

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI  
KATEDRA OPTIKY

# NEGATIVNÍ ÚČINKY BRÝLOVÉ KOREKCE

Bakalářská práce

VYPRACOVAL:

Václav Fischer

VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Mgr. Eliška Najmanová

Obor: obor 5345R008 OPTOMETRIE

studijní rok 2017/2018

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Elišky Najmanové, za použití literatury uvedené v závěru práce.

Tato práce byla vytvořena za podpory projektu IGA PřF UP v Olomouci s názvem „Optometrie a její aplikace“, č. IGA\_PrF\_2017\_003.

V Olomouci dne.....

## **Poděkování**

Tímto děkuji Mgr. Elišce Najmanové za udělené rady a vedení mé bakalářské práce.

## **Anotace**

Touto prací bych rád poukázal na negativní účinky brýlové korekce, které mohou nastat jak při běžném nošení, tak v neobvyklých situacích. V první kapitole o mechanických negativních účincích je rozebrána problematika zatížení kůže a cév v místech hlavy, která jsou ve styku s obrubou, a jak se vyhnout těmto negativním účinkům pomocí správného anatomického přizpůsobení a správného výběru obruby. Druhá kapitola rozebírá opticko-fyzikální negativní účinky. Jsou zde popsány změny perspektivy a zorného pole, dále optické aberace, které mohou negativně působit na vidění přes brýle, a negativní klínové účinky při pohledech do stran. V neposlední řadě reaguje tato kapitola na současnou problematiku užívání progresivních čoček.

## Annotation

I would like to point out negative effects of spectacles which may cause problems while wearing the glasses on daily bases or in unusual situations. In the First chapter about mechanical negative effects are described issues of stress to skin and blood vessels in virtue of wearing spectacles. The second chapter is focussed on optical negative effects such as changes of vision field, curve of field and image. There are described optical aberrations which may appear in vision through spectacles and prism effects which can stress the human eyes when looking through peripheral parts of optical lenses.

Úvod.....	8
1 Mechanické negativní účinky .....	9
1.1 Kůže .....	10
1.2 Vrstvy kůže .....	11
1.3 Kontaktní dermatitida u nošení brýlové korekce .....	13
1.3.1 Mechanická kontaktní dermatitida .....	13
1.3.2 Alergická kontaktní dermatitida .....	14
1.4 Obličejové žlázy ve vztahu k brýlím.....	16
1.5 Cévní systém ve vztahu k brýlím.....	17
1.6 Vhodný výběr typu sedýlek dle váhy brýlové obruby .....	19
1.7 Vhodný výběr typu sedýlek dle anatomie nosu .....	20
1.8 Správné anatomické přizpůsobení.....	22
2 Opticko-fyzikální negativní účinky .....	24
2.1 Obecné zásady centrace brýlové korekce .....	24
2.1.1 Vodorovná poloha zornic .....	24
2.1.2 Svislá poloha zornic .....	24
2.2 Důsledky vad optického zobrazování .....	27

2.2.1 Rozdělení aberací .....	28
2.2.2 Sférická aberace – Otvorová vada.....	29
2.2.4 Astigmatismus šikmých paprsků.....	33
2.2.5 Barevná vada .....	34
2.3 Změna ve vnímání perspektivy .....	36
2.4 Změny velikosti zorného pole.....	39
2.5 Negativní účinky při stranových pohledech u brýlové korekce.....	40
2.5.1 Prizma.....	41
2.5.2 Prizmatický účinek brýlových čoček.....	42
2.5.3 Vertikální prizmatický účinek při čtení do blízka .....	45
2.6 Negativní účinky progresivních brýlových čoček.....	47
2.6.1 Astigmatismus v neaktivních zónách .....	50
3 Závěr .....	54
Seznam použitých zdrojů.....	55
Seznam použitých obrázků: .....	57

## Úvod

Touto prací bych rád poukázal na negativní účinky brýlové korekce, které mohou nastat jak při běžném nošení, tak i v neobvyklých případech. Zákazníci je mnohdy nepocítí a brýle užívají bez problémů. Nesmíme ale opominout svědomitou práci optometristů a očních optiků, kteří se vytrvale snaží pro každého zákazníka docílit ideálních brýlí s minimálními negativními účinky, které by mohly překážet v pohodlném užívání korekce při každodenním nošení.

Při vybírání mého téma na bakalářskou práci jsem se chtěl co nejvíce držet praxe a informací, které budu dennodenně používat a jež v mé profesi nepřijdou nazmar. V práci se tedy budu zabývat negativními účinky brýlové korekce. Objevují se jak u prvonositelů, tak i u lidí, kteří již korekci nosí delší dobu. Spousta zákazníků se s negativními účinky nemusí nikdy setkat, ale správný optik a optometrista s nimi musí být obeznámen a pomocí změření správné korekce, výběru brýlové obruby, anatomické úpravy, centrace a výběru brýlových čoček se snaží tyto vady eliminovat, aby na oko působily v co nejmenší míře a v ideálním případě nepřekážely v plnohodnotném užívání.



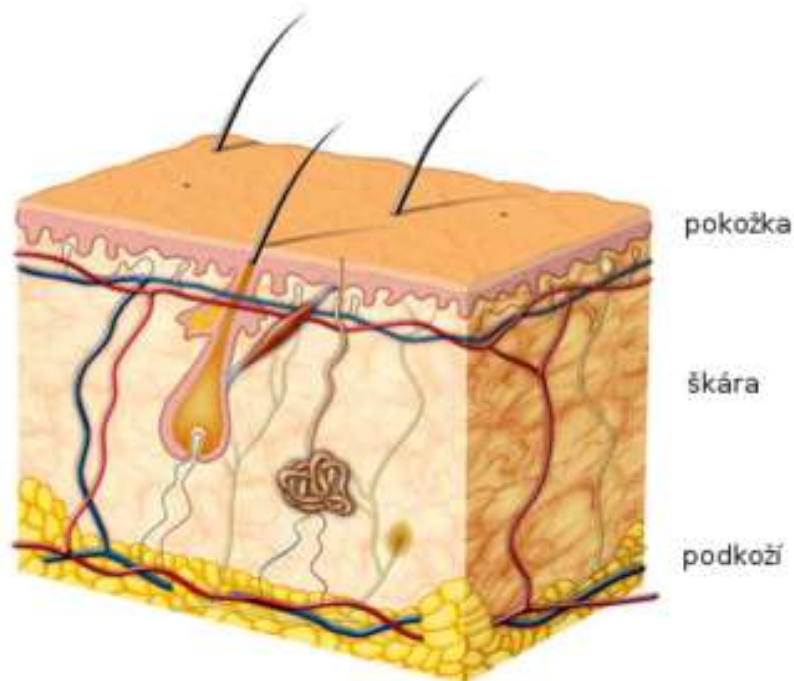
# 1 Mechanické negativní účinky

Při vybírání obruby brýlí bychom měli počítat s tím, že bude podstatnou část dne na našem obličejí a bude zatěžovat hmotnostně a mechanicky určité části hlavy, které přicházejí do styku s brýlemi. Můžeme je zcela právem nazývat kritickými místy, protože mohou v budoucnu způsobit nepříjemné potíže spojené s celkovým diskomfortem při užívání korekční pomůcky. [1]

Primárně mohou brýle negativně působit na metabolismus zatěžovaných živých tkání a sekundárně může být materiál ovlivňován metabolity, které mohou dlouhodobě negativně ovlivňovat vlastnosti materiálu brýlové obruby a případně s kůží reagovat. Musíme si ale uvědomit, že míra těchto reakcí může být v extrémních případech značná, a proto bychom měli cílevědomě už od samotného výběru brýlové obruby usilovat o maximální omezení vzájemných destrukčních účinků. Pro výrobce tato skutečnost znamená neustále hledání a vyvíjení vhodných materiálů brýlových obrub a čoček, které budou z materiálu lehkého a pevného, ale současně dostatečně chemicky odolného, aby se míra nežádoucích reakcí zmírnila na minimum. Mezi problémy, se kterými se můžeme setkat, patří například alergické reakce na určitý materiál v obrubě nebo kontaktní dermatitida vyvolaná namáháním kůže v kontaktu s obrubou a otlaky v místech, které jsou hmotnostně a mechanicky zatěžovány obrubou. [1] [2]

## 1.1 Kůže

Největším orgánem lidského těla je kůže. U dospělého člověka běžně dosahuje velikosti kolem 1,6–2 m<sup>2</sup> a jen samotná kůže tvoří skoro 10% naší tělesné hmotnosti. Kůže má mnoho důležitých vlastností. Tvoří doslova ochranný kryt a zabraňuje cizím patogenům vstupovat do našeho těla. Má termoregulační vlastnosti a obsahuje mnoho receptorů, které nám pomáhají vnímat okolní svět. Tloušťka kůže se mění s umístěním na těle. Zatímco na zádech je netlustší (až 4 mm), tak například na očích vících bývá nejtenčí (kolem 0,4 mm). [1] [9] [11] [13]



Obr. 1 – Kůže [24]

## 1.2 Vrstvy kůže

Pokožka se skládá z dlaždicového epitelu, který má více vrstev. Mechanickým drážděním má pokožka tendenci rohovatět a zesilovat. Tento jev dobře známe v podobě tzv. mozolů, které se mohou vytvářet při dlouhodobém dráždění chodidly či rukou. „Bohužel“ se tak neděje v místech, kde se pokožka bezprostředně dotýká části brýlové obruby. Svým způsobem by to mohlo pomáhat, jelikož by se pod sedýlky vytvořil malý mozol, na němž by brýle seděly, a dále už by případný tlak nezatěžoval jemnou pokožku. Otázka je, jak by takový mozol na nose vypadal a zda by byl skutečně nápomocný. [1] [11] [13]

Škára (korium) se nachází pod pokožkou a tloušťkou se pohybuje mezi 1,5 až 3 mm. Je tvořena vazivovými buňkami a elastickými vlákny, jež se různě navzájem kříží. Podkožní vazivo obecně zajišťuje pevnost, pružnost a štěpitelnost kůže v určitých směrech. Odolnost a pružnost kůže má zejména v závislosti na věku význam při výběru a posuzování vhodného typu sedílek u kovových obrub, případně uvažovat pouze o plastových brýlích s větším anatomickým nosníkem. Ve škáře se dále nachází smyslové buňky umístěné v různých místech. Jsou specializované na různé typy dráždění. Tyto receptory můžeme rozdělit na 4 základní typy smyslových buněk, které vnímají dotyk (tlak), teplo, chlad a bolest. Pomocí těchto receptorů vnímáme obrubu na našem obličejí. Máme-li tedy například kovovou obrubu, která má bezprostřední kontakt s naší kůží například z důvodu široké hlavy, případně má obruba vysoké očníce, které se dotýkají lícních kostí, bude se nám za chladnějšího počasí jevit nepříjemně studená na rozdíl od brýlí z umělé hmoty, které jsou dobrým izolantem, a tudíž odebírají kůži teplo mnohem pomaleji. Je tedy vhodné vybírat v našich klimatických podmínkách takové obruby, které budou mít plastové komponenty v místech očekávaného styku s kůží. [1] [11] [13]

Poslední vrstva se nazývá podkožní vazivo. Nachází se pod škárrou. Hlavní složkou, kterou obsahuje, je tuk. Podkožní vazivo obsahuje Vater-Paciniho tělíska, které jsou receptory tahu a tlaku, pomocí nich posuzujeme, zda nás obruba na hlavě příliš netlačí a zda správně sedí. Celkovou funkcí podkožního vaziva je chránit a izolovat svaly. [11] [13]

### **1.3 Kontaktní dermatitida u nošení brýlové korekce**

Pokud narazíme na kůži na zdravotní problém z důvodu nošení brýlí, je pravděpodobné, že to bude právě kontaktní dermatitida (KD). Jde o nezánettivé onemocnění kůže, které vzniká exogenním působením látkou při častém kontaktu s kůží (obrázek 2). Takové onemocnění se může projevit bolestí v daném místě, zčervenáním kůže, malými puchýřky, svěděním kůže, případně loupáním a praskáním pokožky. Ačkoliv je kontaktní dermatitida u nošení brýlí neobvyklá, ojediněle se může objevit. Tyto příznaky může způsobit právě neadekvátně vybraná brýlová obruba. [2] [3] [23]

#### **1.3.1 Mechanická kontaktní dermatitida**



**Obr. 2 – Ukázka kontaktní dermatitidy při nadměrné zátěži brýlí na nosním kořenu [25]**

Při výběru obruby musíme brát v potaz individuální toleranci zákazníků a individuální elasticitu (zatížitelnost) kůže, která se mění s přibývajícím věkem. K tomuto snižování elasticity dochází z důvodu úbytku kolagenu v kůži, s čímž může přímo souviset tolerance brýlové obruby na nose a ostatních částech hlavy. Dále pozorujeme různé tvary uší, hlavy a nosního kořene. Pokud je vybrána obruba, která je příliš úzká, dochází ke kontaktu obruby s pokožkou v oblasti spánků a při dlouhodobém nošení může docházet ke KD. Na částech hlavy, které mají bezprostřední styk s brýlovou obrubou, může docházet k červenání. Pokud červenání nezmizí ani během noční klidové fáze, kdy brýle odkládáme, musíme začít uvažovat o opatřeních, která tyto negativní účinky v ideálním případě odstraní. Cílená změna by měla směřovat k pečlivému anatomickému přizpůsobení, kdy se snažíme odstranit nadbytečný kontakt obruby s kůží, aby se tak mohla začít regenerovat. Pro kontrolu je vhodné odeslat k lékaři. Následně volíme možnost odlehčení, případně vyloučení dráždivého materiálu u alergicky náchylnějších osob. [1] [2] [3]

### **1.3.2 Alergická kontaktní dermatitida**

Velké množství látek, které obsahují brýlové obruby, může způsobit alergickou kontaktní dermatitidu (AKD). Mezi takové materiály patří různé kovy, plasty, gumy, rozpouštědla, konzervanty, vosky a změkčovadla. Nedávno bylo zjištěno, že UV stabilizátory a nikl, v neposlední řadě také chlorid draselný stojí nejčastěji za příčinou vzniku alergických reakcí [2]. Je také zarážející, kolik tzv. hypoalergenních obrub vlastně vůbec hypoalergenních není a má od takové skutečnosti daleko. Některé obruby obsahují i 40% niklu. [1] [2] [3]

U takových obrub bývá problém u poškození krycích vrstev. Na krycích vrstvách vznikají mikroskopické škrábance kvůli kontaktu s kůží a pot, který se dostává do kontaktu s materiálem pod krycí vrstvou, ho může rozpouštět a kůži dráždit. Ve studii se ukázalo, že asi 74% alergických reakcí vyvolává skrze poškozené povrchové vrstvy nikl a asi 21% chlorid draselný [3].

