

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

ÚSTAV NÁBYTKU, DESIGNU A BYDLENÍ

## **DŘEVĚNÉ BRÝLE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: „Dřevěné brýle“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

.....

podpis

### *Poděkování*

*V první řadě bych chtěl poděkovat panu Ing. Milanu Šimkovi, Ph.D. jakožto vedoucí práce za pomoc, přínosné rady a motivaci při zpracování mé bakalářské práce. Stejně tak bych rád poděkoval panu Bc. Ladislavovi Najmanovi za jeho nebývalou ochotu při spolupráci v podobě cenných rad, a především za poskytnutí strojů a materiálů použitých při výrobě prototypu brýlí. Dále děkuji celé rodině, své přítelkyni a všem svým blízkým za podporu během nesnadného studia.*

## **ABSTRAKT**

Jméno studenta: **Jan Černý**

Název práce: **Dřevěné brýle**

Výchozím úkolem bakalářské práce je návrh brýlí z dřevěného kompozitu a to včetně výroby reálného prototypu. Práce je rozdělena do dvou hlavních kategorií. Počáteční část se zaměřuje na teoretické hledisko, které se zabývá obecnou problematikou brýlí, jejich vznikem a historickým vývojem, současnou tvarovou a materiálovou typologií, a ergonomií. Praktická část práce je věnována samotnému procesu navrhování, včetně analýzy současného designu dřevěných brýlových obrub a podrobného popisu výroby prototypu. Práce je doplněna o průběžné fotografie z procesu výroby brýlí.

Klíčová slova: **brýle, design, dřevěná brýlová obruba, ohýbání, postup výroby, prototyp**

## **ABSTRACT**

Title of the work: **Wooden glasses**

Initial task of the thesis is the design of eyeglasses from a wood composite, including the production of physical prototypes. The work is divided into two main categories. The initial part focuses on the theoretical aspect that deals with general issues of glasses, their origins and historical development, current shape and material typologies, and ergonomics. The practical part is devoted to the design process, including analysis of contemporary design of wooden spectacle frames and detailed description of the production prototype. Work is completed of a continuous picture of the production process of eyeglasses.

Keywords: **bending, design, eyeglasses, manufacturing proces, prototype, wooden spectacle frame**

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1</b>	<b>Historický přehled</b> .....	<b>4</b>
<b>4.2</b>	<b>Brýlové obruby</b> .....	<b>6</b>
4.2.1	Základní součásti brýlových obrub .....	6
4.2.2	Materiálová typologie brýlových obrub .....	7
4.2.3	Konstrukční typologie brýlových obrub.....	10
<b>4.3</b>	<b>Ergonomie</b> .....	<b>12</b>
4.3.1	Anatomie a morfologie hlavy.....	12
4.3.2	Zatížení kůže a statika brýlí.....	12
4.3.3	Přizpůsobování brýlí.....	13
4.3.4	Obecné parametry brýlí.....	15
<b>4.4</b>	<b>Normy a hygiena</b> .....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>PROCES NAVRHOVÁNÍ</b> .....	<b>16</b>
<b>5.1</b>	<b>Design</b> .....	<b>16</b>
<b>5.2</b>	<b>Technologická a tvarová řešení dřevěných brýlí</b> .....	<b>16</b>
<b>5.3</b>	<b>Vlastní návrh designu a konstrukce dřevěných brýlových obrub</b> .....	<b>21</b>
5.3.1	Experimentální posudek možností ohýbání dřeva lamelováním .....	22
5.3.2	Tvarosloví.....	23
5.3.3	Konstrukce .....	26

<b>6</b>	<b>VÝROBA PROTOTYPU .....</b>	<b>32</b>
6.1	Formy pro tvarování dřeva lamelováním .....	32
6.2	Postup výroby dřevěných brýlí.....	33
6.2.1	Výroba brýlové středu .....	34
6.2.2	Výroba straníc .....	38
6.2.3	Povrchová úprava a montáž brýlové obruby.....	40
6.2.4	Vsazování korekčních čoček .....	41
<b>7</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE .....</b>	<b>49</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>50</b>
11.1	Zdroje přejatých obrázků .....	51
<b>12</b>	<b>SEZNAM VÝKRESŮ .....</b>	<b>52</b>

# 1 ÚVOD

Brýle jest prostředek sloužící ke korekci či ochraně zraku. To je dosaženo přesně definovaným usazením korekční případně ochranné čočky před oční bulvou. K zajištění té správné pozice na obličeji slouží tzv. brýlová obruba, v níž jsou čočky pevně fixovány, přičemž minimálně omezuje jejich majitele při používání. Avšak v současné době je právě k brýlové obrubě přisuzována další funkce, a sice funkce estetická respektive je užívána ve velké míře jako módní doplněk. Móda se stala ústředním hlediskem vývoje designu brýlí, který byl v průběhu minulého století postupně ovlivňován různými kulturami a styly. Tento trend přetrvává dodnes s tím rozdílem, že móda se mění s každým rokem, ba dokonce s každým ročním obdobím, čehož náležitě využívají výtvarníci a designéři. Dnes tak existuje nepřeborné množství tvarů, stylů, velikostí, vzorů, barev a materiálů brýlových obrub.

Kromě módnosti se tak lidé rozhodují i dle osobitějších aspektů, na jejímž základě lidé volí dané typy brýlí. Nejčastěji podle užité funkce brýlových obrub, dle svého vkusu, barvy vlasů či očí, tvaru obličeje, způsobu oblékání nebo třeba i sebevyjádření.

Nežádka jsou totiž brýle voleny podle toho, jaký bude mít vliv na vzhled a psychickou pohodu nositele, ale také podle působení na jeho okolí. Různé druhy brýlí totiž mohou mít i různé psychologické funkce. Na jedné straně mohou vzbuzovat autoritu, symbolizovat sociální postavení a na druhé pocit méněcennosti či ponížení, mohou navozovat chladné vzezření, nepřístupnost ale i podtrhovat smyslnost, vyzdvihovat intelekt, poutat pozornost nebo omezovat oční kontakt, stejně tak mohou vyvolávat sympatie i averzi. Brýle tedy vyvolávají rozmanité subjektivní i objektivní pocity a mohou měnit osobnost člověka jak zevně tak zevnitř, což je vlastnost, která je třeba brát na vědomí.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce je vlastní návrh inovativního konstrukčního řešení brýlových obrub z dřevěného kompozitu, které odpovídají nejen estetickým a ergonomickým požadavkům uživatele, ale musí také splňovat nároky z oblasti konstrukce, technologie výroby, bezpečnosti a hygieny. Samotnému návrhu proto předchází problematika brýlové techniky a neméně důležitá analýza současného designu brýlových obrub. Součástí práce je výroba prototypu navrhovaných brýlí, jenž poslouží k demonstraci jejich zpracování a funkce.



### 3 METODIKA PRÁCE

Počátek práce je věnován obecné problematice brýlí, jež zahrnuje jejich historický vývoj, současnou tvarovou a materiálovou typologii, ergonomii a normy. V historii je stručně popsán původ a postupný vývoj jednotlivých typů brýlí, které se v minulosti objevovaly. V návaznosti na to pak typy dnešní podoby brýlí, jejich materiálové ztvárnění a vlastnosti. Následuje ergonomie se zaměřením na statiku brýlí a jejich základních parametry, které úzce souvisí s morfologií a anatomií lidské hlavy, neméně pak s normativními a hygienickými požadavky.

Následující část práce pojednává o samotném procesu navrhování, který sestává z analýzy současného designu dřevěných brýlových obruč se zaměřením na konstrukci, technologii zpracování a rozmanitého tvarosloví; dále z vlastního postupného řešení cílové práce za pomoci získaných odborných vědomostí a konečně z její výsledné podoby. Podstatná část obvyklého skicování je zde nahrazena prostorovým modelováním v 3D programu za účelem vytvoření tvaru brýlí autorovi tzv. na míru.

V praktické části je potom podrobně popsána výroba prototypu společně s výčtem a popisem vlastností použitých materiálů a technologií výroby. Celý postup výroby je zdokumentován v podobě přiložených fotografií pro názornou demonstraci použitých technologií k výrobě brýlí.

Na závěr je nabídnuta diskuze na daný návrh o jeho funkčnosti, uplatnění a estetičnosti.

## 4 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 4.1 Historický přehled

Již od pradávna lidstvo sužují oční vady, avšak jejich korekce se s úspěchem začínají setkávat až s počátkem našeho letopočtu. Okolo roku 500 let před Kristem se antičtí Řekové začali „zabývat optikou“, dokázali například s pomocí skleněné kuličky soustředit sluneční energii do jednoho bodu a rozdělát tak oheň. Ovšem o korekci zraku optickými prvky se neuvažuje, přestože klasická presbyopie je již známa. Kolem roku narození Páně římský spisovatel Seneca jako první popisuje jev, kdy se mu čtené písmo zvětšuje a rozjasňuje, pozoruje-li ho přes skleněnou kouli naplněnou vodou. Císař Nero zase s oblibou pozoroval gladiátorské souboje skrze zelený smaragd, avšak spíše za účelem filtrování slunečních paprsků [1][4][5].

Několik století poté, v letech 965 až 1038 arabský učenec Ibn Al-Haitham, známého též jako Alhazen pak přímo popisuje ve své knize „POKLAD OPTIKY“ zvětšující účinek plankonvexní čočky. Tedy rovině oddělené části skleněné koule. Tento objev se však dostává do praxe až ve 13. století, kdy se rozšířil v podobě tzv. „čtecích kamenů“. Později 13. století vydává knihu „OPUS MAJUS“ i oxfordský františkánský mnich Roger Bacon, v níž poskytuje vědecký důkaz o tom, že specificky vybroušená čočka může zvětšovat malá písmena [1][4][5].

Téhož století vznikají tzv. „nýtované brýle“. Jedná se o dva čtecí kameny v objímkách, které jsou spojeny nýtem. Později byl nýt nahrazen nosníkem, který je na nose značně pohodlnější. První prototypy těchto brýlí jsou zhotoveny ze dřeva, rohoviny nebo kůže. Dále se používá slonovina, želvovina, ale i železo, bronz, stříbro a zlato. Brýle tedy byly na světě, avšak problém jak je udržet na obličeji, se řešil dalších téměř 350 let. Zprvu se přidržovaly v ruce, nebo je různými způsoby připevňovaly k pokrývce hlavy. V Číně potom přišli s nápadem přivazovat brýle kolem hlavy nebo za ušima hedvábnými stužkami. Tento způsob byl nadále zdokonalen přidáním kovového nebo keramického závaží na konce stužek, což umožňovalo brýle držet na obličeji bez zavazování. Začátkem 18. století vznikly tzv. „nůžkové brýle“. Jednalo se v podstatě o stejnou konstrukci jako v případě nýtovaných brýlí, s tím rozdílem, že se nůžkové brýle přidržovaly odspodu pod bradou. Toto řešení nebylo ovšem příliš praktické a tak se objevily „lorňony“. Ty byly

vybaveny bočním držátkem na očnici a tím se uvolnil prostor před ústy. Zároveň držátko mohlo sloužit jako ochranné pouzdro brýlí. Koncem 18. století se dostávají do módy tzv. „monokly“, které byly výsadou německých a anglických pánů, ve Francii dávali přednost tzv. „cvikrům“ neboli skřipcům. Zatímco monokl se vyznačoval jedinou čočkou přidržovanou na obličejí pomocí svalů kolem oka, cvikr byl vybaven pružným nosníkem, který spojoval obě očnice, čímž „sám“ držel na nose. Jeho výhoda spočívala v tom, že se mohl rychle ve společnosti sundat a schovat, protože ve Francii bylo používání očních pomůcek degradací důstojnosti. Naopak kupříkladu ve Španělsku byly brýle symbolem vysokého postavení [1][3][4].

Stranice podobné dnešním byly objeveny až koncem 18. století londýnským optikem Edwardem Scarletttem. Tyto brýle byly také jako první opatřeny stěžejkou – kloubovým spojením mezi brýlovým středem a stranicemi. Kvůli stabilitě na hlavě byly později stranice vylepšeny a dostaly tak pevnou, rozšiřující se plochu koncovek. V tomto vývojovém stádiu brýlí již není zapotřebí ke korekci zraku používání rukou a brýle se začínají masivně šířit po Evropě. Objevují se tak nové úskalí a tím je jejich materiálové složení. Kovové části brýlí, které jsou ve styku s pokožkou, způsobují alergické reakce a rovněž díky jejich vodivosti jsou zvláště v zimním období nepříjemně chladné. Počátkem 20. století je řeší tzv. „Windsorky“, u kterých je nosník vybaven sedly z umělé hmoty [1][3][4].

Po II. světové válce se s dalším rozvojem vědy a techniky zvyšují i nároky na kvalitu korekce zraku, s čímž se rychle mění i ztvárnění brýlí. Nyní brýle nejsou jenom nezbytnou pomůckou pro lepší vidění, ale povyšují na módní doplněk. Vznikají i sluneční brýle a navrhují se další nové tvary a materiály, které se svoji různou kombinací přizpůsobí každému jednotlivci [1][5].

## 4.2 Brýlové obruby

Ottův slovník z roku 1891 slovo „brejle“ definuje takto:

*„Brejle (brýle), též okuláry, přístroj k tomu zřízený, by směr paprsků do oka vnikajících změnil a tak vidění zlepšil, aby je částečně nebo docela zadržel neb jakost jejich změnil, anebo konečně aby oko chránil před cizími tělesy, horkem a jinými škodlivostmi.“*

### 4.2.1 Základní součásti brýlových obrub

Brýlové obruby slouží především k umístění a upevnění korekčních skel před očima uživatele. Skládají se z **brýlového středu** a dvou **stranic**, ty jsou k brýlovému středu připevněny kloubovým spojením neboli **stěžejkami**. Brýlový střed je tvořen dvěma **očnicemi**, které jsou spojeny **nosníkem**, též tzv. můstkem. Nosník na obrubách z plastových nebo přírodních materiálů bývá anatomicky tvarován dle nosního kořene. U kovových obrub se využívá pohyblivých **sedélek**, která lze individuálně nastavovat. Očnice jsou ve vnitřním obvodu opatřeny drážkou pro fazetu čočky. Stranici dále rozlišujeme na tělo stranice a **koncovku** obíhající ušní boltec. Pro vizuální ilustraci viz obr. 1. [1][11].



