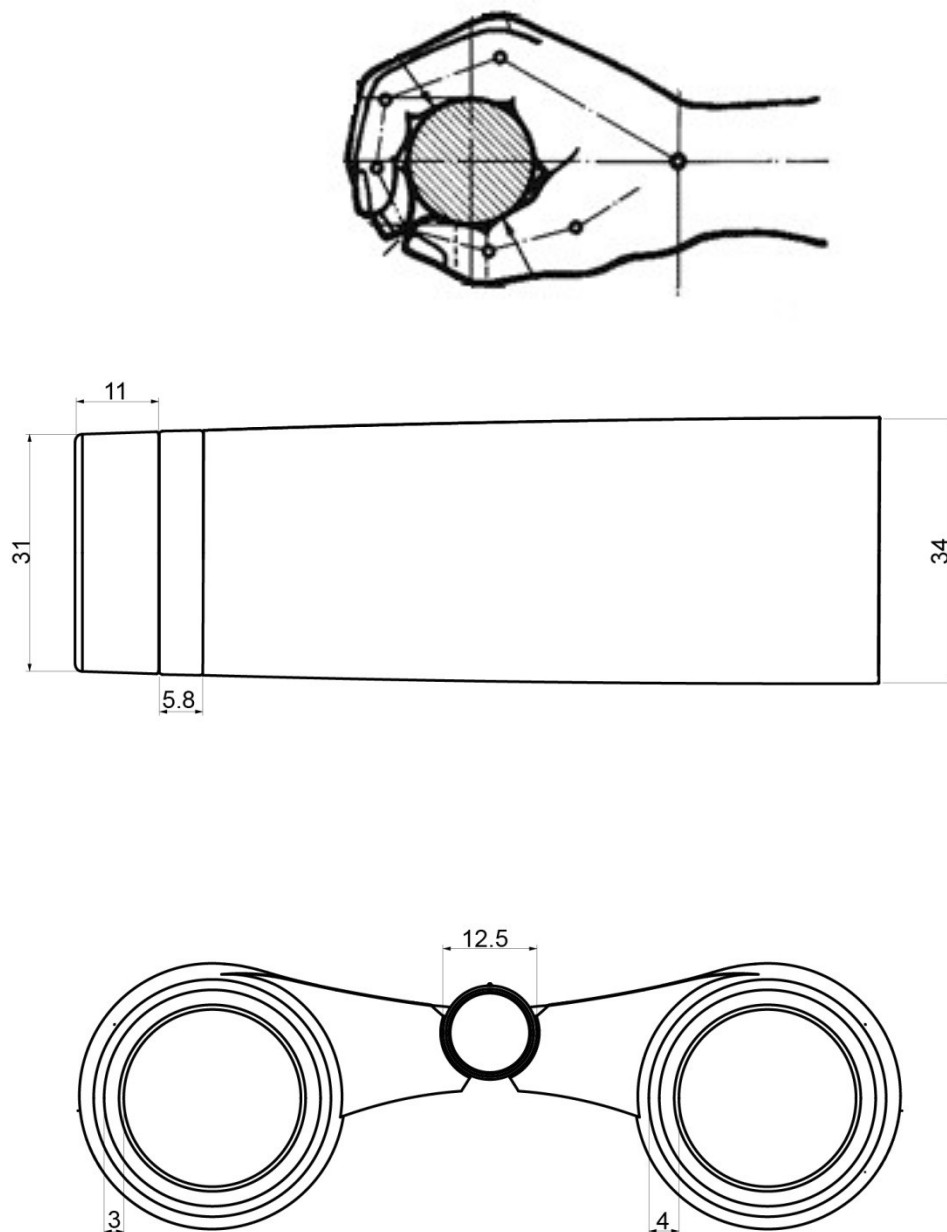
Obr. 30. Dámská verze kukátka



Obr. 31. Dámská verze, pohled shora

## 8 ERGONOMICKÁ STUDIE

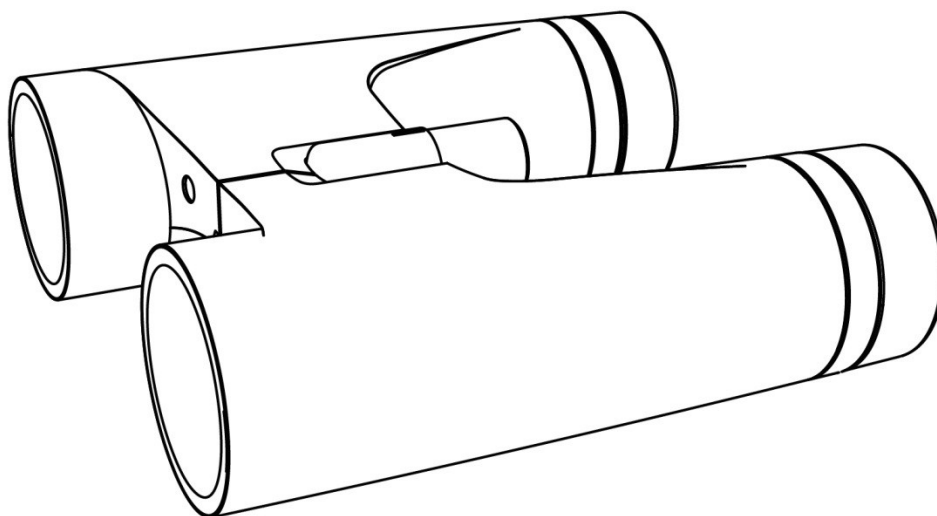
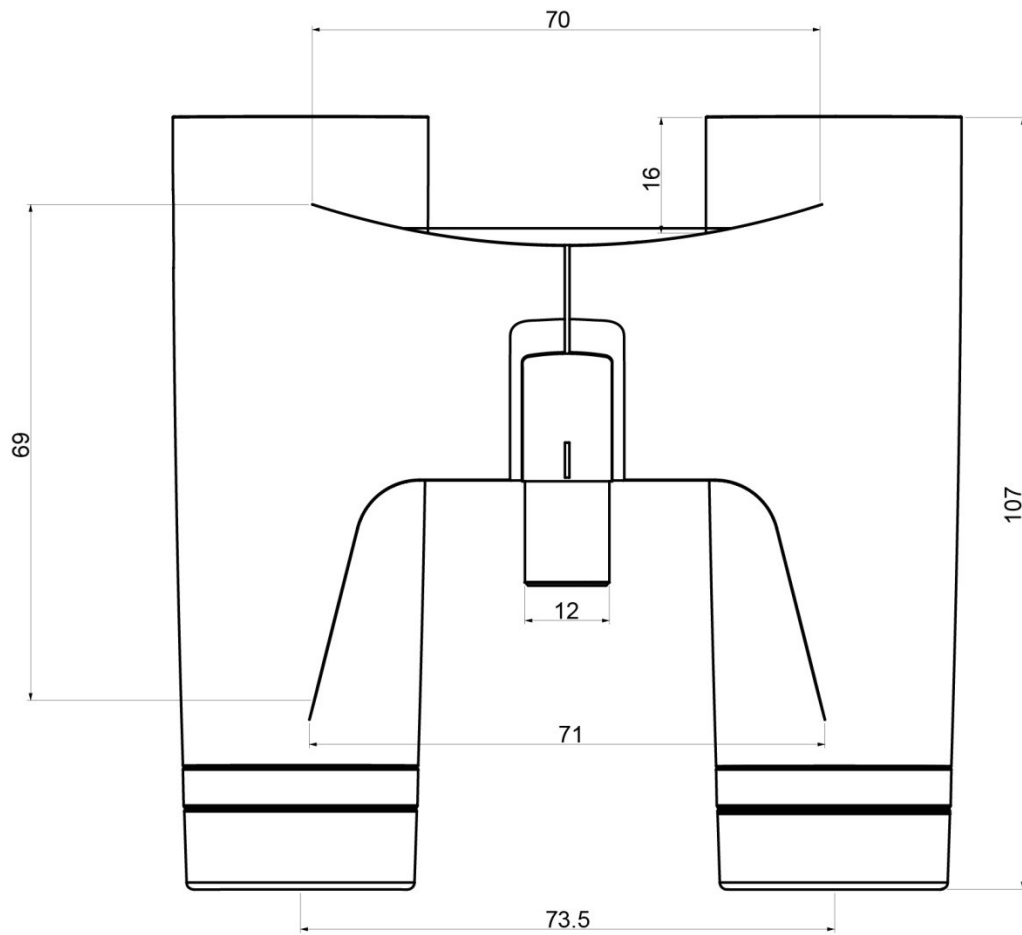
Ohledně ergonomie jsem se v případě divadelního kukátka nemusel moc zajímat o tuto problematiku. Samozřejmě je nutné, aby zde při úchopu, držení nevadily žádné ostré hrany a podobně. Aby byl uživatel kukátka spokojený a neměl problémy s používáním, je však několik určitých kritérií, které musím jako designér dodržet.