Pokud tedy kůže vykazuje známky kožních potíží, musíme zjistit, zda reakci vyvolala nějaká látka v obrubě, nebo jde problém způsobený čistě mechanickým podrážděním kůže. Bylo také zjištěno, že zdrojem niklu v obrubě může být také samotný lak, který přichází přímo do kontaktu s kůží. [2] [3]

U plastových a kovových obrub bývá v dnešní době velmi obtížné zjistit, která látka je přesně alergenem a přesně z jakých materiálů je obruba vyrobena, jelikož jsou často kombinací více látek s různým složením. Plastové obruby mohou obsahovat látky jako uhlík, polykarbonát, optyl, polyamid a další, které mohou způsobit problémy. U kovových obrub bývají kombinace a slitiny více kovů jako například měď, nikl, kobalt, chrom, paladium, titan, stříbro, zlato a platina. Všechny tyto materiály mohou při nekvalitním provedení vyvolávat u uživatele negativní reakce a zpětně je velmi složité zjistit jejich příčinu. Jediný možný způsob kontroly materiálů u obrub vede bohužel k jejich zničení, a proto se při namátkové kontrole testuje pouze malé množství kusů, na němž se nemusí prokazatelně dokázat vyvolávání alergických reakcí. [1] [2] [3]

## 1.4 Obličejové žlázy ve vztahu k brýlím

Mazové a potní žlázy mají specifické rozložení. Například mazové žlázy chybí v kůži dlaní a na chodidlech. Naopak potních žláz je zde nejvíce (z celkového počtu kolem 2,5 mil.). Dále se mazové žlázy nacházejí ve velkém počtu na obličeji, zejména v oblasti čela, nosu a očí. Nejmenší množství se nachází na trupu a končetinách. Mají tvar stočeného klubička a samostatný kapilární vývod na povrchu kůže. V souvislosti s brýlemi zde tyto dvě žlázy hrají důležitou roli. [1] [14]

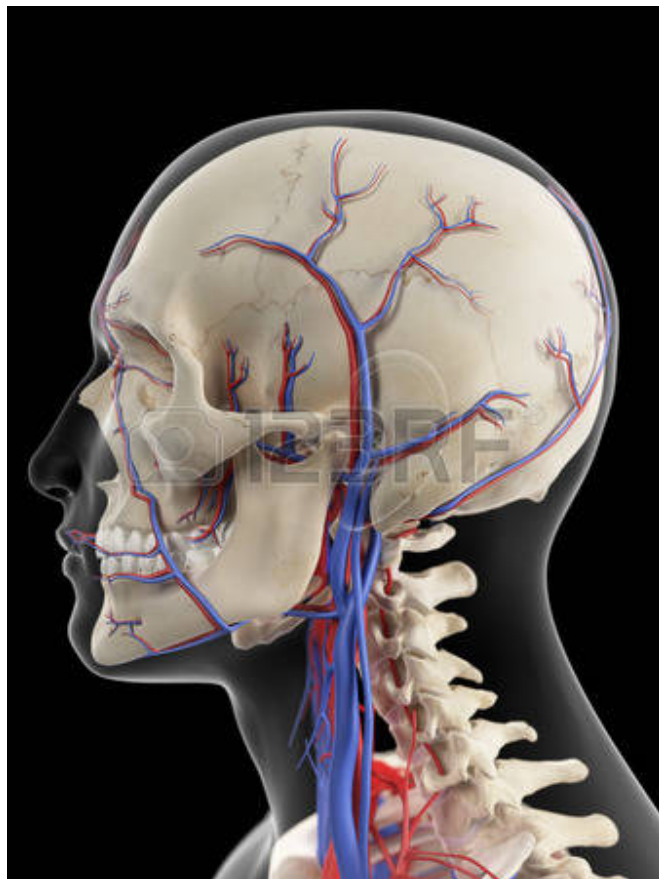
Mazové žlázy ústí do pochvy vlasů a chlupů. Dostávají se na povrch kůže, kde tvoří mazový film, a chrání ji před vysoušením a udržují ji pružnou. Značná koncentrace mazových žláz je také v oblasti nosu. Pro nošení brýlí je tato skutečnost spíše negativní. Nosník či sedýlka brýlí tak doslova sedí na nevhodné mastné nakloněné ploše. V kombinaci s pocením a dalšími faktory se může zhoršit stabilita brýlí. Opět se vracíme ke správné anatomické úpravě za ušima a snažíme se co nejlépe obrubu přizpůsobit, aby se neposouvala směrem dolů. [1] [10] [16]

Potní žlázy a pot jimi tvořený se především skládá z vody a chloridu sodného NaCl (kuchyňská sůl). Dále se v něm nachází proměnlivá koncentrace močoviny, kyselinamočová, keratin, aminokyseliny, mastné kyseliny atd. Takový pot může agresivně působit na brýlovou obrubu a vést ke korozi, znehodnocení materiálu, případně způsobit AKD. Tyto situace jsou velmi individuální, ale mohou být poměrně nepříjemné. [1] [14]



## 1.5 Cévní systém ve vztahu k brýlím

Cévy v našem těle můžeme rozdělit do tří základních skupin. Jedná se o tepny, žíly a vlasečnice. Tepny v našem těle rozvádějí okysličenou krev do tkání. Žíly následně odvádějí odkysličenou krev zpět do srdce a do plic k okysličení. Vlasečnice (kapiláry) jsou nejtenčí cévy, které přivádějí krev k buňkám a sehrávají zásadní roli při metabolismu tkání, kde se pomocí difúze dostávají do buněk plyny a tekutiny. Tomuto procesu se říká mikrocirkulace, během níž se v nich nachází zhruba 5% našeho celkového množství krve, ale právě zde probíhají životně důležité procesy přestupu kyslíku, iontů a živin z krve do tkáně a naopak odvádění oxidu uhličitého a metabolických produktů. V souvislosti s brýlemi se zde jedná o průběh cévního systému v okolí hlavy. [1] [13] [16]



**Obr. 3–Znázornění cév, které kříží stranice brýlí[26]**

Kritickými místy jsou oblasti kořenu nosu, spánků a prostor u horní části uší. Je nutné mít na paměti, že při omezení průtoku cévami v této oblasti může docházet k omezení proudění krve a jejímu městnání. Na obrázku 4 lze vidět průběh tepen a žil, které mohou být značně ovlivněny brýlemi vzhledem k jejich umístění. Tato situace může nastat, když byla například vybrána příliš malá obruba nebo bylo podceněno kvalitní anatomické přizpůsobení brýlí. Důsledky se následně mohou projevit bolestmi hlavy nad stlačeným místem a mohou být někdy zaměňovány s projevy vznikajících refrakčních vad. Při nadměrném tlakovém zatížení kůže začnou tkáňové kožní buňky uvolňovat hormon histamin, který produkuje celá řada buněk. Nejčastěji jej však produkuje bílé krvinky a nervové buňky. Obvykle funguje lokálně na krátkou vzdálenost. Pokud jsou ale buňky drážděny dlouhodobě a histamin je produkován ve velkém množství, může vyvolat KD, která může být bolestivá a může tak znemožnit plnohodnotné užívání konkrétních brýlí. [1] [14] [17]

Prací zkušeného optika a optometristy je neustálé vybalancování problému, kdy se musí dbát na správné a dostatečné upevnění obruby na hlavě, současně však s citem, jelikož nesmí ohrozit metabolismus ovlivněných tkání a jejich cévy.

## 1.6 Vhodný výběr typu sedýlek dle váhy brýlové obruby

Pokud brýle budeme nosit na nose celý den a požadujeme, aby užívání bylo bezproblémové, musíme se při výběru brýlové obruby pozastavit u volby správných sedýlek. Aktuální mezinárodní standard pro nošení brýlové obruby říká, že obruby, které váží do 25 gramů, by měly mít minimální plochu sedýlek  $200 \text{ mm}^2$ , a brýlové obruby, které váží nad 25 gramů, by měly mít minimální plochu sedýlek  $250 \text{ mm}^2$  (plocha obou sedýlek dohromady). Tato skutečnost je bohužel mnohdy ze strany výrobce značně přehlížena a informací o materiálech použitých v obrubách je poskytováno velmi málo. Přesto bývá rozdíl v hmotnosti u brýlí z kvalitních materiálů oproti brýlím z materiálu neznámého ignorován a plocha sedýlek se nijak od výrobce neupravuje. Pokud tyto faktory nezvážíme, jsme potom svědky častých případů otlačené a načervenalé kůže v místě sedýlek či nosníku, které následně mohou znemožnit dlouhodobé užívání brýlí. Pokud během klidové fáze, kterou se rozumí doba strávená doma bez nošení brýlí (spánek), nezmizí červené otlaky na nose, lze usuzovat, že daná plocha sedýlek je nedostačující. Z této skutečnosti se dá odvodit, že se výrobce neřídí normami ohledně plochy sedýlek a spíše upřednostňuje brýle jako módní doplněk, který musí především vypadat dobře. Pomalu se tedy stává, že se malá kulatá sedýlka, která zdaleka nesplňují minimální plochu, stávají novým standardem. Ve studii, kterou prováděl Pan Glyn Walsh [4], se zjišťovala hmotnost náhodných brýlí a jejich plochy sedýlek a to, zda odpovídají normě dle BS BN ISO 12870 (mezinárodní standard, který definuje mechanické a chemické vlastnosti obrub a jejich komponentů). Celkem bylo zváženo 155 kovových obrub a byla změřena plocha jednotlivých sedýlek. Ve výsledku bylo zjištěno, že pouze 5,8% brýlí mělo celkovou plochu sedýlek nad  $200 \text{ mm}^2$ . Z pěti kusů brýlí, které vážily více než 25 gramů, měly pouze dvě obruby plochu sedýlek větší než  $250 \text{ mm}^2$ . Průměrná váha obrub byla 16,09 gramů (v rozmezí od 7,01g do 29,66g). Průměrná plocha sedýlka byla  $80,94 \text{ mm}^2$  (od 56,2 do  $129,5 \text{ mm}^2$ ). Je tedy zřejmé, že jen velmi malé procento komerčních brýlí splňuje normy. Je také možné, že pokud by výrobce tuto normu dodržoval, obruby by nebyly žádané kvůli samotnému vzhledu a kosmetice. Každopádně je až zarážející, jak velké procento brýlí má špatnou velikost sedýlek. [1] [4] [17] [18]

Na druhou stranu zde neexistují žádné aktuální studie, které by skutečně posuzovaly komfort uživatelů v závislosti na ploše sedýlek, ze které by se mohla odvodit nová norma. Tato studie ale v budoucnu pravděpodobně nevznikne, jelikož není ve skutečnosti důvod. I když výrobce nedodrží aktuální normy, neexistuje tak velké množství problematických případů, týkajících se malé plochy sedýlek.[1] [4] [17] [18]

