

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra přírodovědných oborů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Květen 2017

Jan Klouza



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů**

**Optimalizace výběru brýlových čoček vzhledem k refrakční vadě,
potřebám a požadavkům klienta**

**Optimization of the spectacle lenses in accordance with patient's eye disease
and his requirements**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Jan Klouza

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Markéta Žáková

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2016/2017

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Jan Klouza**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Optimalizace výběru brýlových čoček vzhledem k refrakční vadě, potřebám a požadavkům klienta**
Téma anglicky: Optimization of the spectacle lenses in accordance with patient's eye disease and his requirements

Zásady pro vypracování:

Student provede rešerši aktuálních typů brýlových čoček na českém trhu, jejich povrchových úprav a provedení vzhledem k potřebám klientů. V praktické části se bude věnovat sestavení dotazníku, kterým bude vyšetřovat nároky zákazníka na brýlovou čočku a následně zaznamená klientem zakoupenou brýlovou čočku. Provede zhodnocení, zda výběr klienta odpovídá jeho původním záměrům a zaznamenaným požadavkům na brýlovou čočku a vysvětlí takto získané závěry.

Seznam odborné literatury:

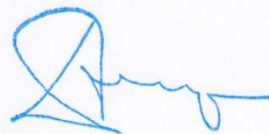
- [1] NAJMAN, L., *Dílenská praxe očního optika*, ed. 2, Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotních oborů, Brno, 2010, ISBN 978-807-0135-297
- [2] MESLIN, D., *Materials and treatments*, Varilux University, ročník 1, číslo 3, 2014
- [3] POLÁŠEK, Jaroslav a kol., *Technický sborník oční optiky*, ed. 1, Praha: Oční optika n. p., 1997, ISBN SIP-41304/03112-301-05-2

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: Mgr. Markéta Žáková



.....
vedoucí katedry / pracoviště



.....
děkan

V Kladně dne 20.02.2017

Název bakalářské práce: Optimalizace výběru brýlových čoček vzhledem k refrakční vadě, potřebám a požadavkům klienta

Abstrakt:

Práce se věnuje problematice výběru brýlových čoček podle potřeb, refrakční vadě a požadavkům klienta. V teoretické části jsou rozebrány druhy čoček podle použitého materiálu, podle druhu optického účinku čoček a povrchové úpravy, která je na čočkách použita.

Praktická část práce rozebírá, zda si klienti nechají poradit při výběru brýlové čočky a jestli jsou se svým výběrem spokojeni. Dále se praktická část věnuje spokojenosti zákazníka s šíří jim nabídnutého sortimentu.

Klíčová slova:

Materiály brýlových čoček, jednoohniskové čočky, multifokální čočky, úpravy brýlových čoček

Bachelor's Thesis title: Optimization of the spectacle lenses in accordance with patient's eye disease and his requirements

Abstract:

The bachelor thesis focuses on issues of choosing of eyeglass lenses according to client needs, refraction and his own demands. The types of lenses are described by material, by sort of optical effect and treatment of eyeglass lenses.

Practical part of thesis describes whether customers let themselves help with their choice of lenses and their satisfaction with it. The other part focuses on client contentment with offered assortment.

Key words:

Materials of eyeglass lenses, unifocal lenses, multifocal lenses, treatments of eyeglass lenses

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat paní Mgr. Markétě Žákové, vedoucí práce, za efektivní vedení a cenné připomínky v průběhu psaní této bakalářské práce a také Ing. Lukášovi Backovi a Michaele Hrubé DiS, za možnost provést praktickou část mé bakalářské práce v jejich firmě, Optika Hrubá s. r. o. ve Dvoře Králové nad Labem.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „*Optimalizace výběru brýlových čoček vzhledem k refrakční vadě, potřebám a požadavkům klienta.*“ vypracoval(a) samostatně a použil(a) k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V dne

.....

podpis

Obsah

Úvod.....	10
Teoretická část	11
1 Základní vlastnosti brýlových čoček	11
1.1 Index lomu.....	11
1.2 Abbeovo číslo (V)	11
1.3 Hustota materiálu.....	12
1.4 Absorpce světla	12
1.5 Propustnost	12
1.6 Odrazivost.....	13
2 Rozdělení čoček podle použitého materiálu	13
2.1 Minerální brýlové čočky.....	13
2.2 Organické brýlové čočky.....	14
2.2.1 CR 39	14
2.2.2 Polykarbonát	15
2.2.3 Trivex	15
2.2.4 Polyuretany	16
3 Rozdělení brýlových čoček podle optického účinku	17
3.1 Jednoohniskové čočky.....	17
3.1.1 Sférické čočky.....	17
3.1.2 Asférické čočky.....	18
3.1.3 Torické čočky.....	18
3.1.4 Sportovní čočky	21
3.1.5 Prizmatické čočky	21
3.1.6 Lentikulární čočky	21
3.2 Brýlové čočky s uvolnění akomodace	22