Obr. 32. Ergonomie ruky

Nejedná se pouze o ergonomii ohledně tvarů. Jde zde také o barevné odlišení jednotlivých částí dalekohledu. Jedná se zde také o to, aby uživatel pochopil jednotlivé prvky a aby nebyly ve většině jen vzhledové, ale hlavně funkční.

Okulár je osazen pogumovanou vytvarovanou očníci, aby nevadila žádnému oku a vyhovovala všem uživatelům. Očnice jsem si tiskl na 3D tiskárně a testoval je. Očnice je tvarována rotačně, s menším prohloubením a samozřejmě zaoblením bočních stran. Průměr jsem zvolil podle používaných očí na malých binokulárech.



Obr.33. Technická dokumentace



## ZÁVĚR

V závěru mé bakalářské práce bych chtěl napsat, jak jsem postupoval při navrhování a jak jsem dosáhl finálního designu. Téma divadelního kukátka bylo náročné, i když se to může zdát jednoduché, realita designérského postupu je složitá.

Jelikož jsem spolupracoval s firmou Meopta, tedy s designéry, zjistil jsem, jak to vypadá při vývoji výrobku, dalekohledu, od počátečních skic až po finální výrobu. Při postupu navrhování se ukazují problémy, které se často ani nedají očekávat. Od detailů až po konstrukční prvky. A s nimi musí designér počítat. V začátku jsem se snažil zjistit co nejvíce o divadelních kukátcích a samozřejmě o dalekohledech obecně, jak fungují, co je v nich vlastně ukryto a kdo je vymyslel. Dozvěděl jsem se informace, o kterých jsem předtím vůbec nevěděl. Jsem doslova nadšen z historie vývoje optických přístrojů, brýlí, dalekohledů celkově. Nejvíce mě však oslovily a nadchly dalekohledy vesmírné. Přišel jsem v průběhu práce také na to, že optika celkově lidstvu velice pomohla, jak v nových objevech, tak ke každodennímu užití.

V praktické části již pracuji na celkovém vzhledu divadelního kukátka, které by bylo vhodné především do divadla a splňovalo veškeré požadavky pro uživatele. Nejdříve jsem si však musel promyslet, jakým stylem, směrem se chci vydat. Bohužel jsem nemohl úplně dodržet tvarové prvky firmy Meopta. Ve finální části jsem dbal na to, aby kukátko splňovalo všechny divadelní požadavky. Mělo by působit elegantně, příjemně a mělo by být funkční. Svým designem kukátka jsem se snažil o získání přízně jak mužské tak ženské klientely.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] Virtual Department of Physical Sciences [online]. [cit. 08.05.2018].

Dostupné z: <http://vega.fjfi.cvut.cz/docs/sfbe/optika/node4.html>

[2] Historie brýlí a brýlových čoček. [online]. Copyright © 2012 Aleš Kopáč, DiS.,  
veškerá autorská práva vyhrazena [cit. 08.05.2018].

Dostupné z: <http://pan-optika.cz/historie-bryli-a-brylovych-cocek-1006/>

[3] Dalekohled – Wikipedie. [online]. [cit. 08.05.2018].

Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dalekohled>

[4] Hubbleův vesmírný dalekohled – Wikipedie. [online]. [cit. 08.05.2018].

Dostupné z:

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Hubble%20AFv\\_vesm%20ADrn%20BD\\_dalekohled](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hubble%20AFv_vesm%20ADrn%20BD_dalekohled)

[5] Vesmírný dalekohled Jamese Webba – Wikipedie. [online]. [cit. 08.05.2018].

Dostupné z:

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Vesm%20ADrn%20BD\\_dalekohled\\_Jamese\\_Webba](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vesm%20ADrn%20BD_dalekohled_Jamese_Webba)

[6] Dalekohledy – základní rozdělení [online]. [cit. 08.05.2018].

Dostupné z: <https://www.hvezdarna-fp.eu/news/dalekohledy-zakladni-rozdeleni/>

[7] Periskop – Wikipedie. [online]. [cit. 08.05.2018].

Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Periskop>

[8] Meopta Sports Optics | MeoStar B1 15x56 HD. Document Moved [online].

Copyright © Meopta [cit. 09.05.2018].

Dostupné z: <https://www.meoptasportsoptics.com/cz/produkt/meostar-b1-15x56-hd-1083/>

[9] Meopta Sports Optics | MeoPro HD 10x32. [online].

Copyright © Meopta [cit. 09.05.2018].

Dostupné z: <https://www.meoptasportsoptics.com/cz/produkt/meopro-hd-10x32-1048/>

[10] Meopta Sports Optics | MeoRange 10x42 HD-AB. [online].