Plocha obou sedýlek se tedy u klasických kovových obrub v průměru pohybuje mezi 112 až 260 mm<sup>2</sup>, zatímco u brýlí s anatomickým nosníkem mezi 400 až 500 mm<sup>2</sup>. Z těchto hodnot vyplývá, že bude pro zatížení kůže mnohem vhodnější zvolit anatomický nosník u plastových brýlí, abychom kůži tolik nezatěžovali kvůli hmotnosti brýlí. Očekáváme-li větší hmotnost brýlí, například z důvodu vysoké korekce, měli bychom určitě uvažovat nad tím, jakou velikost sedýlek zvolíme, aby na kůži doléhaly co největší plochou, případně od samotného začátku volíme plastové obruby nebo brýlové čočky s vyšším indexem lomu. Pokud bychom se tímto aspektem chtěli zabývat více, je možné vážit brýle při výdeji na gramové váze a dle zjištěné váhy případně zvětšit plochu sedýlek a sledovat zákaznickovy reakce. [1] [4] [17] [18]

## **1.7 Vhodný výběr typu sedýlek dle anatomie nosu**

Zásadní roli při výběru plastových obrub s anatomickým nosníkem nebo kovových obrub se sedýlky hraje tvar nosu zákazníka. Musíme si ho dobře prohlédnout, vyzkoušet různé typy obrub a zhodnotit, zda se hodí jak kovové, tak i plastové obruby, případně jen jeden typ. Nos může být například velmi široký či velmi úzký a může být velký problém najít správný anatomický nosník, který nesjíždí dolů a přesně kopíruje tvar nosu. Pokud tento problém nastane, nezbyvá než zákazníka odkázat na kovové obruby se sedýlky, které se dají individuálně přizpůsobit. Můžeme je na nose polohovat a měnit jejich velikost, která přiléhá na kůži, a také je na výběr více materiálů, ze kterých jsou sedýlka vyrobena. [1] [4] [17] [18]

Pokud ve výběru obrub nehraje roli tvar nosu, potom dalším faktorem, kterým je nutno se zabývat, je věk zákazníka. Jelikož se s věkem snižuje elasticita a reprodukční schopnost kůže, musíme uvažovat nad tím, zda by tyto nedostatky nešly vyřešit jiným materiálem sedýlek. Klasická silikonová sedýlka mají tu výhodu, že se „přilepí“ na kůži a podstatně zvyšují tažnou sílu oproti síle tlakové. S přibývajícím věkem mohou silikonová sedýlka tvořit potíže na kůži z důvodu snížené elasticity, a mohou nepříjemně táhnout kůži. V takovém případě je na místě přemýšlet o tom, zda by nebyla vhodnější sedýlka „tvrdá“, která nezatěžují kůži tahově, ale tlakově. [1] [4] [14] [15]



**Obr. 4 – Různé druhy brýlových sedýlek[27]**

## 1.8 Správné anatomické přizpůsobení

V naprosté většině případů nosíme obrubu na hlavě prakticky celý den. V průměru se délka nošení pohybuje kolem 12 hodin denně. Prací optometristy a očního optika je zajistit, aby zákazník obrubu na obličej dobře snášel, aby netlačila a nezatěžovala kůži. Proto při každém výběru brýlové obruby musíme provést kvalitní anatomickou úpravu. Tyto úpravy mohou být velmi individuální. [1] [17] [18]



**Obr. 5 – Správná počáteční anatomická úprava, kdy se obruba dotýká podložky právě ve čtyřech bodech[28]**

Za ideálních podmínek nám výrobce posílá obrubu „správně“ anatomicky přizpůsobenou, tzn. že pokud brýlovou obrubu položíme na rovnou plochu, dotýká se právě ve čtyřech bodech (obrázek 3). Na rovné ploše leží obě koncovky straníc a spodní části očí. Pokud je tato podmínka splněna, je obruba „správně“ anatomicky připravena pro hlavu zákazníka. Samozřejmě je to jen začátek úprav. Jsou zákazníci, kterým obruba sedne na hlavu takřka okamžitě, ale také jsou takoví, u kterých je vyžadována pečlivější úprava. Zákazníci mají individuálně umístěné uši na hlavě, mohou mít různé tvary nosního kořene či různě širokou hlavu nebo mohou mít vystouplý nadočnicový oblouk.

Všechny tyto faktory ovlivňují budoucí tvar obruby, který musíme pomocí patřičných nástrojů upravit tak, aby obruba seděla na hlavě správně, pevně a bez potíží. Jinak řečeno, stranice musí správně kopírovat tvar hlavy za ušima a samotné uši, aby se brýle při běžném používání neposouvaly směrem dopředu po nose a nesjížděly dolů, což bývá velice častým problémem. [1] [17] [18]

S tímto problémem souvisí další skutečnost, a to nesprávný výběr délky stranic, který zde hraje zásadní roli. Pokud jsou totiž stranice příliš krátké, brýle drží na nose nesprávně a opět sjíždí po nose dolů. Problém narůstá společně s váhou obruby. Těžší obruba proto vyžaduje větší posílení stranic. Je proto výhodné využít právě tvar lebky za ušima a pohrát si s přizpůsobením koncovek stranic tak, aby co nejlépe kopírovaly kost spánkovou za ušima. Je-li obruba volná a špatně přizpůsobená, jsou-li stranice příliš krátké nebo pokud stranice časem povolí a sníží se přítlak za ušima, tak se brýlový střed začne po nose posouvat směrem dolů. Anatomicky zešíkmené koncovky stranic pak nesprávně táhnou a drží. To se posléze projeví tlakem za ušima v nežádoucích místech, neboť síla se nerozkládá po celé ploše koncovek, jak by to mělo být po správné anatomické úpravě, ale začne působit na podstatně menší části kůže, což má opět za následek potíže spojené s červenáním, svěděním a případně i bolestí. [1] [17] [18]

## **2 Opticko-fyzikální negativní účinky**

Druhá kapitola této práce se zabývá opticko-fyzikálními negativními účinky, jež se mohou nejčastěji projevit nesprávnou centrací brýlové obruby, ale také vlivem optických vlastností daných brýlových korekčních čoček a jejich aberací.

### **2.1 Obecné zásady centrace brýlové korekce**

Každá brýlová čočka, která bude zabroušena do obruby, se musí správně nacentrovat na oko zákazníka z toho důvodu, aby se co nejvíce eliminovaly vady optického zobrazování a negativní klínové účinky. Pro správnou centraci čoček je třeba zajistit svislou a vodorovnou polohu zornic obou očí, případně další údaje u speciálních korekcí (bifokální, progresivní). [1] [17] [18]

#### **2.1.1 Vodorovná poloha zornic**

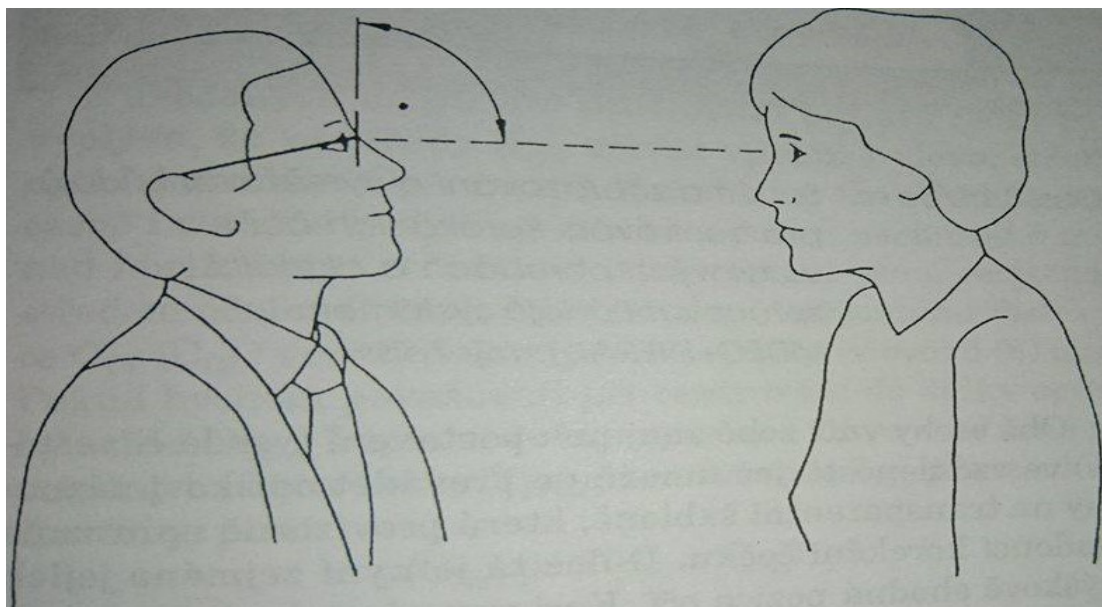
Tato poloha se měří při rovnoběžném postavení pohledových os nebo při sbíhavém postavení pohledových os. V praxi se pro tento údaj využívá pojem „pupilární distance“ neboli PD. Zásadně je třeba udávat polohy zornic zvlášť, jelikož se při zábrusu čoček musí dodržet případná asymetrie. Jako první se měří pozice pravé zornice od středu nosníku (od středu kořene nosu). V současné době se k tomuto měření nejčastěji využívá tzv. pupilometr (PD metr), do něhož se zákazník dívá oběma očima, a pomocí posuvných lišt měříme vzdálenost zornic. Poloha zornic se také velmi jednoduše měří na zkušební obrubě s fólií pomocí metody „pohledu oka do protilehlého oka“. Obruba by vždy měla být dokonale anatomicky přizpůsobena. [1] [17] [18]

#### **2.1.2 Svislá poloha zornic**

Svislá poloha zornic se nedá určit tak jednoznačně jako vodorovná poloha, jelikož průsečík pohledové osy oka s rovinou očníce se mění dle záklonu a předklonu hlavy zákazníka.



Existují dvě metody:        Na střed otáčení oka (SOO)  
                                      Na přímý pohled (PP)



**Obr. 6 – Ukázka centrace na SOO [1]**

Centrace na SOO se provádí proto, aby se dosáhlo bodového zobrazování. Tato podmínka je splněna ve chvíli, kdy optická osa korekční čočky prochází skutečným středem otáčení oka. Této centrace je docíleno tak, že jsou zákazníkovi nasazeny brýle na hlavu tak, aby obruba směřovala kolmo k zemi (obrázek 5). Ve chvíli, kdy je tato podmínka splněna, označíme středy zornic a dostaneme údaje o výšce. U tohoto typu centrace je brýlová čočka lehce podcentrovaná směrem dolů a může způsobovat problémy u anizometropických korekcí. Při vysokých refrakčních vadách se více projevují vady optického zobrazování. Tento typ centrace se používá hlavně při centrování asférických brýlových čoček, které jsou velmi citlivé na přesné dodržení podmínky pro bodové zobrazení. [1] [4] [17] [18]

Z toho důvodu existuje další typ centrace, a to na přímý pohled (PP). Tato centrace se provádí následujícím způsobem: Zákazník se projde s nasazenou obrubou po místnosti tak, aby se stále díval přirozeně do dálky. Právě v téhle přirozené pozici hlavy se zákazník zastaví a je označena poloha zornic. Tímto způsobem je zajištěno, že se při běžném užívání brýlí bude pohledová osa oka shodovat s optickým středem korekční čočky. Na druhou stranu nebude splněna podmínka bodového zobrazování, ale není navozen svislý klínový účinek. [1] [4] [17] [18]

Jestliže centrujeme klasickou korekci do dálky, tak vždy centrujeme na SOO z důvodu co nejkvalitnějšího zobrazení. Centracena PP je používána v ojedinělých případech nebo při užití speciálních brýlových čoček. Provádí se například u progresivních čoček, které mají přesně vytyčenou zónu do dálky, přes kterou se zákazník musí dívat při přirozeném postavení hlavy. Dalším příkladem jsou vysokoindexové čočky, u nichž z důvodu většího indexu lomu skel nastává velká disperze v periférii. Pomocí centrace na PP je možné tuto vadu do určité míry zmenšit na minimum, ale pokud budou potíže dále přetrvávat, není jiná možnost než zvolit čočku s nižším indexem lomu. [1] [4] [17] [18]

V neposlední řadě se musí dbát na správné prohnutí brýlového středu a sklon očnice. Obruba by měla přirozeně kopírovat kulatý tvar obličeje tak, aby se při pohybech oka neměnila vzdálenost rohovka – čočka. Běžné prohnutí dosahuje velikosti kolem 7 až 10 stupňů. V případě, že by obruba měla toto prohnutí vyšší, mohly by opět nastat vady optického zobrazování, především astigmatismus šikmých paprsků. [1] [4] [17] [18]

## 2.2 Důsledky vad optického zobrazování

Vadám optického zobrazování se také říká aberace. V dnešní době se projevují ve vidění přes brýlovou korekci pouze v malé míře, to hlavně při vysokých dioptriích, kde nesmí být ignorovány. Lze se s nimi setkat pouze občas, jelikož již existují korekční čočky z kvalitních optických materiálů, které jsou vyrobeny s různými indexy lomu. Korekční čočky mají také správné kombinace poloměrů křivostí optických ploch, aby tyto vady byly sníženy na minimum. [5] [6] [7]