Obrázek 1 - Hlavní součásti brýlí

#### 4.2.2 Materiálová typologie brýlových obrub

V současné době jsou na brýlové obruby kladeny čím dál větší nároky a je tedy nasnadě tyto nároky naplňovat. Obecně by měl ideální materiál na výrobu brýlových obrub mít následující vlastnosti: přiměřenou tvrdost a houževnatost, pružnost, tvarovatelnost za tepla, tvarovou stálost, dobrou obrobitelnost, možnost estetických a barevných úprav, odolnost proti chemickým vlivům a jeho degradaci, nízkou hmotnost, nesmí vyvolávat alergické reakce a měl by umožňovat při výrobě obrub hospodárné výrobní technologie. Ovšem materiál, který by splňoval všechny uvedené vlastnosti, prakticky neexistuje a tak je zapotřebí z některých požadavků ustoupit a volit vhodný materiál či materiálové kombinace dle stanovených cílových hledisek. Základní rozlišení je na **materiály přírodní, plastové a kovové** [2].

##### Přírodní materiály

Už ve 13. století se na výrobu prvních brýlí používaly přírodní materiály. Postupem času je začaly nahrazovat materiály kovové a ty zase později nahradila výroba plastových obrub. Současný trend opět vrací přírodní materiály na trh, přestože bývají zpracovávány ručně a jsou tedy značně nákladnou záležitostí. Jedná se především o **dřevo**, které je nejrozšířenějším a nejstarším přírodním materiálem. Setkat se můžeme i dnes s **rohovinou** z dlouhorohého skotu, avšak ze **slonoviny** či **želvoviny** se nové brýle již nevyrábějí a to důvodu, že používání těchto surovin za účelem jakékoli výroby je omezeno zákonem o ochraně zvířat. Nespornou výhodou naturálních materiálů je jejich okamžitá přizpůsobivost k teplotě pokožky a přirozené hypoalergenní vlastnosti [1][2][6].

Pro výrobu brýlových obrub se používá převážně tvrdé ušlechtilé dřevo, jako je např. ořech, dub či tropické dřeva jako eben, nebo růžové dřevo, které brýlím dodávají přirozenou a především originální krásu neopakovatelných textur a barev. Objevují se obruby i z vrstvené překližky, která se vyrábí slepením a slisováním dých. V takovém případě je potřeba brát v potaz i nezávadnost lepidla, které může dráždit pokožku. Obecně ale dřevo neobsahuje žádné alergeny, pouze některých dřev, jako dub nebo olše mohou způsobit zbarvení kůže v místě dotyku s pokožkou, tomu se ovšem předchází povrchovou úpravou. Hypoalergenní vlastnosti společně s tvrdostí a nízkou hmotností

materiálu jsou značná pozitiva. Na druhou stranu se dřevo snadno deformuje v důsledku velké hydroskopičnosti, která je zhruba 10 – 15%. Dřevo se také za běžných podmínek nedá tvarovat pro vložení zabroušené čočky do drážky v očníci. Musí být tedy opatřeny rozebíratelným spojem, nebo být řešeny tak, aby se čočky k očnicím přichytili jiným, netradičním způsobem, např. přišroubováním na jejich okraji [2][7][8].

### **Plastové materiály**

Mezi nejstarší plastové materiály, které byly v brýlové optice použity, se řadí nitrát celulózy neboli **celuloid** (CN). Jedná se o termoplastickou hmotu, která vzniká umělým upravováním přírodního materiálu - celulózy. Používal se jako imitace naturálních materiálů např. rohoviny, slonoviny, želvoviny či perleti [2].

Postupem času však byla výroba obrub z celuloиду zastavena kvůli jeho vysoké hořlavosti a začal jej nahrazovat **acetát celulózy** (AC). Zatímco s celuloidem se dnes již prakticky nesetkáme, acetát je i po více jak 80 - ti letech nejpoužívanějším termoplastem ve výrobě brýlových obrub. Základní surovinou pro jeho výrobu je opět celulóza, na kterou se působí kyselinou octovou za přítomnosti kyseliny sírové. V čisté formě, tedy bez přidaných plniv a barviv je acetát bezbarvá, průhledná hmota. Mechanické vlastnosti obrub z toho materiálu jsou podstatně ovlivněny způsobem jeho výroby. Ten je uskutečňován třemi možnými variantami – blokový, vytlačovaný a granulovaný. Výroba blokového deskového acetátu prostřednictvím lisování několika jeho vrstev je energeticky náročná respektive drahá. To platí i jeho zpracování, které je zpravidla provedeno třískovým obráběním. Obruby z tohoto materiálu jsou velmi kvalitní, luxusní a jsou určeny spíše pro malosériovou výrobu. Deskový vytlačovaný acetát je zpracováván totožným způsobem, avšak jeho výchozí surovinou pro výrobu je granulát, který je roztaven a přes štěrbinovou trysku vytlačen do příslušného rozměru desky. Nejrychlejší a nejehospodárnějším způsobem výroby brýlových obrub je pak tlakovým vstřikováním roztaveného acetátového granulátu do forem. Ovšem při tomto způsobu výroby je nutno do granulátu přidat vysoký podíl změkčovadel, který může být až 30 %. Což značně ubírá na kvalitě zhotovených obrub, navíc tyto aditiva mohou způsobovat alergické reakce při styku s citlivou pokožkou [2].

Kromě těchto dvou popsaných materiálů se můžeme setkat i s jinými. Toho je příkladem **Aceto-propionát celulózy (CP)**, **aceto-butyrát celulózy (CAB)**, **polymetylmetakrylát (PMMA)**, **polyamid (PA)**, **Optyl** – epoxidová pryskyřice (EP), **akrylonitril-butadien-styren (ABS)** nebo **polykarbonát (PC)** a jiné[2][9].

Všechny vyjmenované hmoty jsou vesměs termoplastické, jsou tedy tvárné při zvýšené teplotě a lze tak do obrub z těchto materiálů čočky vsadit. Za výjimku pak lze považovat velmi pružný polyamid, do kterého se čočky vsazují při pokojové teplotě [2].

### **Kovové materiály**

Kovové materiály jako železo, měď, nikl, stříbro a zlato se pro výrobu obrub používaly prakticky od jejich vynálezu. Tyto kovy se postupem času začaly slévat nebo vrstvit na sebe aby se zdokonalily jejich požadované vlastnosti a tím se více přiblížily ideálnímu materiálu, který by měl v případě kovů být mj. lešitelný, snadno pájitelný či svařitelný, měl by umožňovat jeho strojní tváření, spolehlivé galvanické pokovování a přizpůsobování brýlových obrub.

V současnosti je stále nejpoužívanější kovovým materiálem tzv. **nové stříbro**, což je slitina mědi, niklu a zinku. Za honbou odolnosti materiálu proti korozi se ve slitinách objevuje vysoké množství niklu, který ovšem způsobuje alergické reakce. Proto je snahou tento materiál vhodně nahradit např. **legovanou ocelí**, **Geniem** či stále populárnějším **titanem** a jeho slitinami. Mezi další používané materiály můžeme zařadit hliník (Al), hořčík (Mg) či beryllium (Be).

Kovové materiály se pro výrobu brýlových obrub povrchově upravují, z důvodů nejen estetických, ale zvýší se i jejich odolnost vůči chemickým vlivům nebo se tak předchází právě styku pokožky s jádrovou slitinou obsahující nikl. Povrchové úpravy se uskutečňují mechanickým nanášením vrstev kovu, elektrolytickým pokovováním, lakováním nebo vytvářením plastových povlaků.

Vzhledově jsou brýlové obruby z kovů subtilnější a méně nápadné než brýle z plastových nebo přírodních materiálů [2][6][9].

#### 4.2.3 Konstrukční typologie brýlových obrub

Brýle, resp. brýlové obruby z dřívější i současné produkční nabídky lze rozdělit do tří základních skupin:

- brýlové obruby s očnicemi
- poloobrubby
- obruby bez očnic

Stále nejoblíbenějším a nejrozšířenějším typem jsou **obrubby s očnicemi** (Obr. 2). Jejich hlavní výhodou spočívá v tom, že korekčním čočkám poskytují ochranu po celém jejich obvodu, zároveň jsou kompaktní, stabilní a pevné. Jsou také jediným typem obrub, do kterého lze vsazovat minerální brýlová skla. Naopak jako negativum lze označit jejich zvýšenou nápadnost, ohraničení zorného pole a také vyšší hmotnost v závislosti na použitém materiálu. Což lidem s hypersenzibilní kůží může značně snižovat komfort při jejich nošení.



Obrázek 2 - Obrubby s očnicemi

Nevýhody spojené s celorámovými obrubami částečně eliminují **poloobrubby** brýle (Obr. 3). U tohoto typu konstrukce totiž zpravidla není očnice kompletní a tak chybějící oblast brýlového středu nahrazuje silonové vlákno, které stabilně upevňuje čočku v očnici. Z toho důvodu musí být v čočce vybroušena tzv. kombinovaná fazeta, kdy v části procházejícího silonového vlákna je drážka a ve zbytku obvodu korekčního skla je střeovitá fazeta. Čočky mohou být uchyceny i jiným netradičním způsobem, např. pomocí upevňovacích háčků na obrubě, které drží čočku pomocí vyfrézovaných drážek



na jejich okraji nebo je čočka provrtána a fixovaná k brýlovému středu šrouby či vázáním. Nevýhody této konstrukce je tedy složitější zábrus čoček a jejich obnažení v místě chybějící očnice.



*Obrázek 3 - Poloobrubové brýle*

Snaha o zneviditelnění brýlí na obličeji dala vzniknout extrémnímu konstrukčnímu řešení - bezobrubovým brýlím, tzv. vrtaným. V tomto případě korekční sklo zcela nahrazuje očnice a slouží jako základna pro uchycení nosíkové části a straníc, které jsou upevněny k čočkám šroubky. Fazeta korekčních čoček je pak plochého charakteru. **Obruby bez očnic** (Obr. 4) tedy trpí sníženou mechanickou odolností proti poškození a jsou také nejnáročnější na zpracování.

Speciální skupinu tvoří tzv. poloviční obruby neboli čtecí brýle. Ty se vyznačují absencí horní částí očnice, aby umožňovaly volný pohled nad brýlemi do dálky. Mají také delší stranice pro jejich nižší posazení na nose [1][2][10][12].



*Obrázek 4 - Obruby bez očnic*

## 4.3 Ergonomie

Kromě estetického působení se tvary a rozměry brýlových obrub odvozují také ze záměru korekčního. Musí respektovat a korigovat se optickými hodnotami, které mají být uloženy před očima uživatele. Jde tedy o soulad estetického a korekčního tvarosloví, které svým optimálním vyvážením a následným přizpůsobením bude schopné uspokojit daného uživatele.

### 4.3.1 Anatomie a morfologie hlavy

Lebka, která je složena z několika dalších kostí, společně se svalovými, chrupavčitými, tukovými a kožními tkáněmi, určuje tvar a proporce hlavy. Čelní kost s tkáněmi tak například dotváří nadočnicový oblouk, který svými proporcemi ovlivňuje rozměry, tvar a posazení brýlového středu před okem. Tvar spánkové kosti a na ní uložené tkáně zodpovídají za šíři brýlového středu, úhel rozevření stranic, jejich délku a tvar koncovek. Zásadní vliv na typ a šířku nosníku ale i na tvar očnic má nosní kořen. Zvolením nevhodné šířky nosníku může například docházet ke zvýšenému zatěžování chrupavčitého švu, který spojuje podélné nosní kůstky. Za značně kritickou lze považovat i situaci, při které tlak brýlí zatěžuje chrupavčitou část nosu, například při sjíždění brýlí po nose. Nejenže může postupem času způsobit tzv. „nepravé sedlo“, kdy v tomto místě vzniká zčervenání a bolest, ale také může zmenšit průřez nosní dírky a tím ovlivnit dýchací funkce. V tomto případě se zabezpečuje stabilita brýlí vhodným přizpůsobením koncovek stranic, které dále musí respektovat průběh úponové hrany vnějšího ušního boltce a spánkové kosti. Samotná klínová kost pak nijak zásadní vliv na tvar obrub nemá, ovšem nad ní vedou nejdůležitější cévy, spánkové žíly, tepny a žvýkácí svaly. Proto je důležité, aby se v tomto místě minimalizoval přítlak stranic. Ty by se měly dotýkat kůže hlavy až ve výšce kořene vnějšího ušního boltce [1].

### 4.3.2 Zatížení kůže a statika brýlí

Za kritické body jsou považována místa hlavy, kde dochází k interakci mezi brýlovými obrubami a kůží. Zde může působit zvýšený tlak obruby a zatěžovat tak živé tkáně nebo v ní látky obsažené a zapříčinit alergické reakce organismu. Na druhou stranu i na brýlovou obrubu je působeno lidskými zplodinami jako je například pot, a ty mohou pro ni vytvářet degradující prostředí. Proto je snaha výrobců korekčních očních pomůcek

hledat takové materiálové kombinace, které by splňovaly podmínku nízké hmotnosti, odolnosti a inertnosti.

Jak už bylo zmíněno v předešlých kapitolách, brýle by měly primárně umožňovat dlouhodobou fixaci korekčních čoček na hlavě před očima v předepsané pozici. A to i po jejich opakovaném snímání a nasazování či skládání do pouzdra. Proto je důležité volit takové obruby, které svým typem a velikostí vytvoří určité předpětí, které umožní stabilní usazení na obličeji. Avšak míra snesitelnosti tlaku zase nesmí být překročena, neboť způsobuje značné zatížení kůže. Statistickým vyhodnocováním zátěžových situací bylo zjištěno, že pro člověka přijatelné působící síly na jednotkový povrch kůže se pohybuje mezi hodnotami 0,6 až 1 N/cm<sup>2</sup>. Přičemž síly odvozené z hmotnosti brýlí se rozkládají tak, že 90 % síly zatěžuje oblast nosního kořene a zbylých 10 % potom připadá na přítlak straníc.

Na tvar nosního kořene by se při navrhování brýlí měl také brát zřetel. Je třeba maximálně eliminovat důsledek síly, jakou brýlová obruba působí na kůži a proto je nutno ji rozkládat na co největší styčnou plochu. Nejvhodnější je z tohoto pohledu anatomický nosník, který disponuje zvýšenou styčnou plochou k nosu. Je schopen proto vyšší hmotnost brýlí rozložit na větší plochu kůže a tím zamezit nežádoucím reakcím jako je například trvalé zčervenání tkání v oblasti styku, jenž je způsobené zamezením příjmu kyslíku a vylučováním potu. Kromě kompletní hmotnosti brýlí, anatomických a úhlových parametrů nosního kořene, velikosti styčných ploch působících v oblasti nosního kořene a za ušima je neméně důležitý i věk člověka. S přibývajícím věkem se totiž elasticita a reprodukční schopnost kůže snižuje [1].