3.3	Multifokální čočky	22
3.3.1	Bifokální čočky	22
3.3.2	Trifokální čočky	23
3.3.3	Progresivní čočky	24
3.3.4	Degresivní čočky	26
4	Povrchové úpravy brýlových čoček	27
4.1	Tenké vrstvy	27
4.1.1	Tvrzení	27
4.1.2	Antireflexní vrstva	27
4.1.3	Reflexní vrstvy	29
4.1.4	Hydrofóbní vrstva	30
4.1.5	TiO ₂ nanovrstvy	31
4.1.6	Absorpční vrstvy:	32
4.1.7	Fototropní vrstvy	32
4.1.8	Polarizace	33
4.2	Zušlechťující hmoty	33
4.2.1	Tvrzení	33
4.2.2	Barvení organických a minerálních čoček	34
4.2.3	Fototropní čočky	34
5	Praktická část	36
5.1	Cíl práce	36
5.2	Metodika výzkumu	36
5.3	Statistické vyhodnocení dat	36
5.3.1	Test hypotézy	36
5.3.2	H1 – spokojenost klienta s brýlemi po týdnu nošení	38
5.3.3	H2 – spokojenost klienta se šíří nabídky	40
5.3.4	H3 – mladší lidé jsou ochotni si nechat více poradit?	42
5.3.5	H4 – Klienti s vyššími dioptriemi ($\pm 3,00$ dpt) si nechají více poradit	45

5.4 Diskuze	47
Závěr	48
Seznam použité literatury	49
Seznam obrázků	52
Přílohy	54

Úvod

Toto téma bakalářské se zabývá efektivním výběrem brýlových čoček s ohledem na refrakci, potřeby a požadavky klienta. Brýlových čoček je na trhu nepřehledné množství a kombinací, proto je velmi důležité zákazníkům pomoci při jejich výběru. Stěžejní je zeptat se klientů, na co budou brýle používat. Jestli je mají na každodenní, celodenní nošení, jestli chtějí třeba volnočasové sluneční dioptrické brýle, či sluneční brýle na sport nebo brýle do práce, či auta. Lidé často ani nemají ponětí, že existují čočky, které jsou jim přímo „ušité“ na míru.

Teoretická část práce se věnuje souhrnu brýlových čoček, které jsou dostupné na českém trhu. Ze začátku jsou popsány základní vlastnosti brýlových čoček (index lomu, Abbeovo číslo, hustota materiálu, absorpce světla, propustnost a odrazivost).

Následuje kapitola o používaných materiálech pro výrobu čoček., které můžeme primárně rozdělit na čočky minerální (anorganické nebo také skleněné) a čočky organické neboli plastové. Tyto dvě skupiny dále dělíme podle chemického a strukturního složení.

Ve třetí části práce rozebírá rozdělení čoček podle optického účinku. Představuje čočky, o kterých lidé třeba ani nevědí. Většina zákazníků zná jen čočky, které se používají jen na jednu vzdálenost tzn. monofokální a klasické bifokální čočky. Proto je jim potřeba představit a rozšířit obzory o moderních, např. progresivních čočkách a mnoha dalších typech, které pro ně budou optimální.

Poslední kapitola teoretické části představuje klasické, ale i moderní úpravy brýlových čoček, které mohou klientovi usnadnit soužití s brýlemi. Nejen, že máme možnost brýlové čočky chránit tvrzením proti jejich poškrábání, ale i proti rušivým odleskům (antireflexní, polarizační) apod.

Teoretická část

1 Základní vlastnosti brýlových čoček

1.1 Index lomu

Světlo se šíří prostředím, ve kterém se odrazí nebo pohlcuje. Důležitou charakteristikou tohoto prostředí je rychlost v_λ , kterou se jím šíří jednobarevné světlo.

Poměr N_λ rychlosti světla c ve vakuu a rychlosti v_λ světla vlnové délky λ v uvažovaném prostředí se nazývá absolutní index lomu pro světlo vlnové délky λ . Tento absolutní index lomu je vyjádřen vztahem:

$$N_\lambda = \frac{c}{v_\lambda}$$

Poměr absolutního indexu lomu N_λ a indexu lomu prostředí, kde se světlo pohybuje se nazývá relativní index lomu.

$$\frac{N_\lambda}{N'_\lambda}$$

Pro praxi má největší význam index lomu n_λ vzhledem ke vzduchu, což je právě index lomu, který se uvádí na jednotlivé optické materiály v brýlové optice.

Jedná se o poměr rychlosti světla ve vzduchu $v_{0\lambda}$ a rychlosti světla v uvažovaném prostředí v_λ (v našem případě uvažovaném optickém materiálu), jenž je vyjádřen vztahem:

$$n_\lambda = \frac{v_{0\lambda}}{v_\lambda}$$

Index lomu uvedený v katalogu výrobců, ke každé brýlové čočce, je právě tento. Čím vyšší index lomu tím nižší Abbéovo číslo a tím horší kvalita zobrazení, vyšší odrazivost a nižší propustnost. [1, 2]

1.2 Abbeovo číslo (V)

Toto bezrozměrné číslo charakterizuje vlastnosti optického skla. Udává nám disperzní mohutnost daného průhledného prostředí v oblasti viditelného světla. Průměrné hodnoty tohoto čísla se pohybují mezi 20 a 70, přičemž ideální hodnota pro konstrukci brýlových čoček, je co největší, jelikož poté má materiál nízkou disperzi (barevné rozptýlení světla).