V případě, že se jedná o optickou soustavu s neměnicím se ohniskem, ale zvětšujícím se zorným polem nebo konkrétně se u brýlí může zvětšovat průměr očí, nelze mluvit o fyzikálně dokonalém zobrazení. Vznikají odchylky, které se od dokonalého zobrazení liší. V ideálním případě paprsky vycházející z předmětového bodu se po průchodu optickou soustavou sbíhají v jednom obrazovém bodě. Pokud toto nenastane a předmětový bod se nezobrazí jako bod, přímka se nezobrazí jako přímka a rovina jako rovina, nemůžeme se bavit o dokonalém zobrazení. [5][6][7]

O ideálním zobrazování se lze bavit pouze tehdy, pokud se paprsky pohybují v blízkosti optické osy nebo v její těsné blízkosti, přičemž jde o odchylku zhruba od dvou do pěti stupňů od optické osy při zobrazování monochromatickým světlem. Tento prostor se nazývá paraxiální prostor a vytváří „dokonalý“ obraz. Pokud dojde k situaci, kdy je obraz tvořen mimo paraxiální prostor, nastávají odchylky od ideálního zobrazení. Obrazem roviny může být rotační plocha, obrazem bodu může být ploška a obrazem přímky může být křivka. Ideální zobrazení je také ovlivněno dopadem světla o různých vlnových délkách, přičemž se obrazy odpovídající různým vlnovým délkám po průchodu optickou soustavou zobrazí v různé velikosti a v různých místech. V tomto případě se jedná o barevné aberace. Všechny tyto odchylky se nazývají aberace. Veškeré vady mají za důsledek zhoršení kvality obrazu. Tím je myšlen obraz neostrý, rozmazaný, barevně nebo rozměrově deformovaný. [1] [5] [6] [7]

## 2.2.1 Rozdělení aberací

Jak již bylo zmíněno, existují aberace, které se projevují buď světlem monochromatickým (má pouze jednu vlnovou délku), nebo světlem chromatickým, které se skládá z více vlnových délek světla. Zde se jedná o světlo bílé (denní). Lze tedy provést základní klasifikaci aberací včetně jejich názvů:

### 1- Monochromatické aberace

- a. Vady, které se projevují tím, že obrazem bodu je ploška
  - i. Vada otvorová
  - ii. Koma
  - iii. Astigmatismus
- b. Vada, která způsobí, že obrazem roviny je rotační plocha
  - i. Zklenutí
- c. Vada, jež se projevuje tím, že obrazem přímky je křivka
  - i. Zkreslení

### 2- Chromatické aberace neboli barevné vady

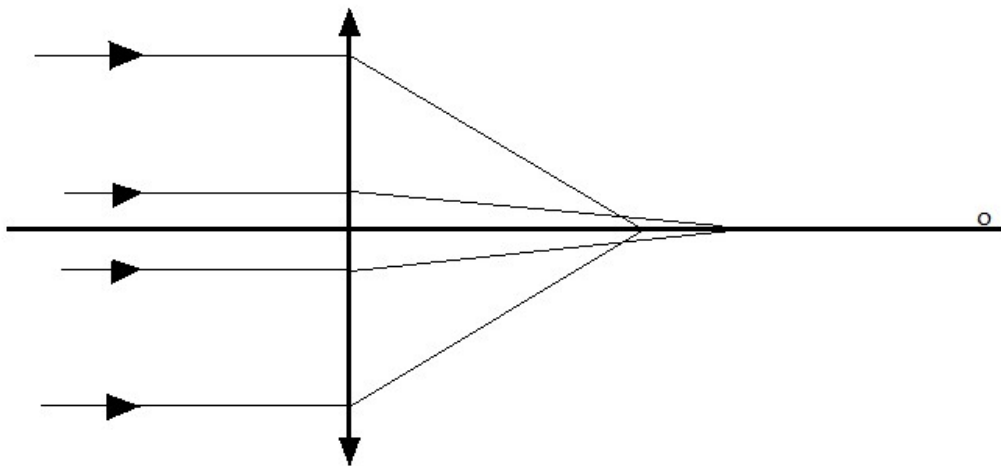
- a. Vada, která způsobí, že se předmět různých vlnových délek zobrazí v různých místech
  - i. Barevná vada polohy
- b. Vada, která způsobí, že obraz v jedné obrazové rovině se zobrazí v různých velikostech
  - i. Barevná vada velikosti [6]

Při nošení brýlové korekce se projevují veškeré aberace, ale v tak malé míře, že si jich zákazník nemusí nikdy všimnout. Dále budou zmíněny pouze aberace, které lze pozorovat vlastníma očima přes brýlovou korekci. Tyto vady bývají velmi malé, a proto jsou brány jako vady v extrémních případech, jako je například vysoká hodnota dioptrií, velká decentrace optické osy korekční čočky (přičemž není splněna centrační podmínka bodového zobrazování) nebo také zvýšení dioptrií v brýlích po delším časovém období a následný nezvyk zákazníka. [5] [6] [7] [17]

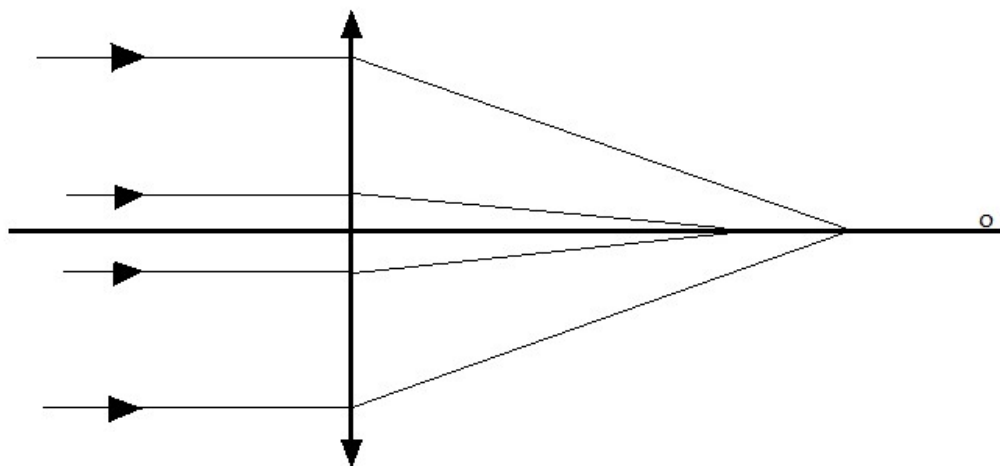
### 2.2.2 Sférická aberace – Otvorová vada

U otvorové vady se lze setkat s označením sférická aberace nebo také kulová vada. Tato označení mohou být zavádějící, jelikož k otvorové vadě dochází i u ploch, které jsou nekulové. V práci bude použito označení otvorová vada. Tato monochromatická vada se projevuje při zobrazení osového předmětu širokým svazkem paprsků o jedné vlnové délce. Světelné paprsky, jež dopadají na střed brýlové čočky (tzn. v paraxiálním prostoru), jsou lámány do jiných obrazových rovin než paprsky, které dopadají na periférii (tzn. v neparaxiálním prostoru). [5] [6] [7]

Tato aberace může mít dvě formy: Pozitivní (podkorigovanou) otvorovou vadu a negativní (překorigovanou) otvorovou vadu. U pozitivní otvorové vady (obrázek 7) jsou paprsky dopadající na periferní část čočky soustředěny blíže k čočce než paprsky paraxiální. Pokud jsou paraxiální paprsky soustředěny blíže čočce, jedná se o negativní otvorovou vadu (obrázek 8). [5] [6] [7]

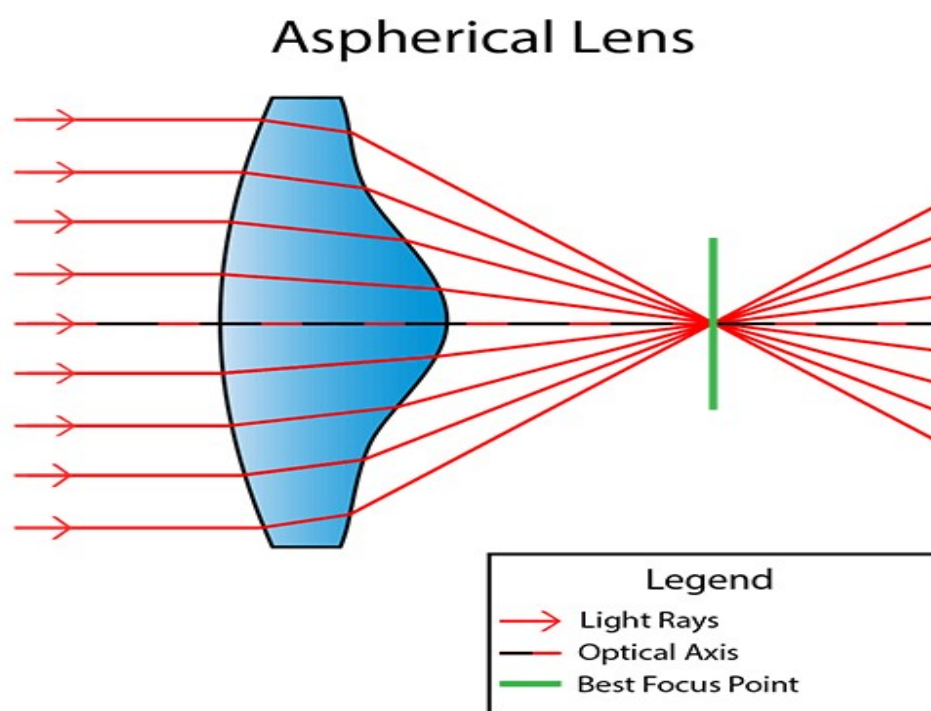


Obr. 7 – Pozitivní sférická aberace [7]



**Obr. 8 – Negativní sférická aberace [7]**

To může být částečně i problémem u korekčních čoček do brýlí, které mají vysokou optickou mohutnost. V takovém případě lze velmi dobře otvorovou vadu kompenzovat pomocí asférických čoček. Zatímco povrch sférické čočky má pouze jeden poloměr křivosti, asférická čočka má směrem do periferie těchto poloměrů více, postupně se oplošťuje a následně se zmenšuje hodnota otvorové vady, jak lze vidět na obrázku 9. [5] [6] [7]



Obr. 9 – „Korigovaná“ otvorová vada pomocí asférické čočky [29]

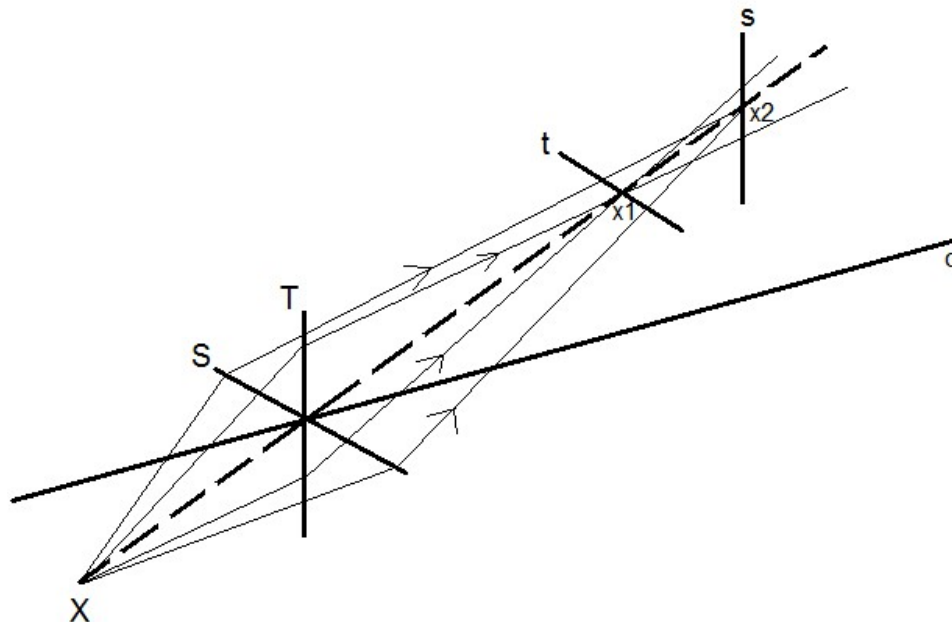
### 2.2.3 Otvorová vada u lidského oka

Čím větší periferní část optického systému oka je vystavena světelným paprskům, tím více se projevují optické aberace. Jestliže má zornice velikost kolem 3 mm nebo méně, například za denního světla, na oku se projeví zanedbatelné množství vad. Jelikož typicky srovnáváme osu vidění s objektem, který chceme pozorovat, otvorovou vadu nemusíme brát v potaz. Neakomodované oko je obvykle (ovšem ne vždy) zatíženo pozitivní otvorovou vadou, která má s věkem tendenci růst. Pozitivní otvorová vada by nabývala ještě větších hodnot nebýt přirozené asfericity rohovky oka. Rohovka je ve středu tenčí než na okraji. Při akomodaci se hodnota pozitivní otvorové vady zmenšuje. Nejmenší je při akomodaci 1,5 D, s vyšší akomodací narůstá hodnota negativní otvorové vady. [7]