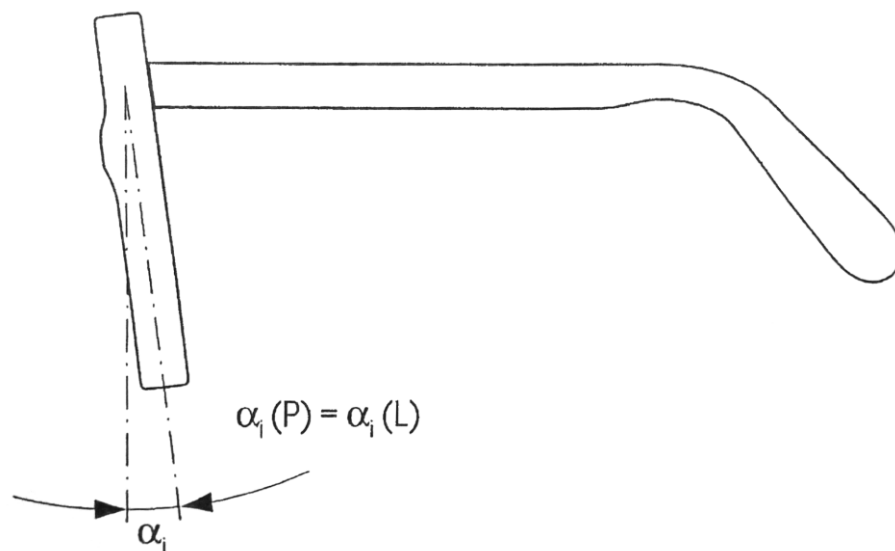
#### **4.3.3 Přizpůsobování brýlí**

Aby brýlové obruby, jakožto nosiči korekčních členů (čoček), zabezpečovaly optimální korekci, musí splňovat následující tři podmínky k problematice centrování čoček:

- polohu skutečného středu otáčení oka
- polohu vztažného bodu brýlové čočky
- přiměřenou velikost zorného pole

**Inklinace** neboli inklinací úhel je úhel  $\alpha_i$ , který svírá brýlový střed se stranicemi v bokorysném pohledu na brýlovou obrubu. Inklinace stranic závisí hned na několika faktorech - na způsobu držení těla daného člověka, jeho anatomických proporcí obličeje a užitném záměru korekčních pomůcek. V případě, že jsou brýle určeny pro korekci do blízka je, doporučeno inklinovat více a naopak. Inklinací úhel je dále ovlivňován vertikální pozicí uchycení stěžeček k brýlovému středu. Pokud se nachází v obvyklé horní třetině výšky, je inklinací úhel mezi  $75^\circ$  a  $85^\circ$ , pokud je ve střední výšce brýlového středu, inklinací úhle by se změnil na  $90^\circ$ . (Obr. 5)

**Prohýbání brýlového středu** by požadavky na respektování poloh skutečných středů otáčení očí i na polohy vztažných bodů brýlových čoček prakticky splňovalo, i kdyby bylo nulové. Dříve tomu opravdu tak bylo, ovšem s postupem let se začaly prosazovat větší brýlové obruby, což sice žádoucím způsobem zvětšilo korigované zorné pole, ale korekční čočky se tak vzdálily od oka, zejména v periferních částech čočky. Přistoupilo se proto k tzv. kladnému prohýbání brýlového středu, které přibližuje brýlové čočky k rohovce a zároveň korekčně vykryje periferní vizuální oblast [1].



Obrázek 5 - Inklinací úhel

#### 4.3.4 Obecné parametry brýlí

Bylo zjištěno, že kompletní brýlové obrub s hmotností nižší než 50 g jsou pro člověka přijatelné. Při hmotnosti 50 až 60 g byla zátěž hodnocena jako značná a při hmotnosti nad 60 g jako kritická. Úhel kladného prohnutí brýlového středu by se měl pohybovat v rozmezí 7° - 11°, v průměru tedy 9°. Základní úhel nosníku vyjadřující vertikální strmost nosního kořene je u mužů i žen v průměru 48°, u dětí je to pak 55°. Po rozevření stranic, které se v praxi pohybuje v rozmezí 5° až 10° od středové osy, by měly stranice být ve své podélném průběhu téměř rovné, jen lehce prohnuté směrem dovnitř, aby mohly kopírovat tvar hlavy. V pohledu z boku by stranice a koncovka měly spolu svírat úhel 130° a přechodová křivka odpovídat části kruhového oblouku s průměrem 30 až 40 mm. Koncovky by v pohledu shora měly od místa ohybu být přihnute směrem dovnitř zhruba o 10°. Po složení stranic by měly navzájem na sebe vodorovně dosedat a přitom by se jejich koncovky neměly dotýkat ploch korekčních čoček zevnitř [1].

#### 4.4 Normy a hygiena

Základní požadavky na brýlové obruby jsou stanoveny v normě ČSN EN ISO 12870: Oční optika – Brýlové obruby – Všeobecné požadavky na zkušební metody, 2015. Tato norma popisuje také zkoušky obrub pro fyziologickou snášenlivost použitého materiálu, rozměrovou stálost, odolnost vůči trvalé deformaci, mechanické zatěžování, chemickou odolnost, světelné záření a nehořlavost použitého materiálu. Pro výrobu brýlových obrub tedy nesmí být použit takový materiál, který by mohl nést rizika spojená s únikem škodlivých a zdraví nebezpečných látek, které mohou vyvolávat dráždění a alergické reakce při styku s uživatelem. Z bezpečnostního hlediska by i plochy, které přichází do styku s pokožkou uživatele, měly mít zaoblené hrany. U zátěžových mechanických zkoušek nesmí dojít k překročení stanovených limitů a brýlová konstrukce by neměla vykazovat žádné projevy deformace či poškození. To samé platí pro zkoušky chemické odolnosti a vůči záření. Dále norma doporučuje navrhovat a vyrábět minimálně dvě velikosti očnic jednoho modelu brýlových obrub, každá z nich pak minimálně dvě velikosti nosníku a stranice ve třech délkách s rozdílem 5 mm. Celková hmotnost obrub by neměla překračovat 32 g [2][12].

## **5 PROCES NAVRHOVÁNÍ**

### **5.1 Design**

Počáteční myšlenky a návrhy je vhodné diskutovat s ostatními lidmi. Jedině tak nastává možnost získat co nejvíce pohledů na danou problematiku a podnětů pro vývoj. Hledání inspirace je nepřetržitý proces, který od počátku daný projekt postupně formuluje až ke zdárnému finálnímu řešení. Zkušenosti jsou sice důležité, avšak není zapotřebí mít je přímo z oblasti navrhovaného výrobku. Inspiraci potřebnou k rozvinutí zdánlivě nesouvisejícího projektu může přinést i například procházka lesem či posezení v kavárně – designér by měl být připraven na náhodnou a nečekanou inspiraci. Proto je jeho schopnost pozorovat nezměrně důležitá. Nikoliv se jen dívat, ale skutečně pozorovat a vnímat [13].

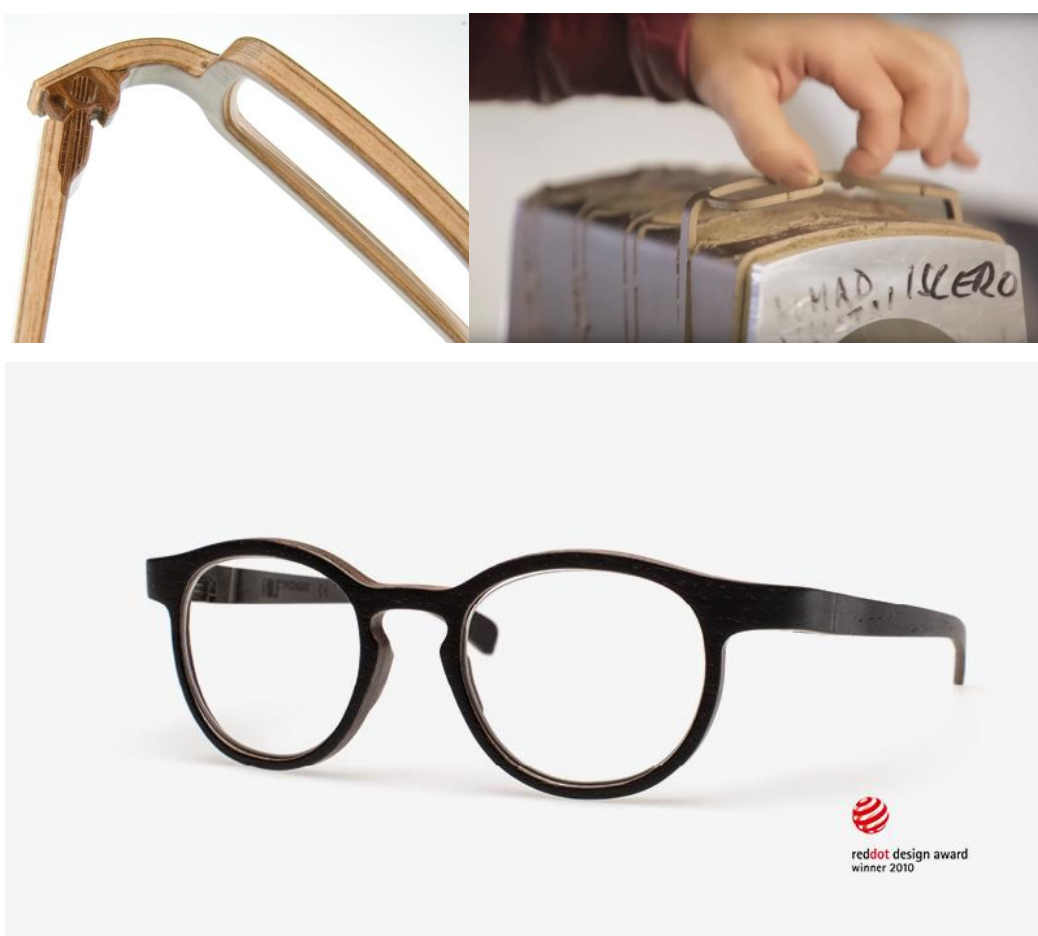
### **5.2 Technologická a tvarová rešerše dřevěných brýlí**

Přestože produkce dřevěných brýlových obrub ve světě je spíše sporadická, jejich obliba neustále roste. Důvodů jen hned několik, především jde o nevšední až luxusní záležitost, která je realizována více či méně rukodělnou výrobou. Mohou tak vznikat designové a prémiové produkty. Neméně důležitý je i fakt, že naturální materiál jako je dřevo uživatele nijak nedráždí a přirozeně se přizpůsobí teplu lidské pokožky.

Co výrobce, to specifický přístup ke zpracování a návrhům, to také přispívá k další rozmanitosti nabízených obrub. Avšak právě ze zvolené konstrukce a ze způsobu jejich výroby lze dedukovat jejich budoucí životnost a funkce. Proto je technologická rešerše jedna ze stěžejních procesů v průběhu navrhování.

## OLYMPIA

Jedná se o nejúspěšnější model rakouského rodinného podniku **ROFL**, který získal roku 2010 ocenění „Red Dot“ za vysokou kvalitu designu (Obr. 6). Brýlové obruby vyrábějí tvarováním vrstveného dřeva, ze kterého vyfrézují polotovar kompletní obruby. Ty se v místě budoucího kloubu rozdělí na brýlový střed a stranice, a vloží se mezi ně speciální stěžečky, které jsou rovněž dřevěné. Firma ROFL vyvinula i specializovaný zasklívací systém, který umožňuje vsazovat čočky do dřevěných brýlí bez pomoci rozebíratelného spoje v očnicích. Ovšem tento technologický postup specifického vsazování korekčních čoček je samozřejmě v autorském utajení.



Obrázek 6 - Brýle Olympia - ROFL

## HL25 WS 57-17

Jeden z široké palety modelů německé firmy **Herrlicht**. Ta vyrábí dřevěné obruby zcela specifickým způsobem oproti konkurenci a to tak, že tvarováním vrstveného dřeva vznikne spodní a horní část brýlového středu. Ty se v místě nosníku a na stranách

brýlového středu spojí přesně tvarovaným dřevěným dílem. Po předozadním vybroušení do příslušného konvexního tvaru se očnice po stranách horizontálně rozdělí, aby mohl vzniknout rozebíratelný spoj pro vkládání korekčních čoček. Spoj je fixován speciálním čepem ve tvaru X. Ten se stal jakýmsi poznávacím symbolem světoznámé firmy a jejich ručně vyráběných luxusních brýlových obrub. Stejně jako v předešlém případě si vyrábějí vlastní dřevěné stěžečky, jejich životnost je však diskutabilní (Obr. 7). Brýle Herrlicht jsou vskutku mistrovská díla a tak není divu, že ceny za jedny takové obruby začínají na \$1 500, tedy bezmála 40 000 Kč.



Obrázek 7 - Brýle HL25 WS 57-17 - Herrlicht

## HS 18

Poměrně mladá polská značka **Hilarius** používá k výrobě dřevěných brýlí totožný postup jako je tomu u předešlého modelu. Rozdíl však nastává ve fixování rozebíratelného spoje, který je v tomto případě konzervativně řešen šroubem. Stěžečka je stejně jako u většiny dřevěných brýlových obrub klasicky kovová (Obr. 8).



Obrázek 8 - Brýle HS 18 - Hilarius



## CANBY RX

Další ze způsobů jak přistupovat k výrobě dřevěných brýlí ukazuje americká firma **Shwood**, která využívá technologie laserového vyřezávání. Brýlový střed je zhotoven slepením několika vrstev přesně vyřezaných profilů z dýh. To probíhá ve formě, která svým tvarem určí prohnutí brýlového středu. Brýlové čočky se do brýlového středu vkládají již při lepení do středních vrstev a jsou tak zafixovány trvale bez možnosti výměny. Díky této laserové technologii je možno například na stranice vygravírovat prakticky jakýkoliv vzor, ať už se jedná o originální nápis či grafické ztvárnění (Obr. 9). Jejich ceny se pohybují v rozmezí €350 až €500, v přepočtu pak 9 500 – 13 500 Kč.



Obrázek 9 - Brýle Canby RX - Shwood

## BRUMLEY CLASSIC

**Brumley** – jedna z hrstky tuzemských výrobců dřevěných brýlí, pro které používají poměrně zajímavé technologické zpracování. Postup výroby bude zřejmě identický s postupem firmy Shwood, avšak Brumley přidává mezi vrstvy dýh plechovou výztuž, která je vsazována za vysokého tlaku. Díky tomu se nepříznivé vlastnosti dřeva, jako je bobtnání, sesychání či anizotropní charakter, podstatně eliminují. Zároveň je

možnost i minimalizace tloušťky brýlí. Jako další technologickou „vychytávku“ uvádějí na svých stránkách výztuhu straníc pomocí karbonových vláken, což zní nepopíratelně zajímavě, ovšem v praxi, kde jsou stranice zatěžovány převážně tlakem na ohyb, jsou mechanické vlastnosti tohoto kompozitu především závislé na použitém lepidle (Obr. 10). Cena takových brýlí vychází za cca 3 500 Kč.