Disperze se projevuje, jako barevný lem na okrajích čočky. Nejnižší hranice Abbeova čísla pro konstrukci optických pomůcek by podle všeobecně uznávaných kritérií neměla klesnout pod 30. Avšak v dnešní době moderních materiálů se bere jako standard $V = 40$. Vztah pro vyjádření Abbeova čísla je následující:

$$V = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$$

kdy n_D, n_F a n_C je index lomu příslušného materiálu odpovídajících vlnovým délkám Fraunhoferových čar D, F a C (tj. 589,2 nm, 486,1 nm a 656,3 nm). [1,2]

1.3 Hustota materiálu

Udává nám hmotnost v gramech na jeden cm^3 materiálu. Měrná hmotnost nám poskytuje podstatné informace o materiálech použitých pro výrobu brýlových čoček a je uváděna v katalogích u každého jednotlivého výrobku. [1, 2]

1.4 Absorpce světla

Je fyzikální proces, při kterém je energie fotonu pohlcena předmětem. Pohlcená energie pak může být opět vyzářena nebo může být přeměněna na tepelnou energii. [1, 2]

1.5 Propustnost

Tato vlastnost optického materiálu nám popisuje, jaké množství světla bylo propuštěno materiálem v poměru k množství, které na materiál dopadlo. Světlo, které nebylo propuštěno, bylo buď odraženo nebo pohlceno. Propustnost je závislá na použitém materiálu, struktuře a chemickém složení nebo na vlnové délce, směru, či na polarizaci dopadajícího světla.

V dnešní době je kladen velký důraz na ochranu zraku vůči ultrafialovému záření (UV), které se pohybuje v hodnotách vlnových délek 200 nm – 400 nm. Minerální brýlové čočky, které samy o sobě UV záření propouští, jsou ošetřovány UV filtrem, ale vzhledem k tomu že v dnešní době převládá používání organických materiálů čoček, které ze své podstaty UV záření nepropouští, není potřeba tyto materiály ošetřovat dodatečným UV filtrem. [1, 2, 9]

1.6 Odrazivost

Odrazivost je vlastnost, která je charakterizována poměrem odraženého světelného toku k toku dopadajícímu, kde Φ_0 značí odražený světelný tok a Φ světelný tok dopadající.

$$R = \frac{\Phi_0}{\Phi}$$

Odrazivost také závisí na indexu lomu optického materiálu dle vztahu:

$$R = \left(\frac{n - 1}{n + 1} \right)^2$$

Se zvyšováním indexu lomu materiálu se zvyšuje i jeho odrazivost, která se dá eliminovat nanášením antireflexních vrstev na obě plochy čočky. [1, 2]

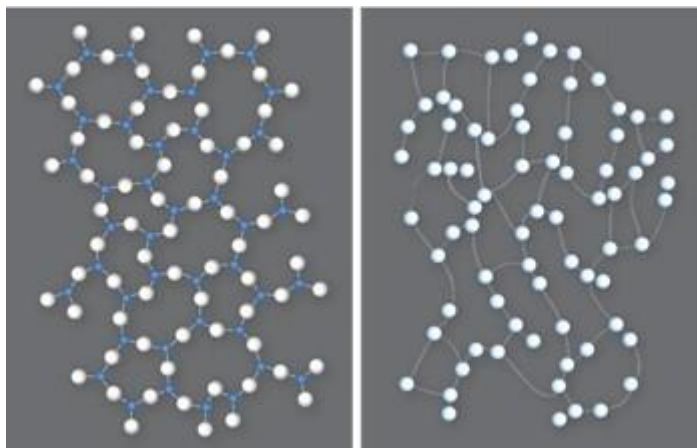
2 Rozdělení čoček podle použitého materiálu

2.1 Minerální brýlové čočky

Minerální (skleněná) čočka je amorfni látka (bez krystalové mřížky), která má výborné optické vlastnosti.

Mezi nejpoužívanější minerální čočky patřilo sklo korunové, které patří mezi těžká skla (draselno-vápenatá) s nízkým indexem lomu a Abbeovým číslem vyšším než 55. Jako druhé bylo používáno sklo flintové (draselno-olovnaté), které je vhodné k použití pro tenčené čočky s vyšším indexem lomu, ale bohužel s nižším Abbeovým číslem (nižší než 50). Nyní se vyrábějí též flintová skla barytová, mající ještě větší index lomu než flintová skla olovnatá a stejnou disperzi. V současnosti jsou stále nabízeny skleněné čočky s indexem lomu od 1,5 – 1,9.

V dnešní době, kdy se minerální čočky téměř neprodávají a kvůli náročnosti výroby, se používá hlavně sklo korunové a jeho další modifikace. Dalšími důvody, proč výroba brýlových čoček ze skla ustupuje, je jednak nebezpečí jejich rozbití s následným rizikem poranění, dají se vložit jen do celoobroučkových brýlí, dále vysoká hmotnost, zvláště u vyšších optických mohutností a větší náročnost na opracování. [1, 2, 3, 16, 17, 18, 19, 24, 26]



Obr.1 - Srovnání struktury minerální (vlevo) a organické čočky (vpravo) (1)

2.2 Organické brýlové čočky

Plastové (organické) brýlové čočky, jsou velice variabilní, v ohledu na vložení čočky do obruby. Není problém použít správně vybranou čočku s ohledem na dioptrie a potřeby klienta, vlastně do jakékoli obruby. Ať už se jedná o poloobrubu na silon nebo vrtané brýle.