Sférická aberace může mít velký dopad na noční vidění. Při slabém osvětlení se zornice roztáhnou, aby se do oka dostalo více světla, ale zároveň se do něj dostávají i neparaxiální paprsky. Periferní paprsky mohou být lámány před sítnicí a tím přispívají k jevu zvanému noční myopie – myopie, která se projevuje pouze za slabého osvětlení. Zajímavostí je fakt, že podstatnou část noční myopie nezpůsobuje otvorová vada, ale akomodace prázdného pole. V situaci, kdy je špatné osvětlení a oko nemá řádný stimulační podnět, začne samo od sebe mírně akomodovat a navodí právě zmíněnou noční myopii. V kombinaci s otvorovou vadou může situace vyústit ve velmi špatné noční vidění, což je nebezpečné zvláště pro řidiče. Při předepisování brýlí je nutné brát tento jev v potaz a ve vybraných případech předepisovat brýlové čočky s lehce větší minusovou hodnotou (či lehce menší plusovou hodnotou), a to nejčastěji právě u řidičů, kteří často řídí v noci. U „běžných“ uživatelů brýlí tedy nehraje významnou roli. Podstatný problém tato vada způsobuje například v optických systémech, kde do objektivů vchází široké svazky paprsků. V knize *Aberrations of Ophthalmic lenses* od pana Edwina Bechtolda je popsáno a zjištěno, že pokud by měl zákazník korekci -20D plan-konkávní čočkou, otvorová vada by (rozdíl mezi periferními a paraxiálními paprsky) při průměru zornice 5mm dosahovala velikosti pouze 0,21D. [7] [8] [18] [19]



## 2.2.4 Astigmatismus šikmých paprsků



Obr. 10 – Grafické znázornění astigmatismu šikmých paprsků [8]

Na obrázku je dán bod, který vysílá světlo jak v sagitální rovině, tak i v rovině tangenciální. Pokud je tento bod na optické ose sférické čočky, úhel dopadu paprsků na čočku je v obou směrech stejný. Pokud je ale bod X mimo osu, jak je znázorněno na obrázku 10, paprsek dopadá v každé rovině na čočku pod jiným úhlem. Tato skutečnost vyústí ve vadu, která se nazývá astigmatismus šikmých paprsků, kdy se bod nezobrazí jako bod, ale jako dvě na sebe kolmé přímky. Tato vada se také může objevit, pokud je předmět na optické ose a čočka vůči ní mění svůj úhel. [5] [6] [7]

V praxi se astigmatismus šikmých paprsků může objevit, pokud se zákazník dívá přes brýle na předmět, který není v rovině optické osy čočky. Zákazník se například dívá do dálky na předmět a bez pootočení či sklopení hlavy se podívá na blízký předmět, který leží mimo osu korekční čočky. Přes brýle poté předmět není ostrý, ale je rozmazaný a různě deformovaný. [5] [6] [7]

Velikost astigmatismu šikmých paprsků vznikajícího při pohledu na blízké předměty mimo optickou osu se dá redukovat. Této redukce je dosaženo správným zakřivením brýlové obruby a jejím správným sklonem. Jestliže je obruba správně anatomicky přizpůsobená a dodržuje toto přizpůsobení, je astigmatismus redukován, ale nikdy ho nelze plně odstranit. [5] [6] [7]

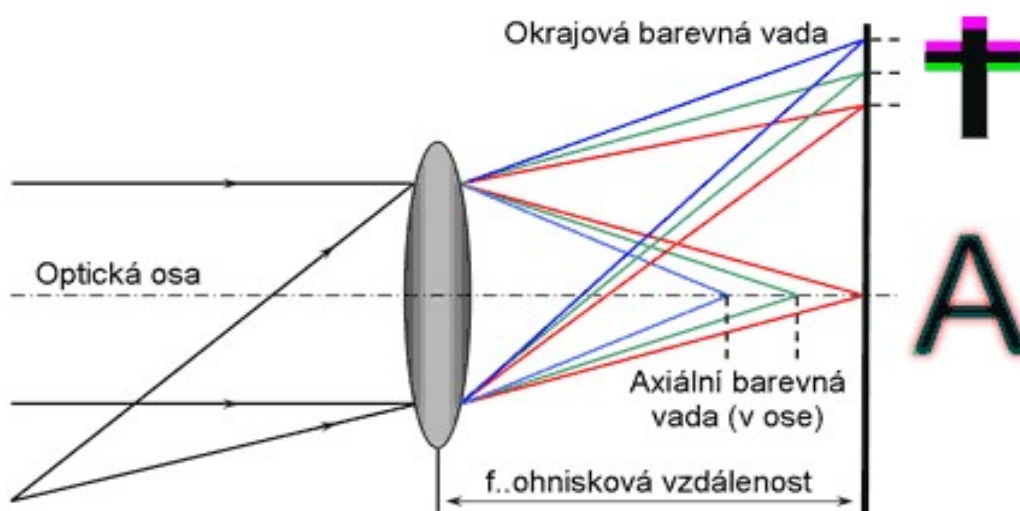
### **2.2.5 Barevná vada**

Zatímco monochromatické vady jsou prezentovány pomocí paprsku o jedné vlnové délce, chromatické vady se projevují za světla bílého. To znamená, že je světlo složeno z více vlnových délek. V našem oboru se zabýváme pouze viditelným spektrem, které se pohybuje od 380nm do 760nm. Tyto vady se objevují, jelikož rychlost světla dané vlnové délky se mění při průchodu daným optickým prostředím. Když světlo prochází optickým prostředím, je rychlost světla o kratší vlnové délce ovlivněna více než rychlost světla o delší vlnové délce. Tento jev lze nejlépe pozorovat na prizmatickém hranolu, skrze který prochází bílé světlo (Obr. 11). Světlo o kratší vlnové délce (modrá) se po průchodu optickým hranolem láme více než světlo o delší vlnové délce (červené). Tento rozklad světla je popisován jako disperze. [5] [6] [7]

Korekční čočky v brýlích jsou svým způsobem dva naproti sobě orientované optické klíny, které rozkládají světlo (Obr. 14). Tato vada má dvě hlavní formy – barevnou vadu velikosti a barevnou vadu polohy. Oba typy vad spolu souvisí a projevují se navzájem. Celý jev lze vysvětlit na obrázku 14. Přes korekční čočku prochází paprsek bílého světla, který se po projití rozloží na paprsky různých vlnových délek. Každý paprsek se na optické ose zobrazí v jiné vzdálenosti než ideální obraz a také obraz se zobrazí v každé vzdálenosti různě vysoký. [5] [6] [18]

U brýlí tato vada není tak patrná, jelikož v naprosté většině případů mají zákazníci slabou korekci, při níž není vada natolik viditelná. Může mít ale za důsledek například barevné hrany ostrých předmětů či rozklad různých světelných zdrojů na „duhu“. Problémy můžeme očekávat při silných korekcích, kde se zákonitě více rozkládá světlo. Zákazníkům takové brýle mohou působit potíže. V takovém případě musí být v první řadě zkontrolována správná centrace čoček a musí se zjistit, zda se zákazník skutečně dívá přes optický střed brýlové čočky. Pokud jsou čočky skutečně nacentrované správně na přímý pohled a problém stále přetrvává, zákazník si musí na korekci zvyknout, nebo je na místě doporučit kontaktní čočky.[1][5][18]

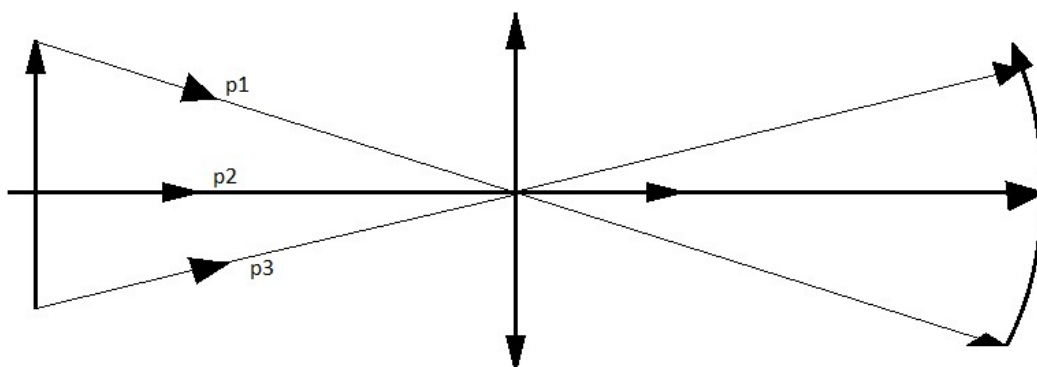
Barevná vada se také zvětšuje s narůstajícím indexem lomu optických skel. Pokud má tedy zákazník vyšší korekci, kterou si žádá ztenčit pomocí čoček o větším indexu lomu, je nutné jej upozornit, že by mohl více vnímat duhové lemování různých hran předmětů. [17]



**Obr. 11 – Důsledek barevné vady na viděný obraz [30]**

## 2.3 Změna ve vnímání perspektivy

Člověk s korekcí vnímá svět jinak než bez korekce. Předměty se zdají být blíže, případně dále než ve skutečnosti jsou. Může se také měnit velikost předmětů a jejich tvar na základě korekční čočky. Brýlová čočka je optické prostředí, které s sebou nese neodstranitelné vady a lidský mozek si na ně musí postupně zvyknout. Hůře se odhaduje vzdálenost a tvary předmětů. Nutno dodat, že tenhle návyk trvá individuálně dlouho a každý člověk se s ním vypořádává jinak. Horší situace nastává u nově korigovaných zákazníků nebo u lidí, kteří korekci dlouho zanedbávali a odkládali a nastala u nich vyšší změna korekce. Samozřejmě je nutno brát v potaz druh použité korekce, jelikož každá z nich deformuje obraz jinak. [5] [6] [7]



**Obr. 12 – Obraz rovinného předmětu se po průchodu spojnou čočkou jeví jako zakřivený. Zakřivení se objevuje, protože neosové části objektu (vrchol a základna šipky) jsou dál od čočky než axiální části, zatímco paprsek p1 a p3 jsou stejně dlouhé jako p2. [7]**

Jako základní rozdělení bychom mohli použít zkreslení poduškovité (u rozptylných čoček) a soudkové (u plusových čoček), které se u každé refrakční vady projeví různě. Záleží na tom, zda se jedná o myopii, hypermetropii případně astigmatismus. Dále je nutné se zabývat typem použité korekční čočky. Jestli je sférická, nebo asférická a jak velkou má optickou mohutnost nebo jak velký je korekční rozdíl mezi novou a starou korekcí zákazníka. Tato vada může vyústit v situaci, při kteréž pacient při pohledu na blízké objekty raději otáčí své oči místo hlavy. Na obrázku 12 můžeme pozorovat, že ne všechny body předmětu jsou ve stejné vzdálenosti od středu korekční čočky. Vrchol a základ šipky jsou v jiné vzdálenosti než její střed. Obrazy těchto bodů se následně také zobrazí v různých vzdálenostech od korekční čočky, takže ve finále nebude vytvořený obraz rovinný, ale zakřivený. Tomuto zobrazení se také říká Petzvalova plocha a tento jev označujeme jako zkreslení pole. I když mimoosové paprsky projdou středem čočky, stále mohou způsobit zkreslení pole. Z toho důvodu nemusí ani předsazená clona eliminovat danou vadu. [5] [6] [7]

Tato vada je závislá na dioptrické hodnotě brýlové čočky. Zákazníky s vysokou korekcí je proto nutné upozornit a poučít, že zkreslení obrazu je naprosto v pořádku a že je nutné si na korekci zvyknout. Pokud by brýle nevyhovovaly, existuje řešení v podobě asférických čoček, jejichž poloměr zakřivení se do periferie zvětšuje a toto zkreslení minimalizuje, jak lze vidět na obrázku 13. [5] [6] [7]



**Obr. 13 – Typy zkreslení. První obrázek je prakticky totožný se zobrazováním asférické čočky [31]**

## 2.4 Změny velikosti zorného pole

S novou brýlovou korekcí přichází také další aspekt, a to je velikost zorného pole a jeho změny, jež bývají různě velké, různě deformované a mohou mít pro nositele za následek rušivý efekt. Skutečnost je ale taková, že člověk už nikdy nebude mít jedno velké, ostré zorné pole, ale vždy uvidí lépe přes brýle a vše kolem brýlí bude rozmazané a většinu času ignorované ze strany našeho mozku. Proto je cílem optometristy a očního technika toto zorné pole co nejvíce zachovat a dosáhnout jeho co možná nejlepší kvality pomocí správného výběru brýlové obruby a korekčních čoček. Je také na místě zmínit, že tento problém vůbec nenastává u korekce pomocí kontaktních čoček, protože kontaktní čočka leží přímo na rohovce a otáčí se společně s pohybem celého oka. Velikost zorného pole závisí na vrcholové lámavosti brýlové čočky a její vzdálenosti od oka a na průměru očníce a optických částí brýlové obruby. [17] [18]