Copyright © Meopta [cit. 09.05.2018].

Dostupné z: <https://www.meoptasportsoptics.com/cz/produkt/meorange-10x42-hd-ab-7890>

[11] Meopta Sports Optics | MeoSport 8x25. [online].

Copyright © Meopta [cit. 09.05.2018].

Dostupné z: <https://www.meoptasportsoptics.com/cz/produkt/meosport-8x25-988/>

[12] Dalekohledy - BINOKULÁR VIXEN #19172 SG 2.1x42 DIVADELNÍ KUKÁTKO.

Dalekohledy [online]. Copyright © 2011 Supra Praha, spol. s r.o. [cit. 09.05.2018].

Dostupné z: <http://www.supra-dalekohledy.cz/binokular-vixen-19172-sg-2.1x42-divadelni-kukatko-3-26646.html>

[13] Meopta – Wikipedie. [online]. [cit. 09.05.2018].

Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Meopta>

[14] KEPRT, Engelbert. Teorie optických přístrojů. 1. vydání Praha: SPN, 1965, 201s. Učební texty vysokých škol.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. První brýle zobrazeny umělcem

<http://www.luxottica.com/en/about-us/museo-dellottica/eyeglasses-timeline>

Obr. 2. kardinál Fernando Nino de Guevara, El Greco

<https://alchetron.com/Fernando-Ni%C3%B1o-de-Guevara>

Obr. 3. Kukátko, Galileův dalekohled

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Dalekohled>

Obr. 4. Keplerův dalekohled

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Dalekohled>

Obr. 5. Cassegrainův zrcadlový dalekohled

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Dalekohled>

Obr. 6. Newtonův zrcadlový dalekohled

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Dalekohled>

Obr. 7. Hubbleův vesmírný dalekohled

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Hubbleův\\_vesmírný\\_dalekohled](https://cs.wikipedia.org/wiki/Hubbleův_vesmírný_dalekohled)

Obr. 8. Webbův teleskop

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Vesmírný\\_dalekohled\\_Jamese\\_Webba](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vesmírný_dalekohled_Jamese_Webba)

Obr. 9. Triedr firmy ZEISS

<http://www.astro-forum.cz/viewtopic.php?t=10600&start=210>

Obr. 10. Průřez periskopem

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Periskop>

Obr. 11. Různé velikosti výstupní pupily dalekohledů

<http://www.birdwatcher.cz/jak-si-vybrat-dalekohled-vhodny-k-pozorovani-ptaku/>

Obr. 12. MeoStar B1 15x56 HD

<https://www.meoptasportsoptics.com/cz/produkt/meostar-b1-15x56-hd-1083/>

Obr. 13. MeoPro HD 8x42

<https://www.meoptasportsoptics.com/cz/produkt/meopro-hd-8x42-632/>

Obr. 14. MeoRange 10x42 HD-AB

<https://www.meoptasportsoptics.com/cz/produkt/meorange-10x42-hd-ab-7890/>

Obr. 16. VIXEN SG 2.1x42

<http://www.supra-dalekohledy.cz/binokular-vixen-19172-sg-2.1x42-divadelni-kukatko-3-26646.html>

Obr. 17. Nikon 6x15 M CF

<https://www.topoptika.cz/divadelni-kukatka/divadelni-kukatko-nikon-6x15-m-cf>

Obr. 18. Eschenbach vektor Pocket 6x18

<https://www.topoptika.cz/divadelni-kukatka/divadelni-kukatko/-dalekohled-eschenbach-vektor-pocket-6x18>

Obr. 19. LEICA ULTRAVID 8x32 HD

<https://www.fotoskoda.cz/leica-ultravid-8x32-hd-plus-edition-zagato/#/tab/description>

Obr. 20. LEICA ULTRAVID 10x25 Silverline

<https://www.fotoskoda.cz/leica-ultravid-10x25-silverline/>

Obrázky autora:

Obr. 21. Skica horní pohled

Obr. 22. Skica horní pohled 2

Obr. 23. První 3D model

Obr. 24. Druhý návrh

Obr. 25. Třetí návrh

Obr. 26. Pánská verze kukátka

Obr. 27. Vrchní pohled na divadelní kukátko

Obr. 28. Varianta 2, šedá barva

Obr. 29. Detail, kolečko ostření

Obr. 30 Dámská verze kukátka

Obr. 31 Dámská verze, pohled shora

Obr. 32 Ergonomie ruky

Obr. 33 Technická dokumentace