Jako první vhodný materiál pro výrobu plastových čoček byl polystyren, avšak jeho křehkost a nízká odolnost vůči oděru byla pro jeho použití nedostačující. Dalším vhodným materiálem byl používán metylmetakrylát. Ale jeho negativními vlastnostmi, byly stejně jako v případě polystyrenu křehkost a malá odolnost proti oděru.

Začaly se proto používat materiály z allylových esterů. Jsou tvrdší a odolnější proti oděru, odolávají chemikáliím nebo deformaci při vyšších teplotách a jsou homogenní, tím pádem čiré, bezbarvé, avšak se dají jednoduše barvit. [2, 3, 16, 17, 18, 19, 24, 26]

2.2.1 CR 39

Asi nejlepší kombinaci vlastností má materiál CR-39 (allyldiglykolkarbonát). Allylový ester vyvinutý během druhé světové války v roce 1939 americkou společností Pittsburgh Plate Glass (PPG Industries). Ze začátku byl používán v armádním průmyslu a v roce 1955 se začal používat v brýlové optice.

Jeho hustota při standardním indexu lomu ($n = 1,498$) je $1,31 \text{ g/cm}^3$. Jeho Abbeovo číslo je asi 59,3. Čočka z tohoto materiálu je schopna absorbovat UV záření do 355 nm, avšak i

v rozmezí od 350 – 400 nm je jeho propustnost snížena. Bohužel tento materiál trpí časem degenerací. Pohlcováním fotonů UV záření může začít žloutnout.

Z těchto údajů vyplývá, že se jedná o materiál s dobrými optickými vlastnostmi, který je zároveň lehký – oproti minerálním čočkám až o 40 %. [2, 3, 19, 24, 26]

2.2.2 Polykarbonát

Tento materiál vyráběný firmou Bayer má standardní index lomu 1,586 a jeho měrná hmotnost je 1,31 g/cm³. Nízká hustota zajišťuje snížení hmotnosti až o 50 % oproti minerálním brýlovým čočkám. Díky jeho vyššímu indexu lomu je použitelný pro čočky s vyšší optickou mohutností avšak jeho Abbeovo číslo se pohybuje mezi 28 – 30. Jeho odolnost vůči UV záření do 385 nm a má vynikající odolnost proti rozbití.

Proto je tento materiál velmi vhodný pro použití do vrtaných, sportovním či dětkých brýlí a je velmi snadno a rychle vyrobitelný. Avšak je špatně barvitelný a velmi náchylný na poškrábání, proto se na něj musí aplikovat velmi tvrdé povrchové vrstvy ochranného laku. [2, 3, 19, 24, 26]

2.2.3 Trivex

Kopolymer materiálu CR 39 a polykarbonátu vyráběný firmou PPG Industries jehož index lomu je 1,532 a hustota 1,11 g/cm³, tudíž je velmi lehký a pružný. Je podobně odolný jako polykarbonát, díky vyššímu Abbeovu číslu (43-45) má lepší optické vlastnosti a jeho odolnost vůči UV záření je do vlnové délky 380 nm. Další vlastností oproti polykarbonátu je lepší odolnost vůči chemikáliím, jako jsou lepidla a rozpouštědla na bázi acetonu. Díky své pružnosti je velice vhodný do vrtaných obrub a burub na silon. Jeho nevýhodou je nižší index lomu a tím tloušťka finální čočky.

Existují další vysokoindexové modifikace trivexu, jako jsou např. Hivex (n = 1,57) nebo Tribid (n = 1,6) s Abbeovým číslem 41 a dále třeba Future-X (n = 1,57) s Abbeovým číslem 43. Díky vyššímu indexu lomu a Abbeovu číslu, jsou čočky tenší a mají lepší optické vlastnosti. Jejich další výhodou je, že časem nežloutnou. [2, 3, 19, 24, 26]



Obr. 2 – ukázka pružnosti trivexové čočky (2)

2.2.4 Polyuretany

Jedná se o thyouretany s vyšším podílem síry, čímž se zvýší index lomu. Jsou to vysokoindexové čočky ($n = 1,6 - 1,74$) umožňující zmenšit tloušťku brýlových čoček. Bohužel kvůli nižšímu Abbeovu číslu 42 – 33 mají horší optické vlastnosti. Jsou velmi vyhledávané klienty díky svým estetickým vlastnostem, ale právě kvůli nízkému Abbeovu číslu, hlavně u čoček s indexem lomu 1,74, mají čočky s vyšší optickou mohutností předpoklad snížené optické kvality a pohody, hlavně v periferii brýlí.

Výhodou je zase jejich snadné obrábění a drážkování, při kterých se uvolňuje typický štiplavý zápach, který by neměly dýchat těhotné ženy. [2, 3, 19, 24, 26]

3 Rozdělení brýlových čoček podle optického účinku

3.1 Jednoohniskové čočky

3.1.1 Sférické čočky

Používají se ke korekci rotačně symetrických (sférických) refrakčních vad, jako jsou myopie, hypermetropie a presbyopie. Patří mezi základní pomůcku ke korekci těchto vad. Jsou charakterizované stálými poloměry křivosti na obou optických plochách.