Obrázek 10 - Brýle Brunley classic - Brunley

## NUTTY SHADES

Česká značka **Woodfarer**, která ručně vyrábí brýlové obruby z bambusu a masivního dřeva (Obr. 11). Dřeva používají převážně exotická jako je například Zebrawood nebo Ořechovec pro jejich inertní mechanické a fyzikální vlastnosti. Přesto mohutnost brýlového středu je značná a jejich životnost může být omezena. Nemalé pozitivum však oproti předešlým výrobcům je v tom, že se pro výrobu brýlí nepoužívají žádná lepidla, která by eventuálně mohla způsobovat alergické reakce. Hodnota těchto brýlí je stanovena okolo 1 600 Kč.



Obrázek 11 - Brýle Nutty Shades - Woodfarer

### 5.3 Vlastní návrh designu a konstrukce dřevěných brýlových obrub

Z několikaleté zkušenosti s navrhováním a vytvářením nějakého tvarového konceptu dospívám k názoru, že nejefektivnějším postupem k dopracování se zdárných výsledkům dochází ve chvíli, kdy navrhuji danou záležitost sám pro sebe. Jinak tomu nebylo ani v případě zpracovávání tohoto tématu. Brýle jsou totiž součástí mého života už od dětství, zprvu jsem je odmítal nosit, protože brýle v té době byly považovány za určitý estetický handicap. V současnosti nosím brýle permanentně, nejen kvůli mé zvýšené krátkozrakosti společně s astigmatismem, ale také proto, že v jisté míře dotvářejí moji identitu. Stávám se tak vhodným kandidátem pro experimentální navrhování nového tvaru brýlí tzv. na míru.

Samotnému toku myšlenek a skicování prvních tvarů předcházela teoretická část práce, tedy problematika dioptrických brýlí, jejich ergonomie a vlastnosti používaných materiálů. Stejně tak byla pro inspiraci důležitá obrázková rešerše, ve které je možnost zachytit současné trendy v tvarech a především v konstrukci. U dřevěných brýlí je právě konstrukce jedním ze stěžejních bodů, dle kterého by se měl designér při navrhování řídit. Brýlové obruby mají obecně velmi subtilní konstrukci a se dřevem je v takovém případě hodno pracovat co nejbezpečněji neb skýtá řadu nepříznivých vlastností. Z rešerše vyplývá, že dřevěné brýlové obruby se prakticky vyrábějí pouze jako celoobrubby neboli obrubby s plnými očnicemi. Nejpoužívanějším materiálem je tvarovaná překližka skládající se z různých druhů dřev – převážně z důvodu estetického. Co se tvaru brýlového středu týče, daly by se rozdělit do dvou základních skupin a to na obdélníkové a kruhové. Tyto tvarové typy se v zásadě věrně opakují a rozdíl vzniká pouze v detailech. A ač se to jeví jako nevýznamné, je to právě detail, který ovlivňuje konečný vizuál kompletních brýlí a proto by měl kladen důraz právě na jejich inovaci – tak vzniká originál.

V tomto bodě už se mi v mysli rodil koncept jakožto kýžený cíl a pomalu si rozvrhoval další postupy navrhování. Protože jedním z výsledků této práce má být zhotovený prototyp brýlí, měla by být určena i technologie, s jakou se bude navržený koncept realizovat. Už nyní se tedy dělají první kompromisy mezi požadovaným ztvárněním brýlí a jejich výrobou. Tvarování dřeva lamelováním byla poměrně snadná volba, neboť dílce vyrobené lamelováním se vyznačují vyšší pevností a pružností než

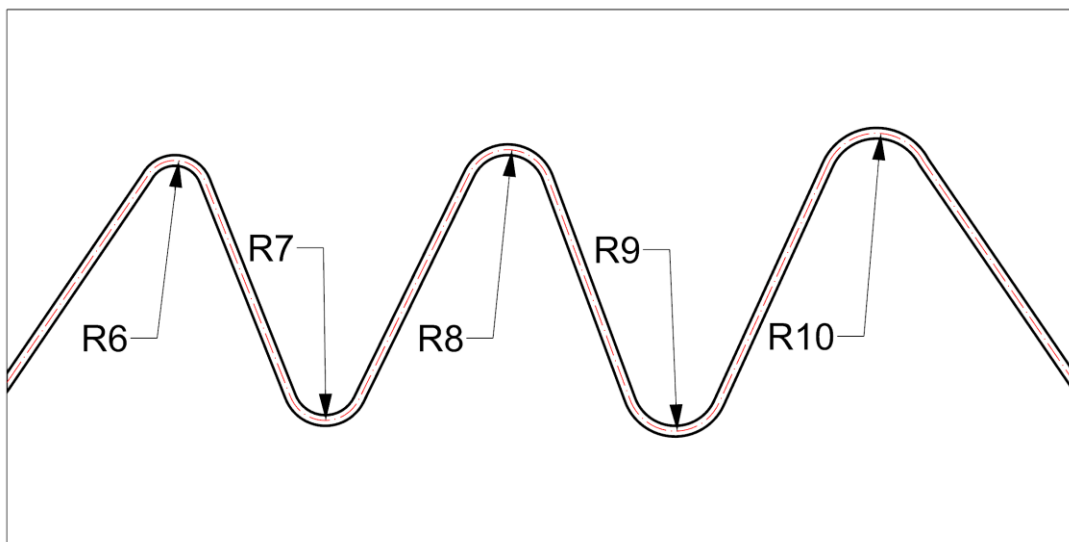
dílce vyrobené ohýbáním nebo strojním opracováním [14]. To umožňuje vytvářet značně subtilnější tvary, což je u brýlí více než žádoucí.

S touto technologií však souvisí i určitá omezení, které bylo zapotřebí v návrhu brát v potaz a respektovat jej. V přeneseném slova smyslu – technologie použitá pro výrobu přímo udává brýlím základní tvarosloví. U konceptu navrhovaných brýlových obrub je žádoucí, aby tento způsob výroby dovoľoval velmi malé poloměry ohybů. Bylo proto nutné před samotným navrhováním konkrétních tvarů experimentálně určit, jaké minimální rozměry ohybů ještě neponesou známky poškození a které už budou za hranicemi možností tvarovaného dřeva.

### **5.3.1 Experimentální posudek možností ohýbání dřeva lamelováním**

Postup prvotního experimentu byl následovný – v polovině překližované desky o rozměrech 200 x 100 x 18 mm byla narýsována křivka, jejíž pět oblouků dosahovalo různých poloměrů, konkrétně 6, 7, 8, 9 a 10 mm (Obr. 12). Pomocí přímočaré elektrické pily byla překližka po vytyčené trase rozdělena na tzv. matrici a patrici, čímž vznikla provizorní ohýbací forma pro tváření dřeva lamelováním. Přímocará pila také záměrně vytvořila mezi matricí a patricí prořez o tloušťce zhruba 2 mm, což je meziprostor, do kterého budou vkládány navrstvené dýhy ořešákového, bukového, jasanového, hruškového a třešňového dřeva o tloušťce 0,6 mm. Tedy dýhy dřevin, které by se eventuálně použily ke zhotovení prototypu brýlí. Jednotlivé dýhy bylo zapotřebí před lisováním nařezat na pásy o šíři přibližně 20 mm. Výsledný lamelový dílec by se měl v případě tohoto experimentu skládat ze čtyř dých. Následovalo nanesení a důkladného rozetření lepidla štětcem na jednu stranu každé dýhy za současného skládání vrstev na sebe. Takto lepený soubor se vložil do formy, zalisoval a nadále fixoval pomocí tlaku truhlářských svěrek. Celý proces byl nutně proveden ve velice krátké době, neboť dýhy použité PVAC lepidlo poměrně rychle vsály do sebe a lepidlo zasychalo velmi brzo. Což je u tohoto způsobu výroby, kdy se jednotlivé dýhy po sobě při lisování ve formě musejí pohybovat, nevhodné. Protože výroba probíhá takzvaně za studena, tedy že forma není žádným způsobem vyhřívána, fixace a klimatizace výlisku trvá minimálně 24 hodin [15]. Výsledky zkoušky jsou následující: Dřevěnou formu je třeba před vložením lepeného souboru opatřit vhodným separátorem, který oddělí výsledný lisovaný dílec od formy - při stlačení z dílce vytéká přebytečné lepidlo a to je neúmyslně slepuje.

Dostává se ale i důležitějších informací, a sice posudek o použitelnosti různých rádiů ohybů. Výlisek z bukového dřeva byl ochoten bez větších problémů snést jakýkoli ohyb. Podobného výsledku bylo dosaženo i v případě ořešákového dřeva, pouze u poloměru 6 mm bylo znatelné tahové napětí na vrcholu ohybu, tento rádius je tedy považován za krajně kritický a ve výrobě je třeba takové ohyby eliminovat. Jasanové dřevo je v porovnání s přechozími dřevinami tvrdší a méně poddajné, což se také projevilo i na jeho možnostech ohybu. Tahové napětí a popraskání dřevních vláken bylo viditelné již při poloměru 7 mm, při 6 mm ohybu byl výlisek zcela přelomen. Nejhorších výsledků bylo dosaženo u relativně křehkého hruškového a třešňového dřeva, kde vznikl zlom v ohybu již při poloměru 8 mm.



Obrázek 12 - Profil formy pro ohýbání dřeva lamelováním

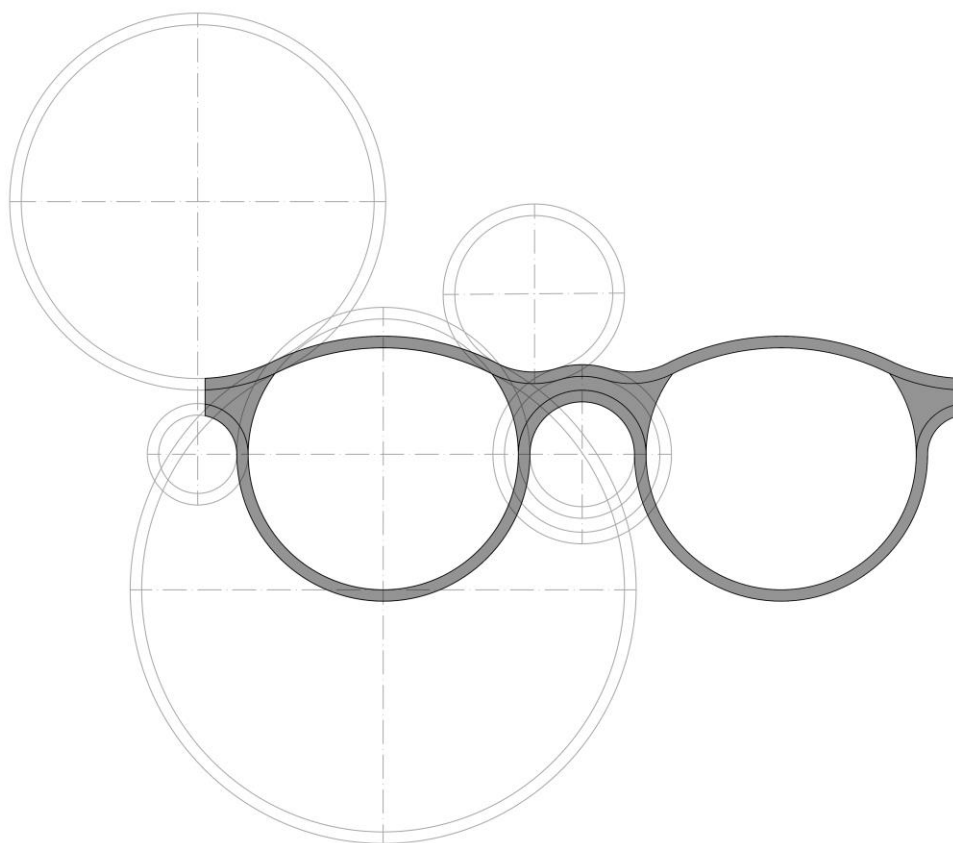
### 5.3.2 Tvarosloví

Nyní jsou maximální možnosti ohybů dřeva známy a je na čase hledat konkrétní tvary brýlových obrub, které by svým designem odpovídaly daným požadavkům. Kýžený vzhled je jednoznačný – držet se přísně geometrických zásad, eliminovat bezvýznamné křivky a zakomponovat kulaté očnice. Splnění těchto bodů zaručuje neatržený, výrazný a zároveň jemný design dřevěných brýlí, který by měl být u cílové skupiny žádoucí. Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole, brýle jsou experimentálně navrhovány na míru, tedy na obličej mé osoby (Obr. 13).



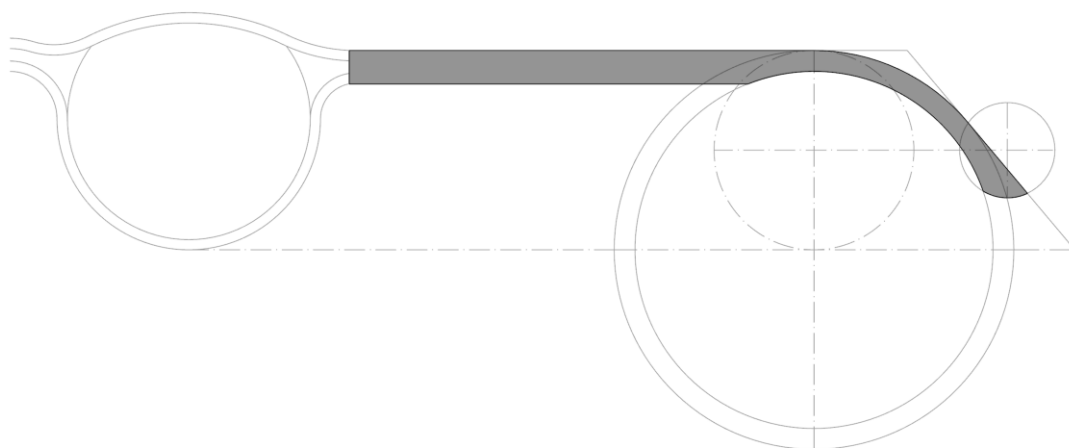
Obrázek 13 - Experimentální skica

Jednalo se o poněkud úsměvný proces, kdy jsem si na čelo přilepil bílý čtverec o rozměrech 10 x 10 mm, jako měřítko fotografického autoportrétu pořízeného z ánfasu. Díky tomu bylo možné navrhovat brýlové obruby přímo na obličeji v požadovaném měřítku 1:1. Fotografie byla upravena v grafickém programu Photoshop, aby se středy očí nacházely v jedné horizontální ose, následně byla vložena do 3D programu Rhinoceros. Zde byly na tváři modelovány požadované křivky, které odpovídají budoucímu brýlovému středu. Primární tvar tvořily dva kruhy jako očné uložení před očima a od těchto křivek se odvíjelo další geometrické tvarosloví brýlí na základě možností ohýbání dřeva a anatomických proporcí mého obličeje. Kruhové očné uložení jsou vhodné z toho důvodu, že při hledění skrze ně nebrání dobrému výhledu. Avšak v horní části zasahuje očné uložení příliš do nadočnicového oblouku, kde se může obruba zbytečně opírat o kůži uživatele a ani z estetického hlediska se takto řešený tvar očních uložení nejeví jako přijatelný. Byly proto redukovány a zkoseny obloukem kruhu většího průměru. Velikost a tvar nosníku zase určovalo omezení ohybu dřeva, geometrie kruhu a šíře nosního kořene. Takovýmto způsobem skicování bylo docíleno minimalistického výsledného designu brýlového středu. Celé tvarosloví konceptu je stanoveno navzájem na sebe navazujících kruzích, které mají svoji pevnou či odvozenou pozici a smysl (Obr. 14).