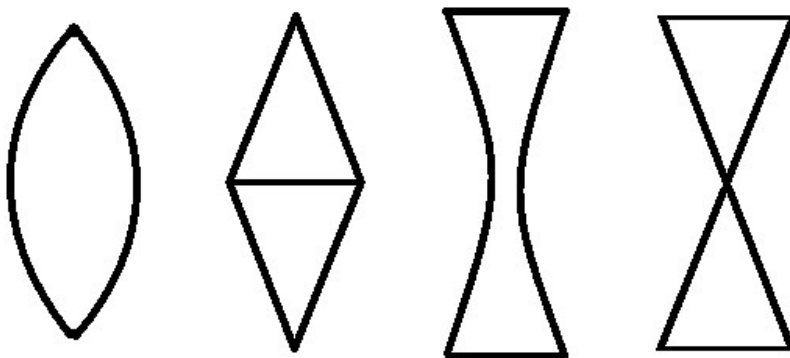
Je rozdíl, zda je v brýlích spojná, nebo rozptylná čočka. Plusová čočka zorné pole zmenšuje, zatímco minusová na druhou stranu zvětšuje. S touto problematikou zde úzce souvisí změna perspektivy, která byla popsána v předchozí kapitole. [17] [18]

Při změně vzdálenosti brýlové čočky před okem se mění zorné pole. Přibližujeme-li plusovou (minusovou) čočku k oku, její dioptrická hodnota se vzhledem k oku zvětšuje (zmenšuje). Na základě této skutečnosti lze vyvodit změny zorného pole při pohybu brýlových čoček. Zákazníkům je nutné tuto změnu vysvětlit nejlépe ještě před výběrem brýlové obruby, aby si případně mohli hned představit zorné pole, ve kterém uvidí ostře. [17] [18]

## 2.5 Negativní účinky při stranových pohledech u brýlové korekce

V následující kapitole budou popsány prizmatické účinky u stranových pohledů při správné centraci brýlových čoček a anizotropické refrakci očí. O rozdílné refrakci se uvažuje z toho důvodu, jelikož se binokulárně klínové účinky odečítají za předpokladu, že jsou báze decentrovány ve stejném směru vůči očím. Pokud má tedy zákazník správně nacentrované brýle a dívá se směrem do stran, jsou báze vzhledem k postavení očí decentrovány stejným směrem a na binokulární souhru očí nemají žádný dopad. Ovšem v případě, kdy je anizotropická refrakce, mohou nastat problémy s rozdílnými klínovými účinky. [1] [8] [17] [18]

Každá korekční čočka představuje vlastně dva naproti sobě orientované prizmatické klíny a každý z nich má svůj prizmatický efekt. Tento jev nenastává, pokud se zákazník dívá přes optický střed korekční čočky. Prizmatický efekt nastává ve chvíli, kdy se například zákazník dívá přes brýle do stran, případně s brýlemi čte a řádně nesklápí hlavu. Během kapitoly bude vysvětleno, co je to prizma a jak velký negativní účinek může způsobit, pokud nebude zákazník řádně poučen o správném užívání korekčních brýlí. [1] [8] [17] [18]

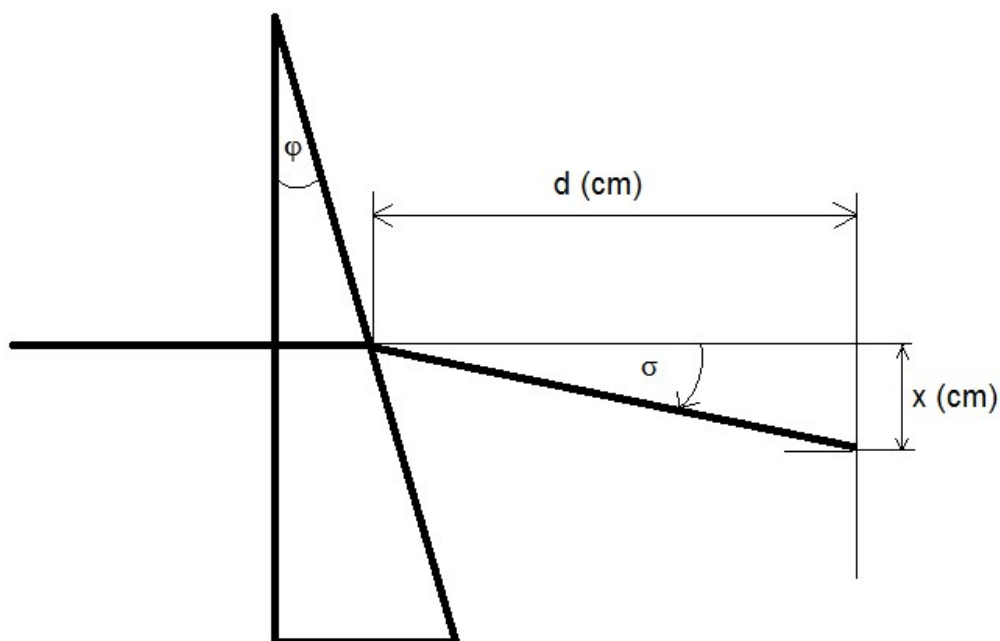


Obr. 14 – Představa spojné a rozptylné čočky jako soustava dvou klínů [17]



## 2.5.1 Prizma

Prizma vzniká u optického klínu, který mění směr paprsku. Síla prizmatu se vyjadřuje v prizmatických dioptriích (značí se  $\Delta$  a má jednotku pD). Na obrázku 15 lze vidět světelný paprsek po průchodu optickým klínem, který dopadá na stínítko 100 cm daleko ( $d$ ). Tento paprsek je vychýlen o 1 cm od své původní dráhy ( $x$ ). Optický klín, který odklání světelný paprsek o 1 cm na vzdálenost 100 cm, má hodnotu 1 pD. Optický klín má funkční úhel, který nám udává sílu klínu a také to, o jakou hodnotu se bude paprsek vychylovat od svého původního směru. Na obrázku 15 je možné vidět bázi klínu (nejširší část). Paprsek se vždy láme směrem k bázi a oko se vždy stáčí k vrcholu klínu. Optický klín láme paprsek vždy stejným směrem a má vždy stejnou hodnotu. Brýlové čočky fungují odlišně, jelikož mají kulatou plochu a směrem k periferii klínový účinek narůstá. [5] [6] [17]



$$\Delta = 100 \frac{x}{d}$$

Obr. 15 – Grafické znázornění prizmatického hranolu [5]

Pokud je paprsek odkloněn o 5cm na vzdálenost 100cm, pak má hranol sílu 5 pD stejně jako paprsek, který je odkloněn o 8 cm na vzdálenost 400 cm, má hodnotu 2 pD. Sílu prizmatu je možné vypočítat pomocí vzorce:

$$\Delta = 100 \cdot \tan \sigma$$

nebo

$$\Delta = 100 \frac{x}{d}$$

kde:  $\Delta$  = prizmatická hodnota v prizmatických dioptriích (pD)

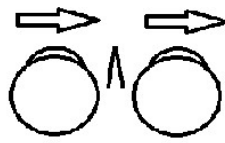
$x$  = vzdálenost, o kterou je paprsek vychýlen (cm)

$d$  = vzdálenost, ve které je měřeno vychýlení paprsku (cm) [5] [6] [17]

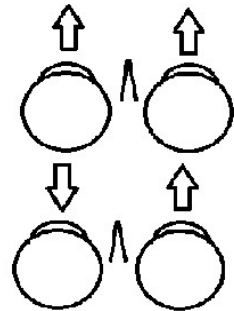
## 2.5.2 Prizmatický účinek brýlových čoček

Korekční čočky mohou být chápány jako soustava dvou klínů (obrázek 14). Prizmatický účinek narůstá se vzdáleností od optického středu, nebo s narůstající dioptrickou hodnotou čočky. Čím větší je prizmatický účinek, tím větší je vychýlení obrazu směrem k bázi. Je nutné mít na paměti, že korekční čočka má jak dioptrickou sílu, která je dána zakřivením optických ploch, tak i prizmatickou sílu, která se zvětšuje směrem do periferie. Čím více se lidské oko dívá skrze periferní část čočky, tím více na oko působí její prizmatický efekt, a tím více musí oko pomocí fúzních rezerv kompenzovat toto vychýlení obrazu, aby se nenarušilo binokulární vidění. Z učiva o binokulárním vidění je zřejmé, že pokud jsou brýlové čočky decentrovány stejným horizontálním směrem, binokulární prizmatický účinek se odčítá. Stejně tomu je při vertikálním prizmatickém účinku. Z toho důvodu u zákazníků, kteří mají stejnou refrakci na pravém i levém oku, nevznikají binokulární potíže. Tyto problémy mohou ale nastat při anizometropické korekci. To znamená, že na pravém a levém oku je rozdílná korekce o 2 D (dioptrie) a více. [1] [11] [20]

Báze jde stejným směrem =  $\Delta$  se odčítá



Báze jde různým směrem =  $\Delta$  se sčítá



Pokud jsou dány brýle, přes které se oční pár dívá periférně a korekční čočky mají plusové hodnoty, na oční pár působí klínový účinek s bází dovnitř, který si vyžaduje divergentní fúzní kompenzaci. V případě, kdy by byla báze ven, oči by vyžadovaly konvergentní fúzi.

Fúzní rezervy určují schopnost motorického systému spojovat pozorované předměty i za situace, kdy mají rozdílné umístění v prostoru pro pravé a levé oko, fúzní rezervy se označují v prizmatických dioptriích (pD). Pomocí prizmatických lišt určíme pozitivní fúzní rezervy (base out), negativní fúzní rezervy (base in) a vertikální fúzní rezervy (base up, base down). Při měření rozsahu fúzních rezerv se měří bod rozostření, bod rozdvojení a bod opětovného spojení. Fúzní rezervy má každý člověk individuální. Hodnotí se maximální možná:

konvergence (pozitivní FR, BO 18–22 pD)

supravergence (BD 2–4 pD)

divergence (negativní FR, BI 6–12 pD)

infravergence (BU 2–4 pD)

Příklad:

Zákazník má brýlovou korekci OP: sph +3 D, OS: sph +6 D. Přes brýle se dívá směrem do periferie 10mm od optického středu čočky. Pomocí vzorce lze vypočítat klínové účinky, které působí na oko.

$$\Delta = 100 \cdot dec \cdot Sb$$

Kde: dec. = posunutí očí od optického středu čočky v metrech

Sb = vrcholová lámavost korekční čočky v dioptriích

Z výpočtu je zřejmý výsledek, že na pravé oko působí klínový účinek  $3\Delta$ , na levé oko působí  $6pD$ . Protože jsou báze klínu orientovány stejným směrem, vzájemné klínové účinky se odčítají. Výsledný klínový účinek je tedy  $3pD$ . Levé oko je tedy zatíženo o  $3pD$  více. V případě, kdy je báze klínu orientována směrem ven (BO), by se muselo levé oko natáčet o větší pohledový úhel směrem dovnitř. Jelikož jsou fúzní rezervy v tomto směru dostatečně velké, brýle by neměly způsobovat žádný problém. Ten by mohl nastat ve chvíli, kdy by na levé oko působil klínový účinek sází dovnitř (BI). Levé oko by bylo nuceno více divergovat. V divergentním směru jsou fúzní rezervy mnohem menší a u zákazníků, kterým nebyla fúzní rezerva vyměřena a kteří ji mají slabší, by mohly nastat potíže při pohledech do blízka. Je nutné pamatovat na to, že je nutné zákazníka poučit o tom, jak se přes brýle správně dívat. [1] [8] [20]

### 2.5.3 Vertikální prizmatický účinek při čtení do blízka

V následující kapitole bude popsán problém při nošení brýlové korekce, se kterým se mohou opět setkat zákazníci s rozdílnou korekcí pravého a levého oka. Jedná se o problém, který může nastat při čtení přes brýle, které jsou určeny do dálky, kdy je navíc na každém oku rozdílná dioptrická korekce. Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, při pozorování předmětu přes brýle bychom se vždy měli dívat přes optický střed korekční čočky, abychom své oko zbytečně nevystavovali prizmatickým účinkům navozeným brýlemi. [1] [8] [20]

Jako příklad lze uvést zákazníka s korekcí OS: -4.0 D, OD: -6.0 D, který se dívá do blízka přes brýle do dálky o 10mm níže, než je optický střed čočky. Daný příklad je uveden u větších dioptrií, jelikož u menších nemusí tento problém způsobovat takové potíže. Z těchto hodnot lze vypočítat prizmatický účinek na každém oku při pohledu do blízka pomocí následujícího vzorce. Decentrace je uváděna v centimetrech a vrcholová lámavost v dioptriích.