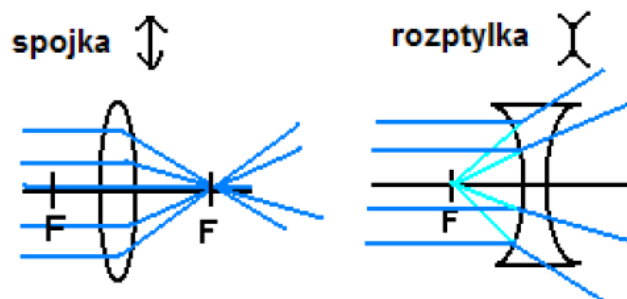
Podle poloměrů křivosti můžeme sférické čočky rozdělit na čočky:

Rozptylné (konkávní)

Tyto čočky se používají ke korekci myopie (krátkozrakosti). Jejich optický účinek je značen znaménkem mínus a vytvářejí z rovnoběžného svazku paprsků svazek rozbíhavý. Tyto čočky jsou tenké uprostřed a směrem k periferii čočky se rozšiřují. Podle tvaru optických ploch rozeznáváme rozptylné čočky bikonkávní, plankonkávní nebo konvexkonkávní.

Spojné (konvexní)

Spojnými čočkami korigujeme hypermetropii (dalekozrakost) a značíme je znaménkem plus. Tyto čočky nám vytvářejí z rovnoběžného svazku paprsků svazek sbíhavý. Spojné čočky mají střed čočky tlustší a k okrajům se oplošťují. Rozeznáváme tyto tvary spojných čoček: bikonvexní, bikonkávní a konkávnokonvexní.



Obr. 3 – Srovnání optického účinku spojené a rozptylné čočky (3)

Bikonkávní a bikonvexní čočky

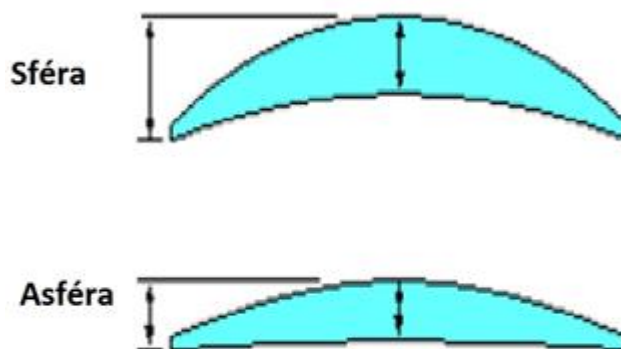
Bikonkávní– dvujduté a bikonvexní – dvojvypuklé čočky mají základní bi-tvar. Jestliže mluvíme o ryze bikonkávních respektive bikonvexních čočkách, jsou to čočky které mají stejné poloměry křivosti obou svých optických ploch a liší se pouze ve znaménku. Tyto čočky nejsou pro svůj tvar ideální pro brýlovou optiku, už kvůli svému tvaru a pro jejich špatné zobrazovací vlastnosti. V současné době se s nimi prakticky nesetkáme.

Plankonkávní a plankonvexní čočky

Ploskoduté a ploskovypuklé čočky odvozujeme ze základní rovinné plochy. Plankonkávní a plankonvexní čočky se v brýlové optice také moc nepoužívají, protože rovinná plocha působí jako zrcadlo a vyvolává rušivé reflexy. [1, 2, 14, 21, 25, 26]

3.1.2 Asférické čočky

Jde o rotačně asférickou čočku, která se k okraji postupně oplošťuje. To nám zajišťuje výrobu tenké a lehké čočky, vhodné pro vyšší plusové dioptrie, což zajišťuje i esteticky pěkné čočky, s velmi dobrými zobrazovacími vlastnostmi i v periférii.



Obr. 4 – porovnání středové tloušťky sférické a asférické čočky (4)

3.1.3 Torické čočky

Jednoohniskové torické čočky se používají ke korekci astigmatismu. Naproti od sférické plochy plocha torická neláme paprsky do jednoho bodu, ale vznikají dvě ohniskové linie, které jsou vždy kolmé na svůj meridián, a v různých vzdálenostech od torické plochy. Tuto vzdálenost nám určuje optická mohutnost čočky.

Rozlišujeme tyto druhy torických čoček: plan-cylindrické, sféro-cylindrické a sféro-torické.

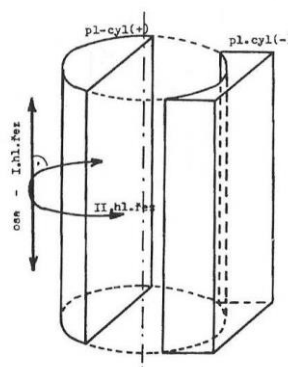


Obr. 5 – torická čočka (5)

Plan-cylindrické čočky

Tyto čočky jsou nejstarším typem torického skla. Tvar této čočky získáme seříznutím rotačního válce (cylindru) v jeho podélné ose.