*Obrázek 14 - Design nárysu brýlového středu*

Stejný postup a zásady navrhování byly uplatněny i v případě stranice. Mohly tak vzniknout tvarem odpovídající brýlovému středu a vytvořit ucelené tvarosloví konceptu brýlových obrub (Obr. 15). Rozměry stranice byly určeny zásadami statiky brýlí.



*Obrázek 15 - Design bokorysu stranice*

### 5.3.3 Konstrukce

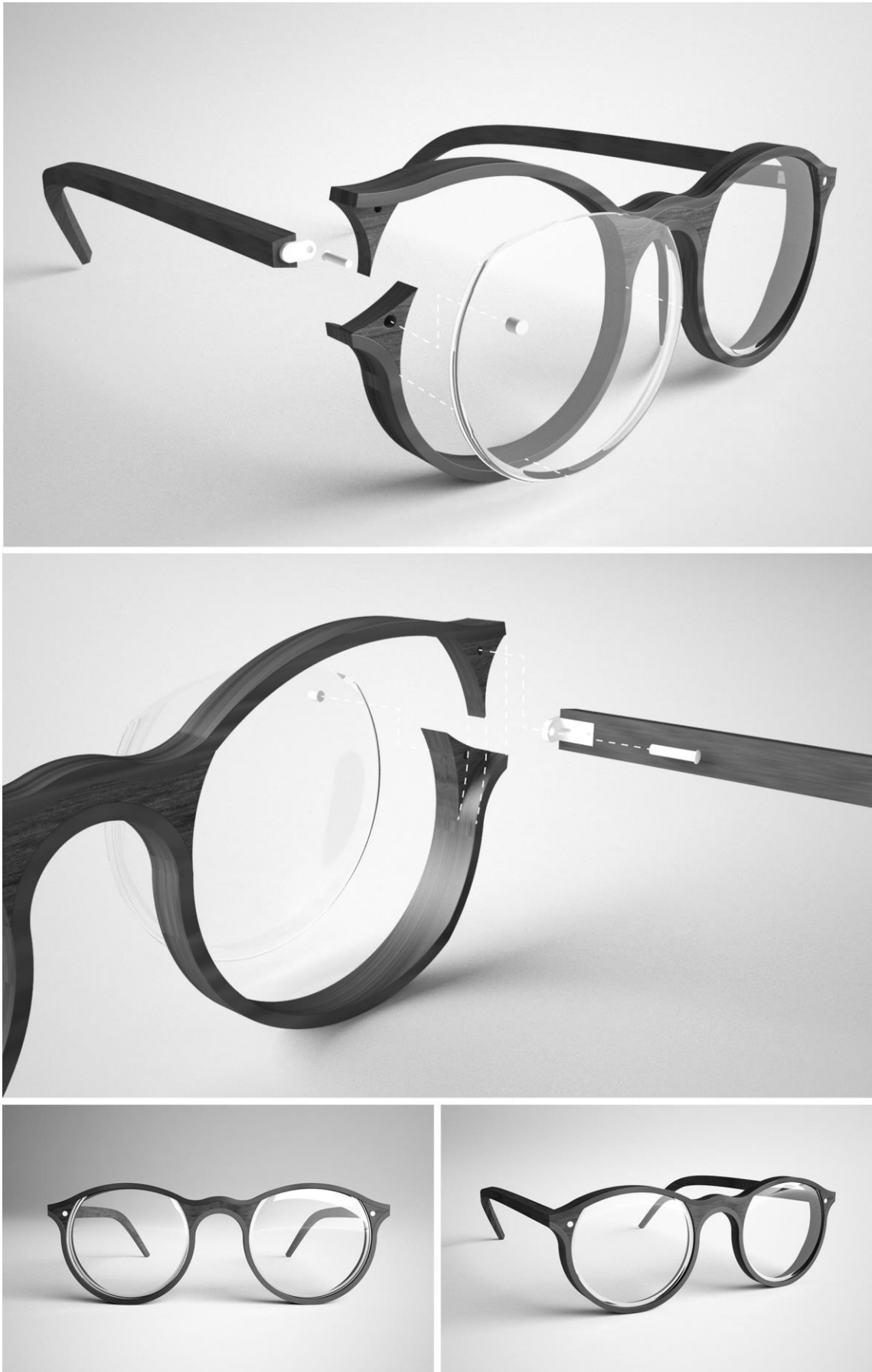
Z předešlého „skicování“ je zřejmé i to, jakým způsobem by mělo být tvarování dřeva u brýlového středu použito. Ten by se měl skládat z dvou dílů, zatímco horní výlisek kopíruje tvar nadočnicového oblouku a je součástí nosníku, spodní výlisek představuje část obrub obtékající tvar nosního kořene a dotváří obě očnice. Tento způsob výroby obrouček totiž zachovává maximální flexibilitu a pevnost v ohybu zpracovávaného dřeva. Zmíněné vlastnosti materiálu jsou pro brýle více než důležité. Například pro vsazování čoček do očnic či k obecné mechanické odolnosti. Díky skládání dvou dílů, které udávají výsledný tvar brýlového středu, se nabízí idea kombinování tvarů těchto dílů, čímž by vznikaly nové typy brýlí. Vzhledem k tomu, že na každý výlisek je zapotřebí specifická forma skládající se ze dvou částí, pro výrobu brýlí to znamená značný náklad. Mohlo by se jednat o jisté ekonomické a zároveň zajímavé řešení jak tyto náklady snížit. Ze dvou forem by se kombinací jednotlivých dílů daly vytvořit čtyři typy brýlových středů. Ilustraci možných variant poskytuje následující obrázek 16, kde červená představuje formu č. 1 a modrá formu č. 2, v pravé polovině náhledu je výsledný tvar kombinovaných brýlí.



Obrázek 16 - Varianty kombinace tvarovaných dílů



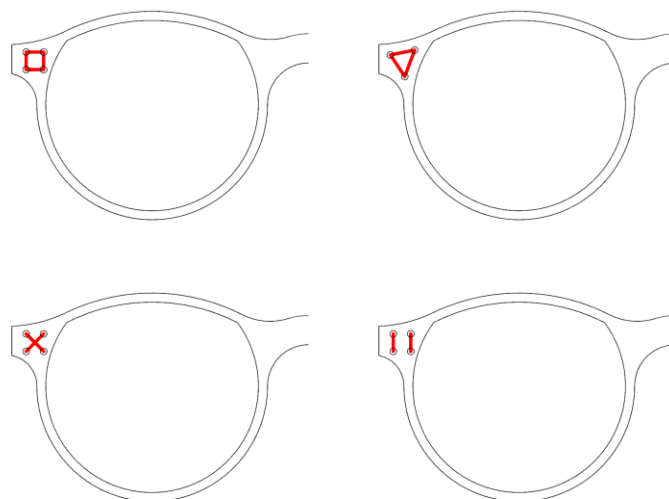
Avšak v této fázi stále není uspokojivě vyřešeno tvarově velmi náročné spojení mezi horním a spodním dílem, které je na obrázku 16 vyobrazeno světle hnědou barvou. Předpokládá se, že pro výrobu prototypu budou laserově vyřezány z příslušného dřeva, neboť se jedná o poměrně malé dílky s požadavkem naprosté přesnosti, které by dotvářely nosník a periferie brýlového středu. Avšak i tato varianta se zdá být ještě méně reálná, vezmeme-li v úvahu to, že by okrajové dílky měly být součástí rozebíratelného spoje. Ten je v případě dřevěných dioptrických brýlí takřka nutný z důvodu možnosti vkládání a vyměňování korekčních skel. Následovala proto tvorba 3D modelů (v programu Rhinoceros) a jejich vizualizace, aby se tento teoretický postup výroby potvrdil nebo vyvrátil. První varianta modelu si pohrávala s myšlenkou, že okrajové dílky budou vertikálně rozděleny a jejich rozebíratelný spoj bude spočívat v kombinaci s vrutem, který by současně připevňoval stěžečku k brýlovému středu (Obr. 17).



Obrázek 17 - Vizualizace 1.

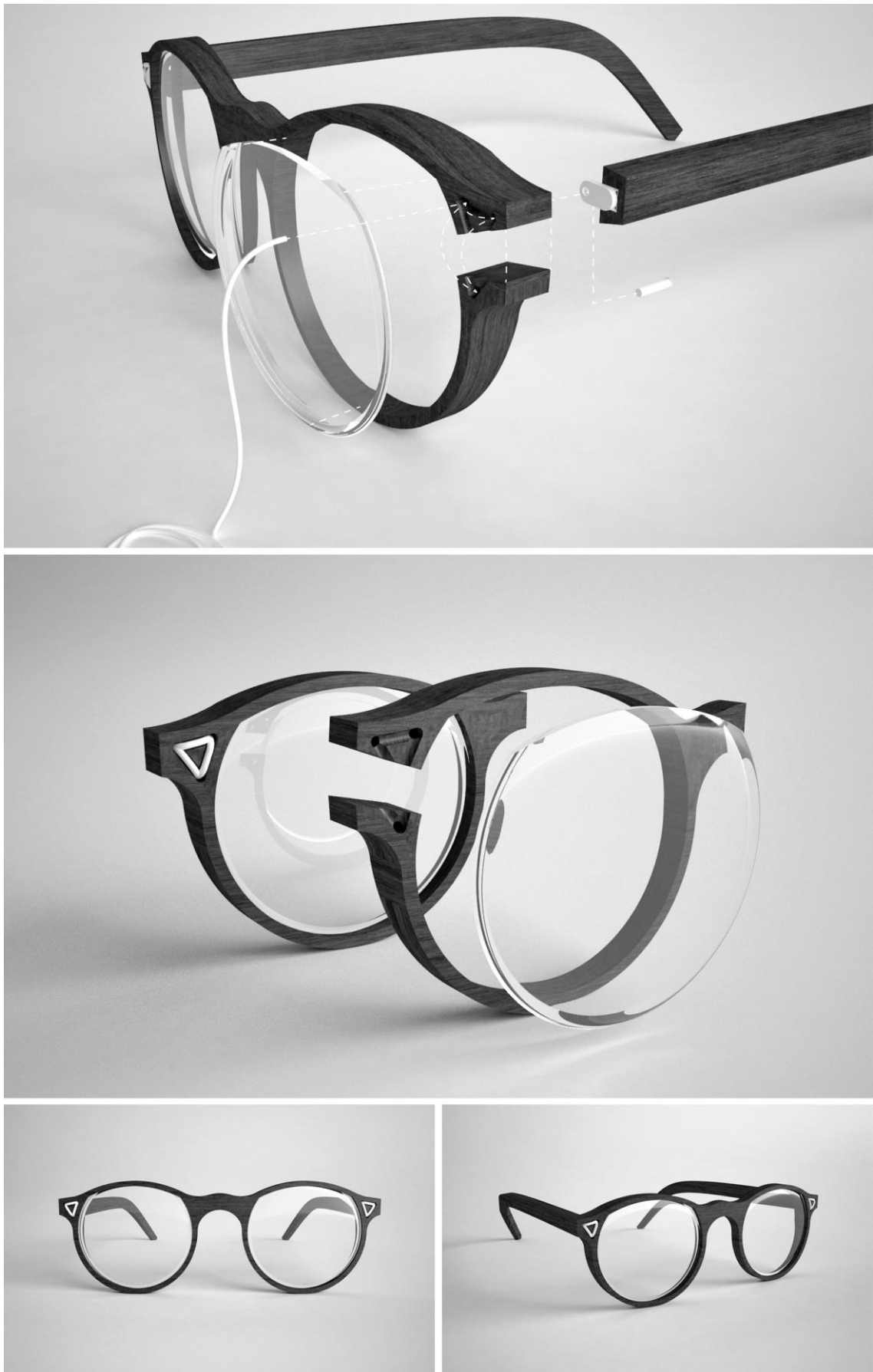
Z vizualizací je zřejmé, že takto navržený rozebíratelný spoj v praxi nebude plně fungovat. Nejenže by byl nezměrně náročný na výrobu, ale ani z hlediska životnosti spoje není zcela vhodný, vzhledem k jeho rozměrům a kladeným nárokům na toto choulostivé místo. Je více než pravděpodobné, že by na spoji během používání vznikaly destrukce vlivem častého rozevírání straníc.

Na základě nabytých negativních zkušeností z prvního návrhu konstrukce spoje je snaha v následovné variantě tato pochybení eliminovat a vyvarovat se jim. Rozdělení horního a spodního dílu očnice je zachováno, s rozdílem jeho horizontálního provedení. Teoreticky se tak zvyšuje mechanická odolnost samotného spoje, ovšem technologická náročnost výroby zůstala prakticky beze změny. Spojovací prvek je nyní ve formě silikonového vlákna, která se v brýlové technice běžně používá. Do obruby jsou předvrtány otvory, silikonové vlákno je skrze ně protahováno a vytvoří tak šev spojující očnici. Tím vzniká esteticky velmi zajímavý detail, podněcující dalších a dalších modifikací svazování. Vizualizace názorně ukazuje jednu z možných variant v podobě trojúhelníkového spojení. (Obr. 19). Ostatní vybrané možnosti svázání spoje dokládá následující výkres (Obr. 18).