$$OS: \Delta = 100dec \cdot Sb = 1 \cdot |4| = 4 pD$$

$$OD: \Delta = 100dec \cdot Sb = 1 \cdot |6| = 6 pD$$

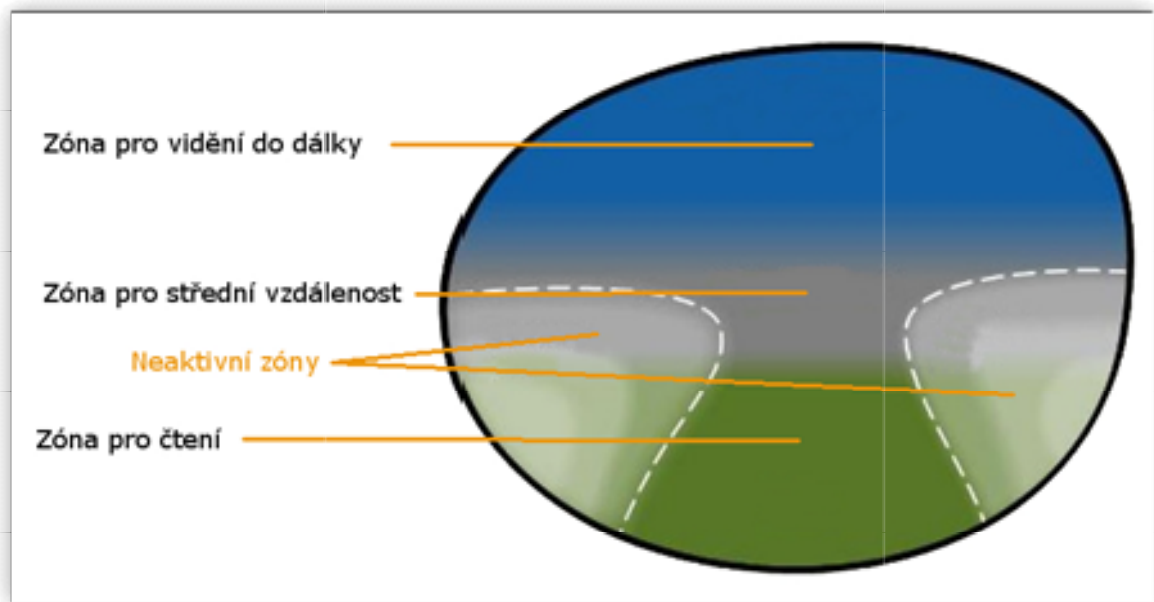
Rozptylná čočka nám naznačuje, že báze navozeného prizmatu je v opačném směru než decentrace čočky. Protože je optický střed čočky umístěn výše než momentální čtecí bod, báze se nachází dole. Z učiva binokulárních klínových účinků je známo, že pokud je vertikální decentrace čoček ve stejném směru, vzájemné klínové účinky se odečítají. V tomto případě to znamená, že celkově je levé oko zatíženo o 2pD více než oko pravé. Schopnost očí kompenzovat vertikální klínové účinky je velmi malá. Z měření fúzních rezerv víme, že většina zákazníků je schopna dosahovat vertikálních fúzních rezerv kolem 2 až 4 pD. Z této skutečnosti lze usuzovat, že u zákazníků, kteří mají malé fúzní rezervy a čtou přes takové brýle, mohou nastat problémy jako rozmazané vidění, či dokonce diplopie z důvodu velkého zatížení očních svalů. [1] [8] [18] [20]

Pokud by tato situace nastala a zákazník by skutečně měl tenhle problém, existuje několik způsobů, jak ho kompenzovat. Jedním ze způsobů zvládnutí problému u jednoohniskových čoček je například posunutí optického středu čočky trochu níže než při běžné centraci do dálky do oblasti, která by se mohla nazývat jako „nejvíce užívaná část korekční čočky“. Správná míra decentrace čočky by se opět musela vypočítat. Museli bychom zjistit, jak velkou část čočky zákazník používá na vidění od dálky, až po blízko. Každopádně tato procedura zahrnuje navození klínových účinků na všechny vzdálenosti, což může opět způsobit problém. Dalším způsobem ke kompenzacitohoto problému je předepsání dalších brýlí, které jsou ale centrovány na pohled do blízka. Zákazník se tedy dívá právě přes optický střed čočky a plně eliminujeme klínové účinky. V takovém případě ale zákazník musí přistoupit na fakt, že se nevyhne dvěma pářům brýlí. Nejjednodušší řešení bývá tím správným, a proto je nejlepší zákazníka na tento eventuální problém upozornit a řádně ho poučit, aby vždy do blízka sklápěl hlavu. [1] [11] [18] [20]

## 2.6 Negativní účinky progresivních brýlových čoček

Pro korekci presbyopie existuje mnoho možností zahrnujících brýle, kontaktní čočky nebo refrakční operace. Korekce se provádí buď pomocí jednoohniskových brýlových čoček, nebo víceohniskových brýlových čoček, jako jsou například bifokální, trifokální a progresivní nazývané také multifokální brýlové čočky.

Obecně poskytují brýle lepší kvalitu vidění než alternativní možnosti korekce jako například multifokální kontaktní čočky nebo refrakční operace, u nichž může například docházet k překrývání obrazů na sítnici a ke ztrátě kontrastu daného obrazu. Stále jsou zde ale negativní účinky, na které si zákazník bude muset během užívání zvyknout, případně se naučit tyto účinky nevnímat při běžném užívání korekční pomůcky. Brýle se také lépe předepisují a relativně jednoduše se dá upravit případná změna korekce na základě dané refrakce například oproti operacím. Brýlové čočky mohou být také bezpečnější, jelikož nedochází ke kontaktu s okem, jako to bývá u kontaktních čoček, případně nevznikají pooperační komplikace, které mohou vzniknout při refrakčních operacích. Progresivní čočky a jejich technologie výroby se neustále modernizují a brýlové čočky jsou už v dnešní době finančně velmi dobře dostupné. Základní čočka se dá pořídit za pár tisíc korun. [17] [18] [21] [22]



**Obr. 16 – Klasická progresivní čočka pro korekci presbyopie [32]**

Na obrázku 16 lze vidět standardní progresivní brýlovou čočku, která má postupný nárůst adice směrem k dolnímu okraji bez viditelných linií, ohraničení nebo změn ve zvětšení obrazu. Tento postupný nárůst plusových dioptrií umožňuje nalezení optimálního plusového přídatku na danou vzdálenost a zákazník tak může docílit ostrého vidění na všechny vzdálenosti od dálky až po čtení. Prostor, kde dochází k tomuto postupnému nárůstu dioptrií, se nazývá progresivní kanál. [17] [18] [21] [22]

Každopádně progresivní brýlové čočky mají dvojí optické „omezení“ nebo také negativní účinky. Zaprvé jsou celkové zóny ostrého vidění do dálky, blízka a na střední vzdálenost menší v porovnání s klasickými jednoohniskovými či bifokálními čočkami. Za druhé jsou na multifokálních čočkách tzv. neaktivní zóny, kde vzniká nechtěný astigmatismus. V takových zónách může docházet k nežádoucímu zvětšení a rozmazání, které může narušit celkové vnímání daného obrazu, a zákazník může pozorovat jakoby obraz „plul“ nebo se nepřírozeně pohyboval – fenomén, kterému se říká tzv. plutí obrazu. [17] [18] [21] [22]



S moderními technologiemi dochází k minimalizaci těchto neaktivních zón a s tím také k minimalizaci rozostřeného obrazu v periferních částech multifokálních čoček. Zároveň se zvětšují zóny ostrého vidění a čočka, se tak stává pro uživatele komfortnější. U těchto moderních čoček se matematicky vypočítávají výrobní procesy, aby se tyto zóny co nejvíce eliminovaly. Zákazníci mají následně možnost si vybrat z více typů multifokálních čoček s různou šířkou progresivních kanálů a s různou velikostí neaktivních zón, což se ale poté adekvátně odráží na ceně dané čočky (viz obrázky 17 a 18). Takové čočky mají méně negativních účinků na uživatele, mezi ně patří například točení hlavy, pocit nevolnosti nebo také rušivé duhové okraje kolem předmětů a narušení celkového komfortu v užívání. Doba návyku je v moderních čočkách rovněž kratší a jen velmi málo zákazníků má problémy s adaptací. Jeden z hlavních problémů nastává při chůzi po schodech. Zákazník má tendenci sklápět oči při pohledu na schody a dívá se právě přes zónu do blízka, přičemž uvidí schody rozmazané a blíže, než skutečně jsou. Tyto problémy jsou ale naštěstí jen otázkou krátkodobé adaptace v řádech dnů, maximálně týdnů, kdy se zákazník učí více sklápět hlavu místo očí, aby se díval přes ideální zónu na danou vzdálenost. [17] [18] [21] [22]



**Obr. 17 – Ukázka úzkého progresivního kanálu [22]**



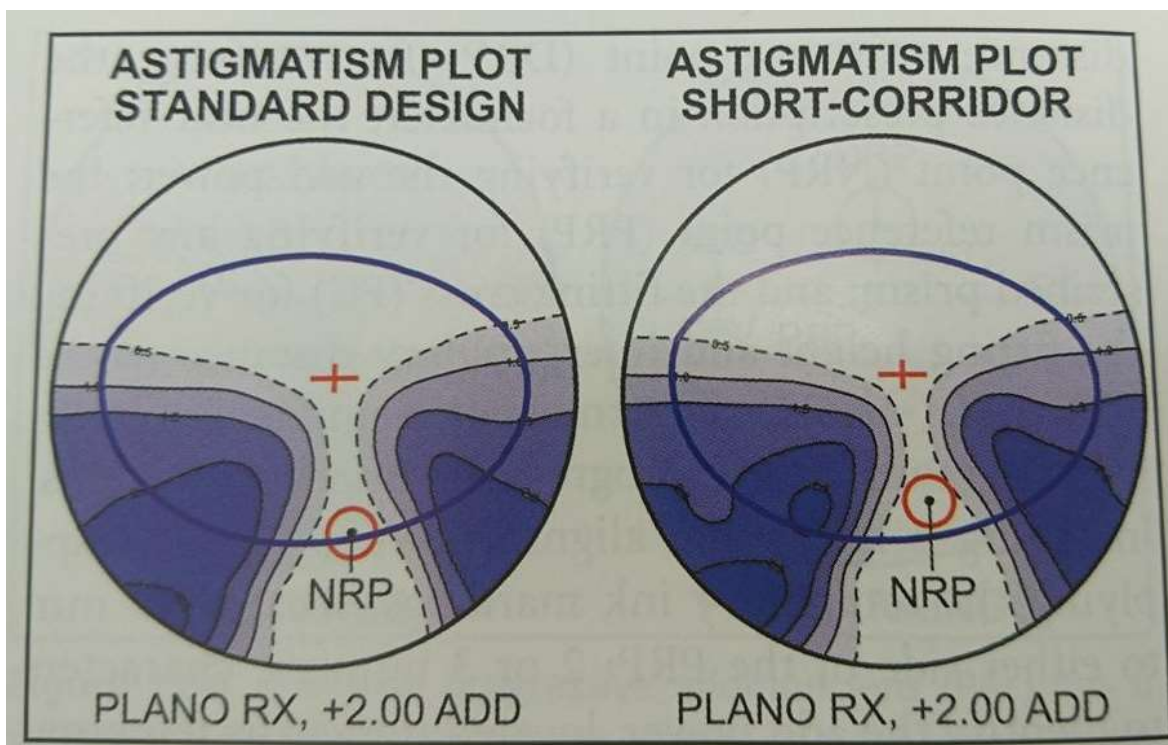
**Obr. 18 – Ukázka širokého progresivního kanálu [22]**

### **2.6.1 Astigmatismus v neaktivních zónách**

Nežádoucí astigmatismus v periférii je kombinací tří hlavních faktorů, které spolu úzce souvisí a mají vliv na celkový obraz.