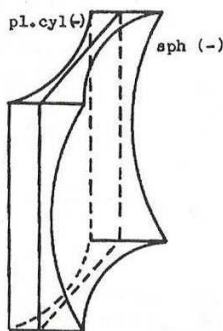
Každá cylindrická čočka má dva hlavní řezy. V případě plan-cylindrů je první rovina procházející rovnoběžně s osou rotačního válce. V této rovině je dioptrická hodnota minimální a v případě plan-cylindrů to znamená, že se rovná nule. Druhá rovina procházející kolmo na osu rotačního válce má maximální lomivost, která je rovna přímo celkové optické mohutnosti daná torické čočky.



Obr. 6 – plan-cylindrická čočka (6)

Sféro-cylindrické čočky

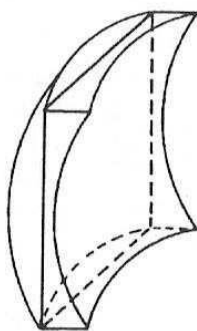
Jsou kombinací sférické čočky s plan-cylindrem. Optická mohutnost prvního hlavního řezu je rovna optické mohutnosti sférického skla. Druhá hlavní rovina odpovídá součtu sférické a cylindrické hodnoty lomivosti.



Obr. č 7 – sféro-cylindrická čočka (7)

Sféro-torické čočky

Tyto čočky se stali náhradou za plan-cylindrické a sféro-cylindrické čočky, protože jsou konstrukčně dokonalejší. Torickou plochu získáme rotací kružnice mimo svůj střed. Tím nám vznikne tvar podobný pivnímu soudku nebo bychom také mohli říci, že se jedná o kombinaci sférické a cylindrické plochy v jedné křivce. Torická čočka se také vyznačuje tím, že ani v jednom řezu nemá nulovou lomivost a tím se liší od čočky cylindrické. Tyto čočky jsou dnes nejlepší variantou korekce astigmatismu. [1, 2, 15, 21, 25, 26]



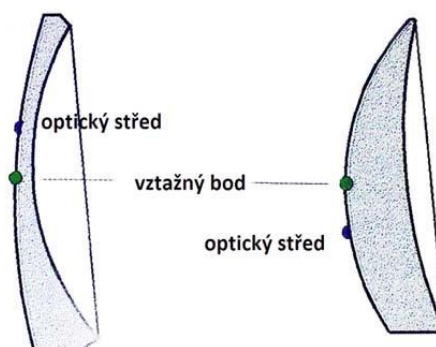
Obr č 8 – sféro-torická čočka (8)

3.1.4 Sportovní čočky

Když bychom vložili klasické jednoohniskové čočky do prohnutých nebo sportovních slunečních brýlí, mohou nám deformovat obraz nebo brýle. Mohou se zde projevit různé aberace vyšších řádů, jako jsou barevné odchylky nebo deformace dioptrií v periférii. V druhém případě mohou brýlovou obrubu vlastně „narovnat“ tak, že by nedržely na obličejí. [3, 31, 32]

3.1.5 Prizmatické čočky

Prizmatické čočky se používají ke korekci heterotropií nebo heteroforií. Každá čočka má bázi, vrchol a tvar klínu, což zajišťuje dvě lámavé plochy. Ty zajišťují, že paprsek procházející těmito plochami se lomí dvakrát ve stejném směru, a to vždy k vrcholu prizmatu. Účinek prizmatických čoček se udává v prizmatických dioptriích. Prizmatická čočka o optické mohutnosti jedné prizmatické dioptrie odkloní světelný paprsek ve vzdálenosti jeden metr o jeden centimetr. [1, 2, 6,15, 21, 25, 26, 33]



Obr 9 – rozptylná (vlevo) a spojná (vpravo) prizmatická čočka (9)

3.1.6 Lentikulární čočky

Jdou speciální brýlové čočky používající se pro korekci vysokých ametropií a to od ± 8 dpt. a samozřejmě se dají použít i pro korekci astigmatismu. Jedná se o čočky se lentikulárním výbrusem, který slouží k odlehčení brýlových skel. Tyto čočky kombinují malou funkční optickou plochu s velkou nosnou plochou., tudíž funkční průměr čočky se mnohem menší než u klasických brýlových čoček.

U konvexních čoček, korigujících hypermetropii, se část této spojně čočky natmelí na základní tenké opticky nulové sklo nebo u organických materiálů se účinku docílí obráběním.

U rozptylných čoček se na zadní straně čočky provede speciální výbrus. Tento způsob umožní snadnější vložení čoček do obrub. Bohužel výsledek není moc esteticky povedený, proto zákazníci od tohoto způsobu korekce ustupují. [30, 33]



Obr. 10 - Lentikulární spojná čočka (10)

3.2 Brýlové čočky s uvolnění akomodace

Neustálé přestřování na různé vzdálenosti je pro oči velmi náročná činnost. Tyto čočky jsou určeny hlavně pro nepresbyopy (od 20-35 let), kteří pracují na blízko, jako jsou studenti nebo pracovníci v kancelářích. Čočky uvolňují akomodaci při běžné práci například na počítači nebo při přestřování ve škole. Většina výrobců používá adici od 0,4 - 0,8 dpt. Je to dostatečující uvolnění pro oční čočku a oči poté pracují mnohem lépe a déle. [18, 19]

3.3 Multifokální čočky

Mezi multifokální čočky řadíme všechny takové, které zajišťují koukání na dvě a více vzdáleností. Jsou to čočky bifokální, v dnešní době už moc nepoužívané čočky trifokální, a čočky progresivní s plynulým přechodem mezi dioptriemi na různé vzdálenosti.