Obrázek 18 - Varianty vázání spoje

Nutno však dodat, že i tento způsob rozebíratelného spoje má svá zásadní omezení. Například na brýlovém středu prakticky nezůstává žádné místo pro upevnění ohybového kloubu (stěžejky), stejně tak výroba takového spoje by byla bezesporu velmi náročná a nákladná.



Obrázek 19 - Vizualizace 2.

Podobných nápadů a vylepšení rozebíratelného spoje bylo vymyšleno ještě mnoho a mnoho. Ovšem žádný z nich nesplňoval dané požadavky. Chtělo to něco zcela jiného, nenáročného a především funkčního. Na tak dokonale přesné a malé dřevěné součástky rozebíratelný spoj aplikovat nelze – spoj musí být pevný, nerozebíratelný. Mohl by být elastický, aby se korekční čočky do očnic pouze vtlačily, zároveň odolný a nejlépe pokud by se mohl pouze vylít do formy, podle které by se dokonale vytvaroval. Tím by se jednoduše vyřešila i tvarová adaptace na různé typy obrub. Právě takové vlastnosti mají plasty, stačilo vybrat ten správný. Další požadované vlastnosti plastu byly následující: tvrdost, s tím související obrobitelnost, přiměřená elasticita a tuhost, možnost probarvování, adheze ke dřevu, nesmí obsahovat dráždivé či nebezpečné látky a výroba elastomeru by také měla probíhat za studena, bez použití vakua.

S těmito požadavky jsem oslovil firmu ACR Czech s.r.o., specializující se na distribuci syntetických pryskyřic firmy AXSON Technologies, které se využívají nejen ve strojírenském průmyslu (výroba aut, letadel, sanitární keramiky), průmyslu stavebním, či elektrotechnickém (zalévání el. komponentů), ale i v oblastech jako je hobby nebo design. Po konzultaci mi byla doporučena elastická polyuretanová pryskyřice UR 3460. Jde o elastomer s tvrdostí 83 A Shore, což zhruba odpovídá tvrdosti pneumatiky, a který celkově svými vlastnostmi splňuje stanovené a náročné požadavky.

Tento způsob výroby spojů působí mnohem střízlivější a reálněji. Elastický spoj by měl zaručovat vizuální minimalismus a konstrukční kompaktnost celého brýlového středu. (Obr. 20) Přičemž by výhoda snadného vsazování a případného vyměňování korekčních čoček zůstala zachována.

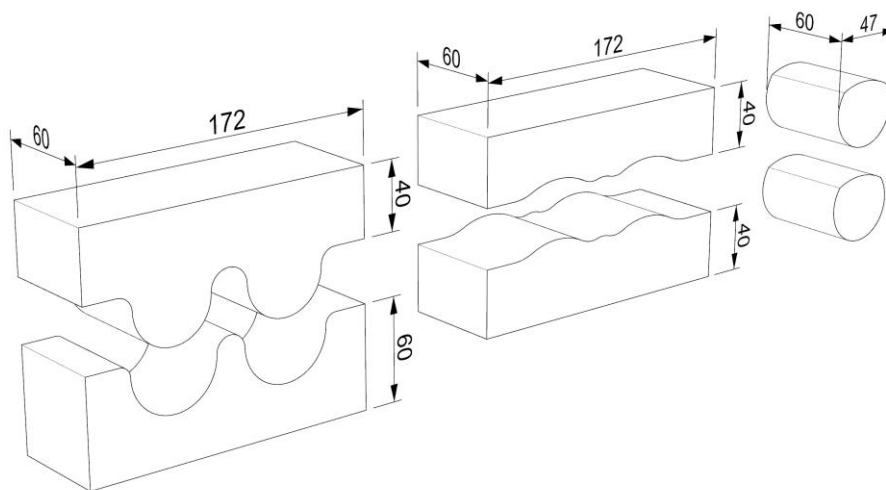


*Obrázek 20 - Vizualizace 3.*

## 6 VÝROBA PROTOTYPU

### 6.1 Formy pro tvarování dřeva lamelováním

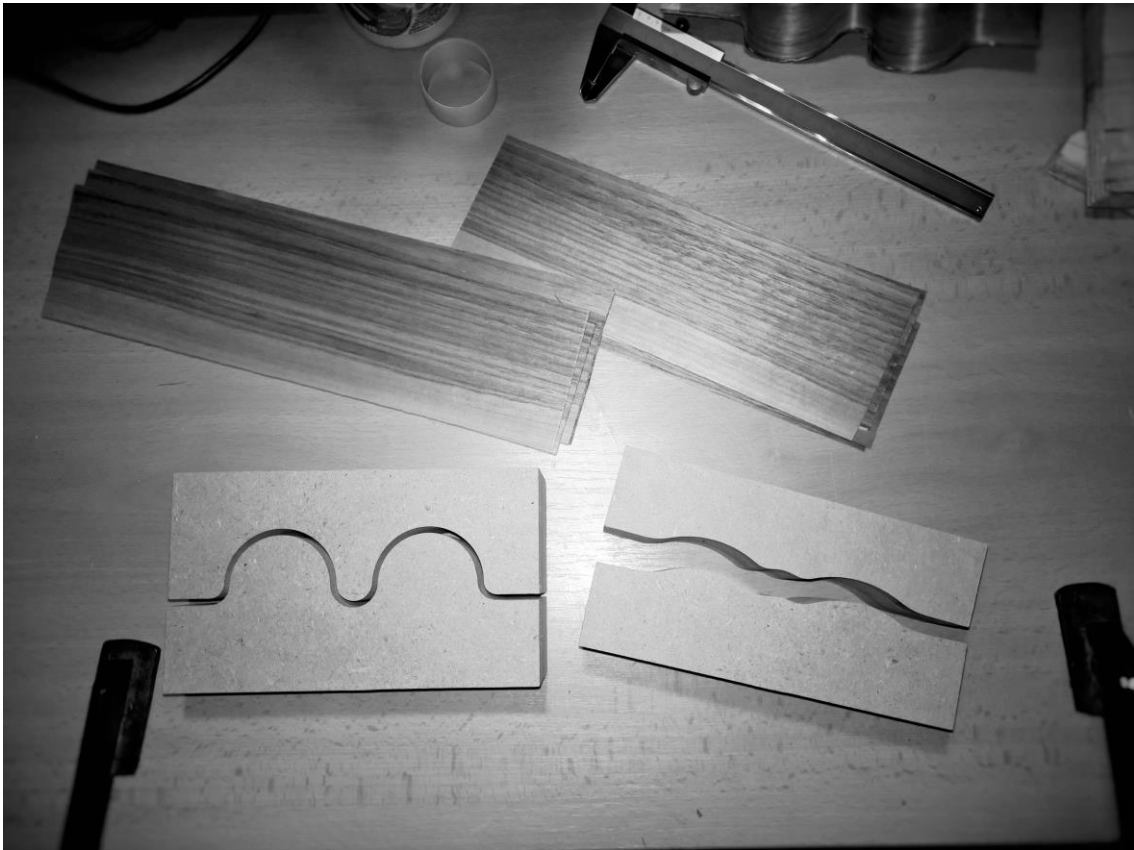
Lisovací forma se skládá z patrice a matrice, a lze ji vyrábět z dřeva, kovu nebo plastu. K výrobě tak drobného produktu jako je brýlová obruba není zapotřebí formu vyhřívat, proto byl zvolen, jako nejvýhodnější pro její výrobu, materiál MDF. Tvar požadované formy byl nakreslen a vymodelován v 3D programu Rhinoceros, a následně převeden do formátu CAM, který je kompatibilní s CNC frézou. Z dřevovláknité desky MDF o tloušťce 12 mm bylo vyfrézováno 6 kýžených profilů, které se poté k sobě přilepily tak, aby vytvořily jednu část formy. Dimenzování formy bylo voleno s ohledem na použitý materiál a na tlak působící při lisování. Minimální tloušťka formy 60 mm je z toho důvodu, že se výsledný formát rozdělí na několik užších dílů. Bude tak možnost vyrobit více brýlových středů z jednoho tvarovaného kusu. Celkem bylo zapotřebí dvou lisovacích forem a dvě válcovité výplně. Ty slouží k zachování přesného tvaru očnic při sestavování výlisků do výsledného profilu brýlového středu (Obr. 21).



Obrázek 21 - Základní rozměry lisovací formy brýlového středu

Na stranice byla zvolena stejná technologie výroby jako v případě brýlového středu, avšak ty nevyžadují takovou tvarovou náročnost a proto lisovací forma na stranice byla zhotovena v domácích podmínkách. Na rozdíl od předchozí formy je tato verze ručně vyřezána přímočarou pilou a dobroušena pomocí pásové brusky z truhlářské překližky o tloušťce 18 mm. Aby se vytvořila forma s tloušťkou přibližně 6 cm, jsou tři vyprofilované

kusy z překližky provrtány a připevněny k sobě dvěma vratovými šrouby s maticemi. Při navrhování lisovacích forem je důležité počítat s tloušťkou vrstveného dílu, což znamená, že záhyby matrice a patrice formy budou mít rozdílný rádius. Tloušťka tvarovaných dílců brýlového středu má být 2,5 mm a u pak straníc 6,5 mm – taková by měla být optimální mezera mezi díly formy pro stejnoměrné rozložení lisovacích tlaků na vložený soubor dých (Obr. 22).



*Obrázek 22 - Zhotovená lisovací forma z MDF*

## **6.2 Postup výroby dřevěných brýlí**

V první řadě bylo třeba zvolit vhodný druh dřeviny, se kterým bude nadále pracováno. Z předešlého experimentu ohýbání dřeva lamelováním bylo vyhodnoceno jako nejvhodnější dřevo pro výrobu buk, ořešák a jasan. Nejen z důvodů estetických, ale i díky optimálním mechanickým vlastnostem byl vybrán ořešák. Je to tmavé šedohnědé až šedočerné dřevo, podélně temně pruhované, což je líbivý vzhled působící prémiovým dojmem. Současně je trvanlivé, odolné vůči biotickým škůdcům a dobře se opracovává.

### 6.2.1 Výroba brýlové středu

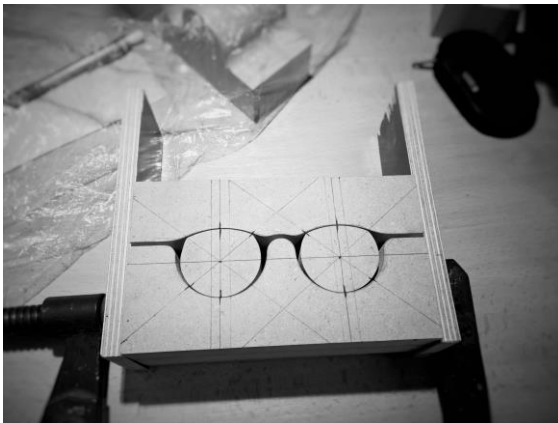
Přibližně 70 mm široké pásky ořešákových dých byly zkráceny na určitou délku. Ta byla experimentálně zjištěna pomocí listu papíru, který byl vložen do formy. Konce formy se vyznačily na papír a po jeho opětovném narovnání byla odečtena délka mezi značkami. Takto se došlo k přibližné délce dých potřebné pro jejich optimální krácení, aby nevznikal zbytečný dřevní odpad nebo naopak jeho nedostatek po ohnutí ve formě. Potřebná délka dých do formy spodního dílu brýlového středu tak vycházela cca na 23 cm a délka pro horní díl zhruba 18 cm, přičemž na každý díl bylo použito 5 ořešákových dých o tloušťce 0,6 mm. Před nanášením lepidla na jednotlivé dýhy bylo nutné formy z dřevovláknitého materiálu ošetřit určitým separátorem, který by případnému pronikání lepidla na formu zabránil. Pro tento účel výborně posloužila balící polyesterová fólie. Ruční nanášení lepidla se uskutečnilo pomocí klasického malířského štětce vždy na jednu stranu dýhy. Nános lepidla je potřeba skutečně značný, neboť se musí po stlačení rozlít do celé plochy, v opačném případě by mohlo vzniknout prázdné místo mezi jednotlivými dýhami a ve výsledku degradovat požadované vlastnosti výlisku. Dýhy s lepidlem byly vyskládány do souboru a vloženy do formy, která díky tlaku truhlářské svěrky vytlačí přebytečné lepidlo a tvaruje výlisek. Takto zalisovaný a fixovaný byl soubor dých po dobu přibližně 12 hodin. (Obr. 23) Po uplynutí tohoto časového úseku se z forem odstranila PE fólie a byl znova zafixován na dalších alespoň 12 hodin. PE separátor sice zprvu zabraňuje nežádoucímu vniku lepidla na formu, avšak později také omezuje odpařování vody z PVAC lepidla ve středních částech souboru a tím zpomaluje celkový proces sušení.



Obrázek 23 - Fixace zalisovaného souboru dých



Během lisování je výhodné si přesně do sebe zapadající formy po obvodu obkreslit na tvarované dřevo. Po vyjmutí z forem a klimatizaci výlisků se totiž zbrušují na rozměr formy, aby se mohlo s nimi i dále pracovat s maximální přesností.



*Obrázek 24 - Opracované výlisky a nové sestavení formy*

Nyní přichází na řadu další funkce lisovacích forem, a sice jejich vzájemná kombinace. Vznikne tak odlévací forma k zhotovení kompletního profilu brýlového středu. K odlévací formě je zapotřebí již zmíněných válcovitých výplní namísto budoucích čoček. Před prvním použitím bylo záhodno na formě vyznačit centrovací osy. (Obr. 24)



*Obrázek 25 - Příprava formy a lití elastomeru*

Protože je polyuretanová pryskyřice při zpracování velmi viskózní, snadno zatéká do pórů dřeva a tím na něho pevně ulpívá, což je pro spoj brýlového středu žádoucí. Ovšem i forma je na bázi dřeva, tudíž se musí vhodným způsobem separovat. Na formu opět postačila PE fólie, ale válcovité výplně už přicházejí do styku přímo s elastomerem, kterému udávají přesně daný tvar. Separátor proto musí dokonale kopírovat tvar válcovité výplně, k čemuž dostačujícím způsobem posloužila široká lepicí páska. Nekrytá místa formy byly ošetřeny speciálním kapalným separátorem na bázi vosku. Do takto připravené formy byly vloženy klimatizované výlisky a zafixovány truhlářskou svěrkou.

Značná viskozita pryskyřice si také žádá dokonalé utěsnění formy, to je v periferiích formy řešeno dřevěnými klínky opatřené lepicí páskou a dno je vyplněno obyčejnou modelínou, která sama o sobě funguje jako výborný separátor. Smícháním složky A se složkou B, tedy izokyanátu a polyolu v předepsaném mísícím poměru 10:4 vznikla hmota medové konzistence, která byla pomocí injekční stříkačky vpravena do prostorů odlévací formy (Obr. 25). Po odformování elastomeru trvajícím zhruba 20 hodin, byla forma opatrně rozebrána a zhotovený profil brýlového středu vyjmut.