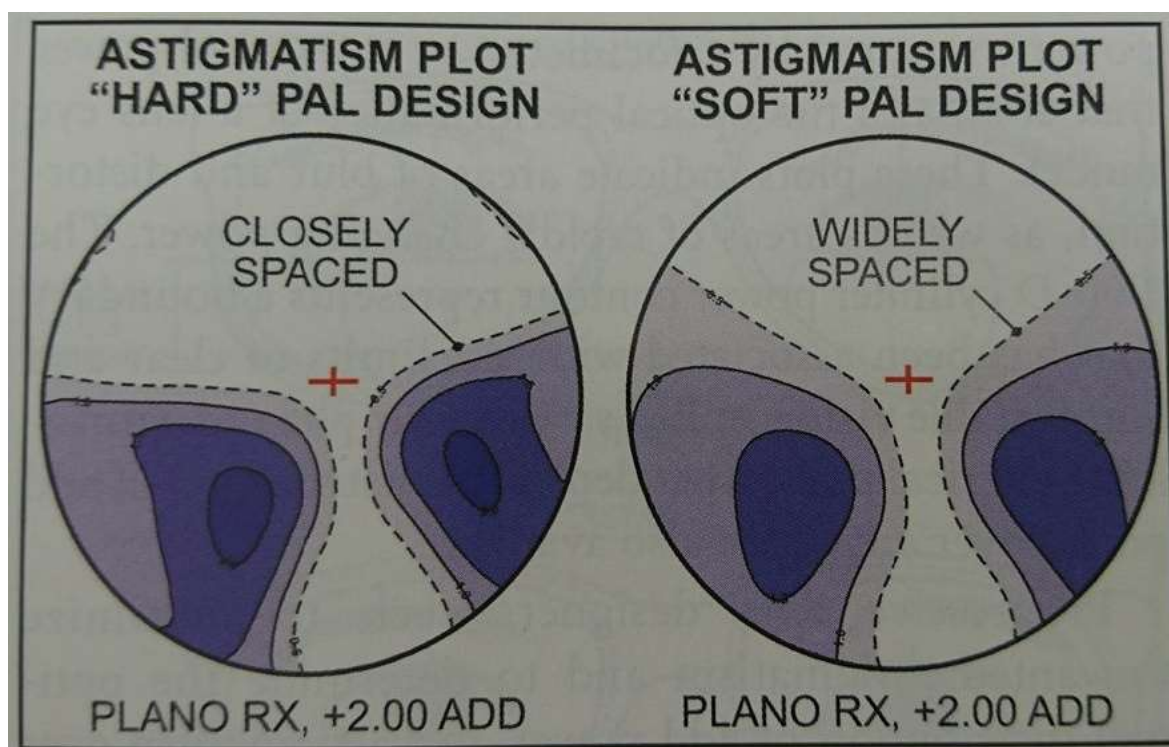
První faktor, při kterém narůstá astigmatismu v periférii, má za následek daná adice multifokální čočky. Míra velikosti astigmatismu je zhruba třikrát větší při použití adice +3.00 D než při použití adice +1.00 D. Je tedy velmi důležité zjistit, jaké má zákazník nároky na práci do blízka a kde je jeho pracovní vzdálenost, abychom nevolili „zbytečně“ velkou adici a nezvětšovali tak astigmatismus v periférii.

Druhý faktor, při kterém narůstá astigmatismu v periférii, má za následek velikost samotných ostrých zón vidění. Paradoxně se astigmatismus rapidně zvyšuje při volbě co největších zón ostrého vidění. Tím je myšlen spíše rapidní skok mezi těmito zónami (obrázek 19).



**Obr. 19 – Ukázka druhého faktoru, kde lze vidět rozdíl velikosti nežádoucího astigmatismu na základě délky zvoleného progresivního kanálu. [21]**

Třetí faktor, při kterém narůstá astigmatismu v periférii, má za následek délka zvoleného progresivního kanálu. Čím je kanál kratší a rozdíl mezi zónou do dálky a do blízka je menší, tím více narůstá astigmatismus v periférii (obrázek 20). V praxi se tedy snažíme volit spíše delší progresivní kanál, přičemž se ale stále musí brát v potaz velikost dané obruby a zda je na delší progresivní kanál místo. Velmi nápomocná je také zrcadlová metoda, kdy pomocí zrcadla zjišťujeme, přes který bod na brýlové čočce zákazník čte a zda bude délka kanálu vyhovovat. Jednou z hlavních příčin potíží u užívání multifokálních brýlí bývá právě zvolení příliš dlouhého kanálu, kdy je zákazník nucen zaklánět hlavu, aby viděl ostře do blízka. [17] [18] [21] [22]



**Obr. 20 – Ukázka třetího faktoru, kde lze vidět závislost velikostí ostrých zón na velikosti nežádoucího astigmatismu. [21]**

Na základě uvedených informací musíme tedy umět zákazníkovi správně vybrat a nabídnout danou multifokální čočku. Musíme znát požadavky zákazníka na vidění a vědět, při jakých činnostech budou dané brýle využívány, abychom nabídli takové čočky, které budou skutečně sloužit, a ne překážet v každodenním životě a měnění návyků dívání. U prvnositelů je vhodnější volit spíše čočky s užším progresivním kanálem, kde je astigmatismus v periférii rozprostřen na velké ploše a nevyvolává tak velké rušivé reakce v komfortu vidění. Je také vhodnější volit brýlové obruby s vyšší očníci, aby se mohl zvolit delší progresivní kanál, který eliminuje astigmatismus v periférii. V každém případě je nejvhodnější začít nosit multifokální brýle co nejdříve, protože čím dříve budou používány, tím je adaptivní schopnost rychlejší a zákazník bude

mít minimální potíže s adaptací na případné zesílení adice nebo změnu refrakce. [17]  
[18] [21] [22]

### 3 Závěr

Cílem této práce bylo poukázat na negativní účinky spojené s užíváním brýlové korekce. Mým záměrem bylo ukázat a popsat optikům a optometristům ty nejčastější negativní účinky korekcí, se kterými se zákazníci mohou setkat.

V první kapitole se věnuji problémům, které se mohou objevit při kontaktu brýlí s kůží. Jaké problémy mohou mít samotné brýlové obruby od výrobce. Zároveň jsem se zde snažil uvést informace a rady pro optiky a optometry, aby byli schopni tyto negativní účinky zmírnit na minimum. Od prvotního výběru správné brýlové obruby, přes správné anatomické přizpůsobení po správný výběr sedýlek a brýlových čoček. A jak následně zákazníky poučit o správném užívání korekční pomůcky.

Ve druhé kapitole bylo mým cílem poukázat na problémy, které mohou nastat při samotném dívání se přes korekční čočky. Jaké mohou vnímat změny viděného obrazu a jak se případně dají tyto negativní účinky zmírnit na minimum.

V celé práci se snažím poukázat na to, že výběr brýlové obruby, refrakce a korekční čočky se nikdy neobejde bez potenciálních problémů. Musíme neustále přemýšlet dopředu nad tím, jaká refrakce bude v brýlích, jaké čočky se zabrousí do brýlové obruby, jaká obruba byla vybrána zákazníkem a všechny tyto údaje zpracovat dohromady a přemýšlet nad výslednými brýlemi, aby zákazník neměl s jejich užíváním problémy při každodenním životě.

## Seznam použitých zdrojů

- (1) RUTRLE, Miloš. *Brylová optika*. 2. přeprac. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. Učební text pro střední zdravotnické školy. ISBN 8070131454.
- (2) WALSH, Glyn a S. Mark WILKINSON. Materials and allergens within spectacle frames: a review. *Contact dermatitis*. 2006 Sep;55(3):130-139. PMID:16918611 DOI:10.1111/j.1600-0536.2006.00791.x. Dostupné také z:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16918611>
- (3) KIM, In Su, YOO, Kwang Ho, KIM, Myeung Nam, HONG, Hyuck Ki, CHOI, Yeon Shik, JO, Young Chang, Beom Joon KIM and Ju Suk LEE. The Fine Scratches of the Spectacle Frames and the Allergic Contact Dermatitis. *Ann Dermatol*. 2013, 25(2): 152–155. DOI: 10.5021/ad.2013.25.2.152. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3662906/>
- (4) WALSH, Glyn. The weight of spectacle frames and the area of their nose pads. *Ophthalmic PhysiolOpt*. 2010,30(4): 402-4. DOI: 10.1111/j.1475-1313.2010.00755.x. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20629962>
- (5) JEXOVÁ, Soňa. *Geometrická optika*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 9788070135211.
- (6) VYŠÍN, Ivo a Jan ŘÍHA. *Paprsková a vlnová optika: studijní modul*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 9788024433349.
- (7) SCHWARTZ, Steven H. *Geometrical and visualoptics: a clinicalintroduction*. New York: McGraw-Hill, 2002. ISBN 0071374159.
- (8) GROSVENOR, Theodore P. *Primary care optometry*. 5th ed. St. Louis, Mo.: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2007. ISBN 9780750675758.
- (9) AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 8070133627.
- (10) KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Anatomie a embryologie oka*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 8070133139.

- (11) RUTRLE, Miloš. *Binokulární korekce na polatestu*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 8070133023.
- (12) RŮŽIČKOVÁ JAREŠOVÁ, Lucie. Stárnutí kůže a péče o ni. *Medicina pro praxi*. 2012, 9(6–7), 293–295. Dostupné také z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2012/06/09.pdf>.
- (13) MAXAM, Ulrich. *Brillentechnik: Linsen, Fassungen, Anpassung, Istandsetzung*. 2. durchg. Aufl. Berlin: Technik, 1983. ISBN 9783341001868.
- (14) MARTÍNEK, Jindřich a Zdeněk VACEK. *Histologický atlas*. Praha: Grada, 2009. ISBN 9788024723938.
- (15) KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Práce a vidění*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999. ISBN 8070132752.
- (16) NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. 3., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0.
- (17) HOUŠKOVÁ, I. *Brýlová technologie – výukové materiály k předmětu Brýlová technologie*. Brno: Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Brno, Merhautova, příspěvková organizace.
- (18) DOČKALOVÁ, B. *Brýlová optika – výukové materiály k předmětu Brýlová optika*. Brno: Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická Brno, Merhautova, příspěvková organizace.
- (19) BECHTOLD, Edwin W. *The Aberrations Of Ophthalmic Lenses*. *Optometry and Vision Science*. 1958, Vol. 35, Iss. 1, pp. 10-24. Dostupné také z: [http://journals.lww.com/optvissci/Citation/1958/01000/THE\\_ABERRATIONS\\_OF\\_OPHTHALMIC\\_LENSSES\\_\\_3.aspx](http://journals.lww.com/optvissci/Citation/1958/01000/THE_ABERRATIONS_OF_OPHTHALMIC_LENSSES__3.aspx)
- (20) HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*. 2., dopl. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 8070132078.
- (21) PALLIKARIS, Ioannis G., Sotiris PLAINIS a W. Neil CHARMAN. *Presbyopia: origins, effects, and treatment*. Thorofare, NJ: SLACK, 2012. ISBN 9781617110269.
- (22) ZEISS Česká republika. *Tipy pro lepší uživatelský komfort progresivních čoček*. *Zeiss.cz* [online]. 2012 [cit. 2017-12-21]. Dostupné z: <https://www.zeiss.cz>



/vision-care/cs\_cz/better-vision/porozumneni-videni/brylove-cocky-a-reseni-vaseho-videni/tipy-pro-lepsi-uzivatelsky-komfort-progresivnich-cocek.html

- (23) MACHOVCOVÁ, Alena. Rizika těhotenství a porodu. *Interní medicína pro praxi*. 2008, 10(9), 418–421. Dostupné také z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2008/09/11.pdf>

## Seznam použitých obrázků:

- (24) AUTOR NEUVEDEN. Kůže. *Hojeni-ran.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <http://www.hojeni-ran.cz/dbpic/kuze-330>
- (25) AUTOR NEUVEDEN. Ukázka kontaktní dermatitidy při nadměrné zátěži brýlí na nosním kořenu. *Crutchfielddermatology.com* [online]. 2013 [cit. 2017-12-24]. Dostupné z: [https://www.crutchfielddermatology.com/caseofthemoth/studies/2013/1\\_2013\\_002.asp](https://www.crutchfielddermatology.com/caseofthemoth/studies/2013/1_2013_002.asp).
- (26) KAULITZKI, Sebastian. Lékařsky přesné znázornění žíly a tepny hlavy. *Cz.123rf.com* [online]. 2016 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://us.123rf.com/450wm/Eraxion/Eraxion1507/Eraxion150701335/42587908-lékařsky-přesné-znázornění-žíly-a-tepny-hlavy.jpg>
- (27) AUTOR NEUVEDEN. Různé druhy brýlových sedýlek. *Silroc.cz* [online]. 2014 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <http://silroc.cz/getFile/id:17667/lastUpdateDate:2014-09-04%2010%3A30%3A28/image.jpg/type:-1>
- (28) AUTOR NEUVEDEN. Správná počáteční anatomická úprava, kdy se obruba dotýká podložky právě ve čtyřech bodech. *Olioptik.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: [http://www.olioptik.cz/olioptik/user/r5260e\\_large.jpg](http://www.olioptik.cz/olioptik/user/r5260e_large.jpg)
- (29) MANSUROV, Nasim. AsphericalLens. *Cdn.photographylife.com* [online]. 2011 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: <https://cdn.photographylife.com/wp-content/uploads/2011/10/Aspherical-Lens.png>

- (30) AUTOR NEUVEDEN. Dopad barevné vady na viděný obraz. *Fotografovani.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: [http://www.fotografovani.cz/oldidif/fotografovani/images2/rom\\_chrom\\_aberace.gif](http://www.fotografovani.cz/oldidif/fotografovani/images2/rom_chrom_aberace.gif)
- (31) AUTOR NEUVEDEN. Typy zkreslení. První obrázek je prakticky totožný se zobrazováním asférické čočky. *Analyza-obrazu.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-12-04]. Dostupné z: [http://www.analyza-obrazu.cz/uploads/RTEmagicP\\_zkresleni-2.jpg](http://www.analyza-obrazu.cz/uploads/RTEmagicP_zkresleni-2.jpg)
- (32) AUTOR NEUVEDEN. Produkty. *Optikaveronika.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-12-21]. Dostupné z: <http://www.optikaveronika.cz/images/produkty4.png>