3.3.1 Bifokální čočky

Bifokální neboli dvouohnisková čočka, je taková, která nám zajišťuje dívání pouze na dvě hlavní vzdálenosti. Je charakterizována tím, že na klasickou jednoohniskovou čočku je „přidána“ ještě jedna čočka. Právě ta nám poskytuje pohled do blízka. Podle toho, jakým způsobem je čočka vyrobena, čočky dělíme na bifokální čočky *vybrušované* nebo *zatavované*.

Tvary segmentů se časem měnily. Jako první bylo používáno rovné ohraničení dále potom segment ve tvaru kruhu až k dnes používanému segmentu ve tvaru písmene D, buď s rovným

nebo mírně obloukovitým průběhem horní části dílu. Velkou nevýhodou bifokálních čoček je skok obrazu při změně pohledu z dálky do blízka. To je způsobeno tím, že na rozhraní linie mezi dílem do dálky a do blízka působí různé prizmatické účinky. Na tento nepříjemný jev, si ale klienti po krátké zvyknou a „skok“ obrazu si přestanou uvědomovat. Při sestavování bifokálních čoček musíme dát pozor na několik požadavků. Segmenty na dálku na blízko musí být správně centrovány. A to tak, že optická osa jak segmentu na dálku, tak i do blízka musím procházet středem otáčení oka. Dalším požadavkem je že oba segmenty by měly být bodově zobrazující a prizmatický účinek, na spojovací linii mezi díly na dálku a blízko, by měl být pro oba segmenty stejný, tím se odstraní právě nežádoucí skok obrazu.

Bifokální čočky centrujeme stejně jako čočky jednoohniskové, a to podle PD do dálky a segment do blízka centrujeme 1-2 mm od okraj dolního víčka při pohledu do dálky. Velkou výhodou těchto čoček je, že vedle klasické ametropie nebo astigmatismu, můžeme korigovat i okohybné úchyly. [25, 28, 33]



Obr. 11 – Bifokální čočky s různými tvary segmentů (11)

3.3.2 Trifokální čočky

Tyto čočky se používají hlavně při nepřiměřeně velké adici do blízka, aby se vyrovnal skok mezi rozdílem dioptrií na dálku a blízko. Vložení „mezidílu“ se používá při adici větší než 2D a současně s poklesem akomodační šíře 2D.

Trifokální čočky mohou být také konstruované tak, že segment na dálku je uprostřed mezi dvě díly na blízko. Tyto čočky používali hlavně piloti, kteří potřebovali vidět na přístrojovou desku, kterou mají i nad hlavou. [25, 28, 33]



Obr. 12 – Trifokální čočka (12)

3.3.3 Progresivní čočky

Progresivní čočky používáme pro korigování při ametropii spojenou s presbyopií. Čočky využívají plynulý přechod mezi dioptriemi na dálku a blízko, a hlavně i na střední vzdálenost. Výhodou těchto čoček je, že jsou vyrobeny z jediného kusu materiálu pomocí Free-form technologie. Optická mohutnost čoček se plynule mění přes progresivní kanál (koridor) do blízka. Přední plocha čoček bývá asférická a její poloměr křivosti se plynule zkracuje mírně šikmo a nasádně dolů, což vede ke zvyšování dioptrií, a tak aby čočky sledovaly konvergenci očí. V periferii koridoru a segmentu na blízko vznikají optické vady, které se nedají zcela odstranit. Pohodlnost těchto čoček se určuje právě pomocí šíře tohoto kanálu. Čím je kanál širší, tím jsou čočky pohodlnější, ale také úměrně k tomu se zvedá cena čoček. Šíře kanálu je také závislá na adici. Nejnákladnější, ale nejlepší a nejpohodlnější, jsou individuální progresivní čočky. Tyto čočky jsou „šité na míru“ klientovi. Nepracují pouze s PD zákazníka, ale k výrobě čoček je potřeba zadat prohnutí brýlového středu a pantoskopický úhel (inklinaci) brýlové obruby na obličeji klienta.

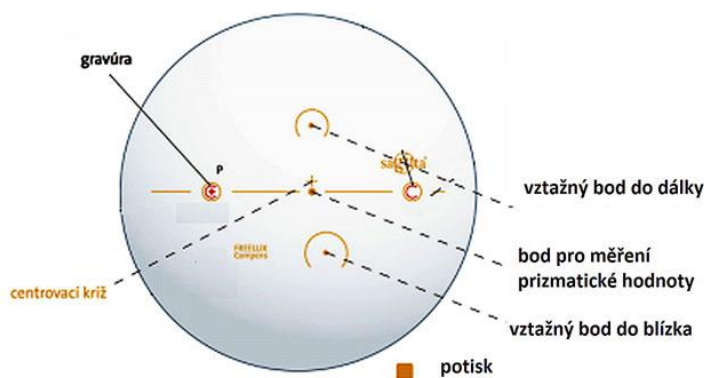


Obr. 13 – ukázka šíře využitelné optické zóny progresivní čočky(13)