*Obrázek 26 - Zhotovení brýlového středu*

Zhotovený profil byl poté pomocí pásové pily nařezán na tři díly a z každého tohoto polotovaru byly ručně vybroušeny tři brýlové středy. Tomu samozřejmě předcházelo měření a pečlivé rýsování požadovaného tvaru na polotovar. Následná egalizace a vybroušení hrubého tvaru bylo dosaženo na ruční pásové brusce, vytvarování anatomického nosníku, jemného dobroušení a leštění pak bylo možné pomocí mikrobrusky Dremel (Obr. 26). Zde už se jedná opravdu o řemeslnou, precizní a jemnou práci, která má reflektovat výslednou kvalitu prémiového produktu. Díky ručnímu tvarování brýlí je možnost individuálního přizpůsobování například anatomického nosníku pro konkrétní osobu.

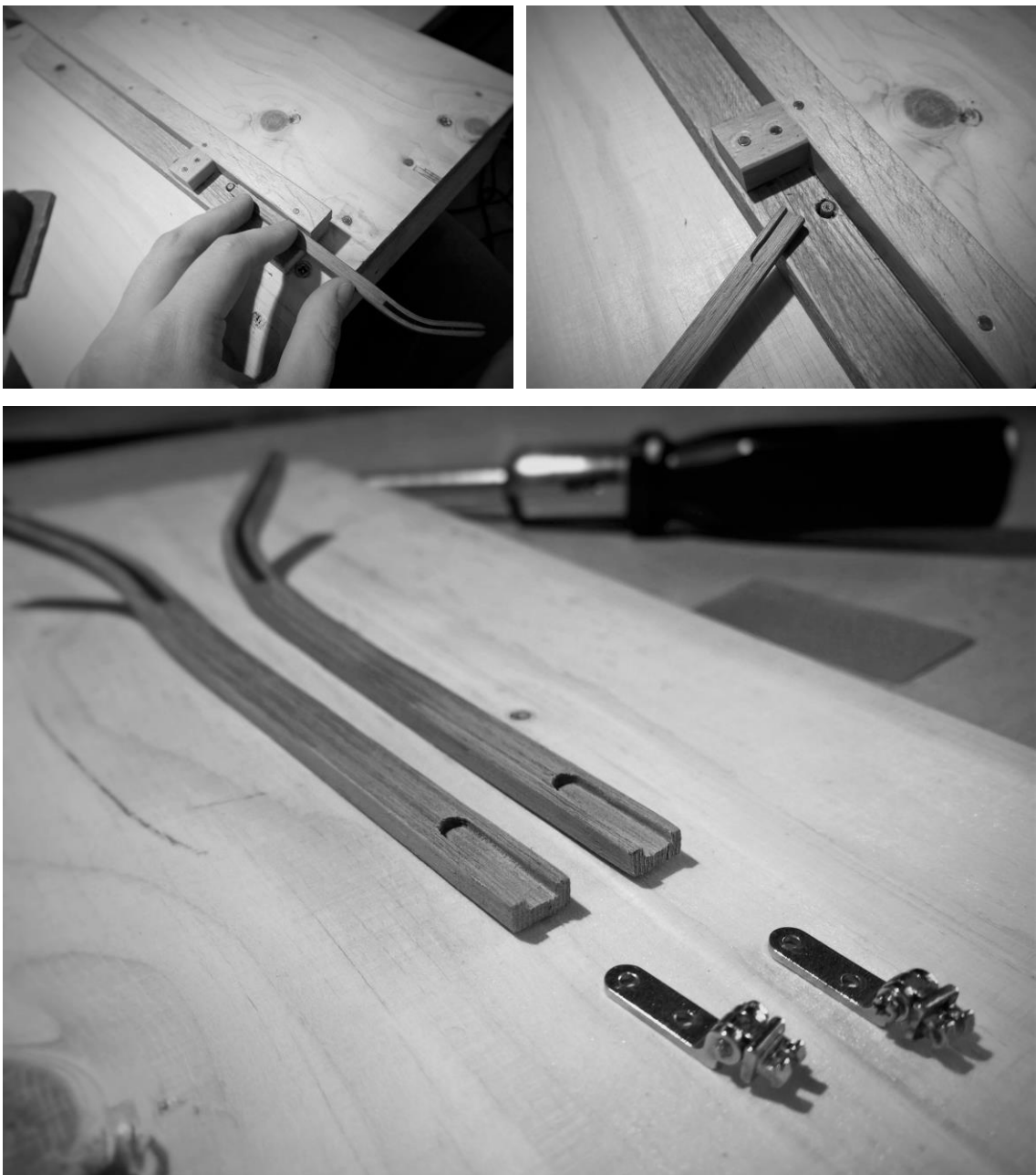
### 6.2.2 Výroba stranic

Postup výroby stranic je prakticky identický s výrobou brýlového středu. Ořešákové dýhy byly kráceny na příslušnou délku, poté na ně bylo nanášeno lepidlo a skládaly se do souboru, který byl následně lisován a fixován v lisovací formě (Obr. 27).



Obrázek 27 - Forma pro výrobu stranic

Takto byly vyrobeny tři výlisky o šíři 50 mm - dva zahnuté pětivrstvé (ty tvořily horní a spodní díl stranic) a jeden přímý čtyřvrstvý výlisek tvořící střední díl stranic. Dále byly tyto tři díly slepeny k sobě, přičemž záměrně vznikla mezera v oblasti koncovek. Ta byla vyplněna stejným elastomerem, jaký byl použit na výrobu brýlového středu. Zde však elastomer plní funkci spíše zpevňovací výztuže. V délce stranic jsou dřevní vlákna axiálně uložena, jsou tedy maximálně pevná a pružná. Ovšem v oblasti koncovek jsou stranice zahnuté více do příčného směru k vláknům a právě proto je dřevo v tomto místě křehčí a zranitelnější.



Obrázek 28 - Zhotovení stranic

Po klimatizaci zhotoveného výlisku a odformování polyuretanové pryskyřice se výsledný polotovár rozdělil podélně na dva díly – budoucí stranice. Před vlastním opracováním bylo opět zapotřebí rýsování kýžených tvarů na polotovary. Výsledkem práce s ruční pásovou bruskou bylo dosažení základního hrubého tvaru stranic, načež následovalo jemné dobroušení povrchů, detailů a zaoblení ostrých hran mikrobruskou. Stejným nástrojem byla nakonec do stranic vyfrézována drážka pro zapuštění stěžepek (Obr. 28).

### **6.2.3 Povrchová úprava a montáž brýlové obruby**

Pro dřevěné díly bylo také třeba vybrat vhodnou povrchovou úpravu, která by dřevo dostatečně chránila a přitom zachovala jeho přirozenou krásu. Po zevrubné analýze vhodných nátěrových hmot, byly vybrány olejovo-voskové. Jejich hlavními surovinami jsou přírodní oleje a vosky, kde oleje (lněné, řepkové, slunečnicové, dřevné oleje a další) představují pojiva, vosky (candelila nebo carnauba z brazilské palmy) jsou pomocná aditiva poskytující tvrdost a pružnost. Tyto nátěrové hmoty nevytvářejí vrstvu na povrchu dřeva, ale zcela se do podkladu vpíjejí. Zaplní tak dřevní póry, kde zasychají a mohou tedy „pracovat se dřevem“, kopírovat objemové změny dřeva. Jsou také příjemné na dotek. Současně vzniká odolná hydrofobní plocha s tzv. lotosovým efektem, nedochází k praskání a olupování nátěru, a kresba dřeva je mnohem výraznější oproti všem ostatním druhům nátěrových hmot. Důležitá je i životnost nátěrů, která je srovnatelná s lazurovacími syntetickými nátěrovými hmotami. Nespornou výhodou je snadná aplikace (v případě brýlí za pomoci štětce), čistota surovin z obnovitelných zdrojů, snadná oprava bez nutnosti broušení starých nátěrů a nezávadnost pro člověka i životní prostředí [15].

Montáž brýlové obruby spočívá v připevnění stěžepek ke stranicím a k brýlovému středu, čímž vzniká kloubové spojení. V případě mého prototypu byly použité stěžecky tzv. kombinované, jedna polovina zatavená a druhá nýtovaná. Zatavená část kloubového spoje byla nahřata na určitou teplotu, při které je možné tuto součástku vtlačit do bočních periferií brýlového středu v oblasti polyuretanové pryskyřice. Nýtovaná část stěžecky byla ke dřevěné stranici klasicky přinýtována (Obr. 29).



*Obrázek 29 - Montáž brýlové obruby*

#### **6.2.4 Vsazování korekčních čoček**

K tomu aby mohly být korekční čočky vsazeny do brýlové obruby je zapotřebí po vnitřním obvodu očnic vytvořit drážku, do které poté bude zapadat vybroušená fazeta čočky. Drážka byla tedy vyfrézovaná pomocí frézy upevněné v soustruhu. Ve spolupráci se Střední zdravotnickou školou a Vyšší odbornou školou zdravotnickou v Brně, a především s panem L. Najmanem mi bylo poskytnuto na prototyp brýlí zabrousit a vložit korekční čočky, aby byla experimentálně odzkoušena a odborně posouzena skutečná funkčnost navržené konstrukce brýlového středu. Tvar čočky musejí přesně odpovídat vnitřnímu tvaru očnice a její obvodová fazeta musí zase dokonale dosednout vyfrézované drážky. Tato úprava čoček byla provedena za pomoci bezšablonového zábrusového automatu, který je na zdravotnické škole k dispozici. Brousící automat je kopírovací obvodová bruska, vybavena sadou diamantových kotoučů, kterou se má pomocí elektronického programu docílit maximálního brusného výkonu, kvality a přesnosti [2].



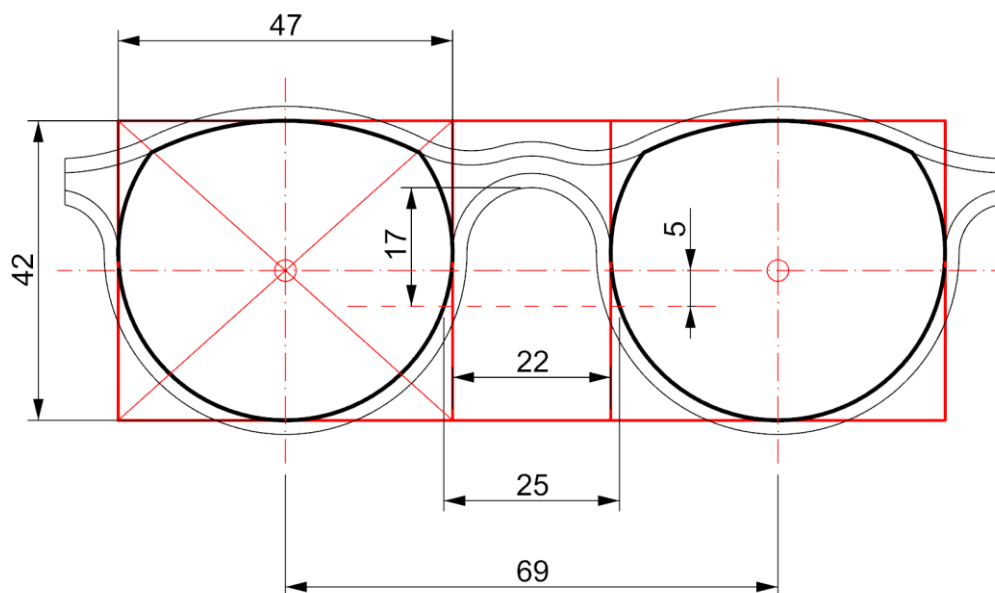
*Obrázek 30 - Výsledný prototyp*

Brýlová obruba byla vložena do bezšablonového zábrusového automatu, který si jej automaticky vystředil, zajistil pevnou polohu obruby a elektronickým snímačem změřil budoucí tvar čočky. Tyto hodnoty pak byly uloženy do paměti zabudovaného počítače. Polotovary korekčních čoček ve tvaru kruhových menisků byly vloženy do automatu, ve kterém byly hrubozrnnými diamantovými kotouči předbroušeny do základního kýžného tvaru. Následovalo vybroušení okrajové tvarové fazety po obvodu čočky a vyhlazení její povrchu. Takto dokonale vybroušené čočky byly zkušenou rukou očního optika vsazeny do brýlové obruby. Čočky lze do obrub vtlačit a v nich také solidně drží - výsledné zhodnocení funkce navržené konstrukce je pozitivní (Obr. 30).





Obrázek 31 - Barevné varianty (ořešák + jasan)



Obrázek 32 - Základní rozměry brýlové obruby měřené pomocí tzv. BOXING SYSTEM

## 7 DISKUZE

Brýle jako nástroj pro korekci či ochranu zraku v dnešní době představují nepostradatelnou součást lidského života. Nejenomže člověku poskytují komfortnější a bezpečnější pozorování při nejrůznějších činnostech, ale také svého uživatele zdobí, zvýrazňují nebo naopak potlačují některé jeho obličejové rysy, ba dokonce mohou vyjadřovat určitou ideologii daného majitele brýlí. Nebo také mohou jednoduše fungovat jako originální alternace konzervativních velkosériově vyráběných brýlí. A právě z těchto důvodů se stávají dřevěné brýlové obruby účelným a racionálním produktem.

Cílem této práce byl návrh a výroba prototypu takových dřevěných brýlí, které by splňovaly základní požadavky pro používání těchto korekčních pomůcek. A protože dřevěné obruby se ve světě již běžně vyskytují, byla stanovena i další podmínka inovativního konstrukčního řešení, které by například eliminovalo stávající neduhy brýlí z tohoto materiálu, případně jej zdokonalilo či esteticky posunulo na vyšší úroveň. Díky poměrně netradiční kombinaci materiálů - dřeva a elastické polyuretanové pryskyřice se, podle mého názoru, vytyčené cíle podařilo naplnit. Toto materiálové spojení umožňuje brýlím nebývale subtilní vzezření a zároveň maximálně využívá pozitivních vlastností obou materiálů. K tomu také značně přispívá i zvolená technologie tváření dřeva, která je sice ekonomicky i časově náročnější než jiné, zato dovoluje dřevo formovat do nevídaných tvarů, přičemž jeho podstatná pružnost a pevnost zůstává zachována. Další významné pozitivum této technologie je minimální dřevní odpad při výrobě a možnost tváření různých druhů dřevin a jejich vzájemné kombinace. V kontrastu s tím se potom jeví jednoduchost technologie výroby elastického spojení brýlového středu, jejíž podstatou je pouhé lití do formy. Což by teoreticky mohlo snižovat i výslednou ekonomickou náročnost brýlí. Stejně tak by mohlo být nákladově výhodné již zmíněné kombinování brýlových středů, respektive horního a spodního dílu. Myslím, že v praxi by to mohlo být i pro případné zájemce atraktivní. Výběr kombinací by si mohl zákazník volit sám, podle svého uvážení a svých obličejových proporcí.

Přední výhoda navržených brýlí spočívá v tom, že umožňují manuálně nenáročné vsazování a vyměňování korekčních čoček, a to bez nutnosti rozebíratelného spoje.

Současně se tak brýlový střed stává maximálně kompaktní. Absence mechanického spojení, které bývá u současných dřevěných obrub řešeno nevzhlednými šroubky či jiným viditelným spojem, dala vzniknout naprosto čisté a minimalistické podobě navržených brýlí. Mimo jiné elastomer tlumí a eliminuje případné tvarové změny dřevěných výlisků vyvolané změnami vlhkosti. Avšak přes všechny pozitiva elastického spojení dřeva se přeci jen nějaké problémy v souvislosti s konstrukcí brýlí vyskytly. Za slabinu prototypu by se daly považovat boční periferie brýlové středu, tedy místa kde je stěžejka připevněna k očnici. Zatavená stěžejka se v elastomeru totiž chová příliš agilně, což částečně degraduje její tuhost a tudíž i dostatečně pevné držení straníc. Pokud by se tedy tento produkt dostal do malosériové výroby pro veřejnost, musel by být tento problém patřičně odstraněn.

Při celkovém shrnutí je záhodno také uvést, že vytvořený prototyp splňuje prakticky všechny parametry brýlí, které jsou řešeny v kapitolách o ergonomii a v normách. Použitím olejovo-voskové povrchové úpravy a speciálního jednosložkového disperzního lepidla s kvalitou spoje D3 (podle normy ČSN EN 204), které je netoxické, nehořlavé, hygienicky a zdravotně nezávadné, splňují brýle také hygienické požadavky. Hmotnost prototypových brýlových obrub (bez čoček) je cca 12 g, což je citelně nižší hodnota v porovnání s obdobnými plastovými obrubami, jejichž hmotnosti se pohybují od 20 g výše. Nízká váha v kombinaci s anatomicky tvarovaným nosníkem vytváří takřka ideální spojení ve smyslu minimálního namáhání nosního kořene, tedy i pohodlnosti a fyzické nezávadnosti pro uživatele. Co se týče rozměrů brýlových obrub - ty odpovídají uvedeným obecným parametrům a jejich konkrétní hodnoty je možno nalézt v příložených výkresech č. 1, 2 a 3. Předběžná cena brýlí je stanovena v rozmezí 6 000 až 8 000 Kč, což je cenová relace zohledňující náročnost výroby, použité materiály a také ceny obdobných výrobků na trhu.

Přínos pro praxi by mohl spočívat ve využití neobvyklé technologie, kdy spojení elastomeru se dřevem dává vzniknout kompozitu s jedinečnými vlastnostmi. Užití tohoto kompozitu na brýlovou obrubu se zdá být výhodná, a věřím, že bude aplikovatelná i na více produktů, u kterých je zapotřebí odolného pružného spoje s minimální náročností výroby. Kupříkladu se aktuálně obdobná technologie používá na výrobu elastických a takřka „věčných“ spojů dřevěné židle.

Celý tento projekt se stal mým každodenním chlebem, vyrobil jsem a zlikvidoval nespočet zkušebních modelů, než brýle dospěly do stádia popisovaného prototypu. Přestože nejsou zcela dotažené a je stále co zdokonalovat, dostává se jim nebývalé pozornosti, což mne zásadním způsobem motivuje k dalším a dalším vylepšeným verzím. Věřím ale, že blízke době budou natolik propracované, že se dostanou do zakázkové výroby a dále k prvním spokojeným majitelům.



*Obrázek 33 - Finální zkouška posazením brýlí na modelový obličej*

## 8 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout konstrukci brýlové obruby z dřevěného kompozitu s následným zpracováním jejich reálného prototypu a právě ten se stal stěžejním bodem pro vypracování této práce. Design, konstrukce a technologie výroby brýlí se vyvíjely na základě nabytých informací z příslušné literatury a z analýzy současného designu dřevěných obrub. Během zpracovávání prototypu byla vyvinuta nová konstrukce brýlí, která funguje na principu pevného spojení tvarovaného dřeva a elastomeru, což umožňuje do dřevěných očnic vsazovat a vyměňovat korekční čočky jednoduchým způsobem. Díky dosažené pružnosti dřevěných očnic jsou čočky v nich dostatečně fixovány. Současně tak vznikl jedinečně minimalistický a čistý design brýlí bez viditelného spoje.

Věřím, že tato technologie nezůstane jenom u brýlových obrub a že bude aplikovatelná na více podobných produktů, u kterých je zapotřebí odolného pružného spoje s minimální náročností výroby.

## 9 SUMMARY

The aim of the thesis was to design a construction spectacle frame of a wood composite, followed by treatment of physical prototype and it has become a pivotal point for the elaboration of this work. Design, construction and production technology of glasses were evolved on the base of information acquired from the relevant literature, which is elaborated in the first part of this work, and also from the analysis of contemporary design of wooden frames. The second part is related to the design and processing prototype, during which managed to develop a new construction of glasses, which operates on the principle of a solid connection of the shaped wood and an elastomer, which allows putting and replacing corrective lenses into wooden orbits in a simple way. Thanks to reaching flexibility of wooden orbits are lenses in them sufficiently fixed and there is no deformation of the spectacle center due to humidity changes. Beside of that, there was created uniquely minimalist and clean design of eyeglasses with no visible joints. Also ergonomic, normative and hygiene requirements were successfully met. The entire production process of prototype of spectacle frames has been described in detail and complemented with continuous photos.

## 10 POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

- [1] RUTRLE, Miloš. *Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 8070133473.
- [2] NAJMAN, Ladislav. *Dílenská praxe očního optika*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 9788070135297.
- [3] KUBÁLKOVÁ, P. I brýle mají svoji historii. *FiftyFifty* [online]. 30. 9. 2008 [cit. 2016-02-01]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fiftyfifty.cz/i-bryle-maji-svou-historii-4093471.php>
- [4] Historie brýlí. *zeiss* [online]. 1. 1. 2012 [cit. 2016-02-01]. Dostupné na World Wide Web: [http://www.zeiss.cz/vision-care/cs\\_cz/better-vision/porozumneni-videni/brylove-cocky-a-reseni-vaseho-videni/historie-bryli.html](http://www.zeiss.cz/vision-care/cs_cz/better-vision/porozumneni-videni/brylove-cocky-a-reseni-vaseho-videni/historie-bryli.html)
- [5] RUDOLF, V. Historie brýlí. *I-bryle* [online]. [cit. 2016-02-18]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.i-bryle.cz/clanek/25/z-historie/Historie-bryli-1.html>
- [6] Materiály brýlových obrub. *Is.muni* [online]. [cit. 2015-12-03]. Dostupné na World Wide Web: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/ps10/optika/web/pages/04-materialy-obrub.html>
- [7] Difference Between Quality Frames. *Perfect Glasses USA* [online]. [cit. 2015-11-28]. Dostupné na World Wide Web: [http://www.perfectglassesusa.com/content/difference\\_between\\_quality\\_frames](http://www.perfectglassesusa.com/content/difference_between_quality_frames)
- [8] WALSH, Glyn. Wood. *The Optician*. Sutton: Reed Business Information UK, 17. 12. 2004, Issue 5982. ISSN 00303968. Dostupné na World Wide Web: [http://digituote.fi/pdf/KehysmaterialitA-Z\\_Optician.pdf](http://digituote.fi/pdf/KehysmaterialitA-Z_Optician.pdf)
- [9] ZAVŘELOVÁ, L. 2013. Novinky v materiálech brýlových obrub. Bakalářská práce. Brno: Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta.
- [10] MORÁVEK, P. 2009. Design brýlových obrub. Bakalářská práce. Brno: Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta.
- [11] SEIDL, P. Základní typy brýlových obrub. *Optik do domu* [online]. 12. 4. 2012 [cit. 2016-02-22]. Dostupné na World Wide Web: <https://optikdodomu.cz/ocni-optik-radi/brylove-obruby/jake-jsou-zakladni-typy-brylovy-obrub>
- [12] ČSN EN ISO 12870: Oční optika – Brýlové obruby – Všeobecné požadavky na zkušební metody, 2015.
- [13] BRAMSTON, Dave. *Design výrobků: hledání inspirace*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010. Základy designu. ISBN 978-80-251-2914-2.
- [14] JANÁK, Karel a Pavel KRÁL. *Technologie I: pro studijní obor Nábytkářství*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2003. ISBN 8073330032.
- [15] TESAŘOVÁ, Daniela. *Povrchové úpravy dřeva*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014. Profi & hobby. ISBN 9788024747156.
- [16] FORRESTER, Paul. *Práce se dřevem: kompletní obrazový průvodce technikami*. 1. vyd. Praha: Slovart, 2011. ISBN 9788073914752.

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b> - Hlavní součásti brýlí.....	6
<b>Obrázek 2</b> - Obruby s očnicemi.....	10
<b>Obrázek 3</b> - Poloobrubové brýle.....	11
<b>Obrázek 4</b> - Obruby bez očnic.....	11
<b>Obrázek 5</b> - Inkliniční úhel.....	14
<b>Obrázek 6</b> - Brýle Olympia - ROFL.....	17
<b>Obrázek 7</b> - Brýle HL25 WS 57-17 - Herrlicht.....	18
<b>Obrázek 8</b> - Brýle HS 18 - Hilarius.....	18
<b>Obrázek 9</b> - Brýle Canby RX - Shwood.....	19
<b>Obrázek 10</b> - Brýle Brumley classic - Brumley.....	20
<b>Obrázek 11</b> - Brýle Nutty Shades - Woodfarer.....	20
<b>Obrázek 12</b> - Profil formy pro ohýbání dřeva lamelováním.....	23
<b>Obrázek 13</b> - Experimentální skica.....	24
<b>Obrázek 14</b> - Design nárysu brýlového středu.....	25
<b>Obrázek 15</b> - Design bokorysu stranice.....	25
<b>Obrázek 16</b> - Varianty kombinace tvarovaných dílů.....	26
<b>Obrázek 17</b> - Vizualizace 1. ....	28
<b>Obrázek 18</b> - Varianty vázání spoje.....	29
<b>Obrázek 19</b> - Vizualizace 2. ....	30
<b>Obrázek 20</b> - Vizualizace 3. ....	31
<b>Obrázek 21</b> - Základní rozměry lisovací formy brýlového středu.....	32
<b>Obrázek 22</b> - Zhotovená lisovací forma z MDF.....	33
<b>Obrázek 23</b> - Fixace zalísovaného souboru dých.....	34
<b>Obrázek 24</b> - Opracované výlisky a nové sestavení formy.....	35
<b>Obrázek 25</b> - Příprava formy a lití elastomeru.....	36
<b>Obrázek 26</b> - Zhotovení brýlového středu.....	37
<b>Obrázek 27</b> - Forma pro výrobu stranice.....	38
<b>Obrázek 28</b> - Zhotovení stranice.....	39
<b>Obrázek 29</b> - Montáž brýlové obruby.....	41
<b>Obrázek 30</b> - Výsledný prototyp.....	42
<b>Obrázek 31</b> - Barevné varianty (ořešák + jasan).....	43
<b>Obrázek 32</b> - Základní rozměry brýlové obruby měřené pomocí tzv. <i>BOXING SYSTEM</i> .....	43
<b>Obrázek 33</b> - Finální zkouška posazením brýlí na modelový obličej.....	46



## 11.1 Zdroje přejetých obrázků

### **Obrázek 1 - Hlavní součásti brýlí**

<http://g01.a.alicdn.com/kf/HTB16eDrIFXXXXbIXpXXq6xXFXXO/2015-Summer-new-round-acetate-optical-frames-stylish-spectacles-for-men-s-prescription-eyeglasses.jpg>

### **Obrázek 2 - Obruby s očními**

<http://www.dhburns.co.uk/products/?sub=item&id=34622&cid=1517>

### **Obrázek 3 - Poloobrubové brýle**

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/97/47/cb/9747cbbac0c5a04572926ed3091f455c.jpg>

### **Obrázek 4 - Obruby bez očí**

<http://www.extrabryle.cz/fotky11168/slider/233e.jpg>

### **Obrázek 5 - Inklinční úhel**

RUTRLE, Miloš. *Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. Vyd. 1. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 8070133473.

### **Obrázek 6 - Brýle Olympia - ROFL**

[http://www.rolf-spectacles.com/en/eyewear/collections/all-frames/olympia\\_fr-19](http://www.rolf-spectacles.com/en/eyewear/collections/all-frames/olympia_fr-19)  
[https://www.youtube.com/watch?v=x\\_fGavLsld4](https://www.youtube.com/watch?v=x_fGavLsld4)  
<http://www.eye-wear-glasses.com/2010/01/rolf-wood-glasses-beautiful-spectacles.html>

### **Obrázek 7 - Brýle HL25 WS 57-17 - Herrlicht**

<http://www.andreoticas.com/wp-content/uploads/2011/05/Herrlicht-Wood-Frames-at-Andre-Opticas-Lisboa2.jpg>  
[http://fs1.omghk.com/mpw/2347/S00082/1383290940953\\_948B835614D9086812004A171FDBF016.jpg](http://fs1.omghk.com/mpw/2347/S00082/1383290940953_948B835614D9086812004A171FDBF016.jpg)  
<http://www.weloveglasses.com/brands/herrlicht>

### **Obrázek 8 - Brýle HS 18 - Hilarius**

<https://www.facebook.com/HilariusOkulary/photos/>

### **Obrázek 9 - Brýle Canby RX - Shwood**

<https://www.shwoodshop.com/eu/canby-rx/walnut/rx-single-vision>  
<http://design-milk.com/shwood-eyewear-for-pendleton/>  
<http://www.qiggs.com/how-wooden-sunglasses-are-made/>

### **Obrázek 10 - Brýle Brumley classic - Brumley**

<http://www.brumley.cz/cs/drevene-bryle-classic-orech/>

### **Obrázek 11 - Brýle Nutty Shades - Woodfarer**

<http://www.woodfarer.cz/nutty-shades/>

## **12 SEZNAM VÝKRESŮ**

Výkres 1 - Brýlový střed

Výkres 2 - Stranice

Výkres 3 - Kompletní brýlová obruba