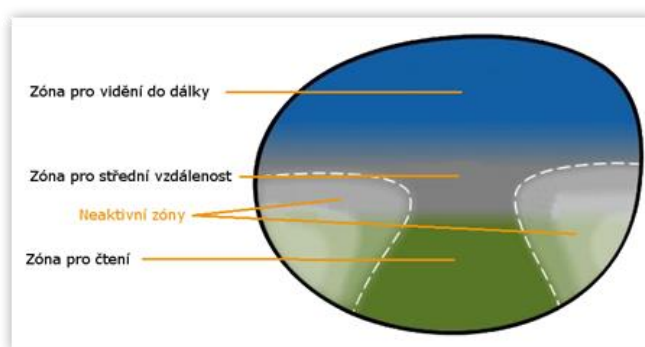
Čím je rozdíl dioptrií mezi dálkou a blížkem větší, tím je koridor užší. Například rozdíl v širší kanálu mezi adicí 1D a 2D může být až 60%, u levnějších typů progresivních čoček.

Dalším faktorem toho, aby byl klient spokojený, je důležité ho dobře edukovat při vyzvednutí brýlí. Je důležité mu správně vysvětlit, jak brýle fungují a jak je používat. Klient si musí uvědomit, že nakloněním hlavy si vyhledá optimální korekční hodnotu na střední vzdálenost a zase při pohledu do blízka musí sklopit oči více než u bifokálních brýlí.

Dále je důležité vybrat správné obruby. Většina výrobců progresivních čoček nabízí tři délky koridoru (XS, M a L), ale i tak je problém tyto čočky vložit do velmi úzké obruby. Naštěstí v dnešní době, kdy móda diktuje i tvar brýlí, se prodávají hlavně brýle, které jsou hlubší než třeba před šesti až deseti lety. Obrubu musíme také vybrat a přizpůsobit tak, aby pevně držela na obličeji, byla co nejbližší očím a spodní část brýlí byla co nejbližší tvářím, protože se tak docílí širšího zorného pole je také důležité pečlivě zakreslit polohu zornic na folie brýlí, jak ve vertikálním, tak v horizontálním směru, při pohledu do nekonečna a při přirozeném postavení hlavy. [18, 19, 28



Obr. 14 – potisk progresivní brýlové čočky (14)



Obr. 15 – umístění optických zón progresivní brýlové čočky (16)

3.3.4 Degresivní čočky

Tyto čočky jsou určeny hlavně pro lidi, kteří pracují v kanceláři a hodně pracují s počítačem nebo je využijí při svých koníčcích. Jsou konstruované podobně jako klasické progresivní čočky pro každodenní nošení, s rozdílem toho, že jako nejširší část s největším zorným polem je část buď na blízko nebo na střední vzdálenost a od toho nahoru je vytvořen úzký koridor pohled do dálky. Většina výrobců nabízí tři úrovně optimalizace pracovních čoček – místnost, PC, kniha, podle toho, co klient preferuje. [18, 19]



Obr. 16 – porovnání progresivní (vlevo) a degresivní čočky (vpravo) (16)

Varianta místnost

Tyto čočky jsou určeny například pro lékaře, právníky nebo pro někoho, kdo pracuje v místnosti, ale potřebuje vidět třeba na dveře v maximální dálce 4 m.

Varianta PC

Varianta PC je pro klienty, kteří pracují celý den na počítači či notebooku, ale zároveň potřebují vidět ostře do blízka. Tato čočka zajišťuje větší pohodlí při práci než například klasická čočka progresivní, protože nejširší segment je právě na střední vzdálenost a do blízka.

Varianta kniha

Tyto čočky vyhovují lidem, kteří pracují s blízkými předměty, například modelaření nebo pro klienty, kteří rádi čtou. [18, 19]

4 Povrchové úpravy brýlových čoček

Povrchové úpravy brýlích čoček nám zajišťují lepší mechanické, estetické a optické vlastnosti čoček. Tyto úpravy můžeme rozdělit do dvou základních skupit. A to tenké vrstvy a zušlechťující hmoty.

4.1 Tenké vrstvy

Mezi tenké vrstvy řadíme antireflexní, reflexní, absorpční, hydrofobní vrstvy, dále pak tvrzení a fototropní vrstvy. Tenké zušlechťující vrstvy musejí mít vlnovou délku v rozmezí elektromagnetického záření.

4.1.1 Tvrzení

Tato úprava čoček se používá pouze u organických materiálů. Plastové čočky se po tvrzení stávají odolnější proti mechanickému poškrábání. Tvrzení je o něco silnější vrstva, než antireflex a je tvořena na dvou základech.

Na bázi křišťálu

Vrstvy na bázi křišťálu mají obrovskou tvrdost a tím pádem odolnost proti poškrábání, bohužel mají špatnou přilnavost právě na organické materiály a při vysokých teplotách mohou praskat.

Monokompozitní a polysiloxanové látky

Tyto vrstvy mají také dobrou odolnost proti oděru a dobře se nanášejí na organické čočky. To je zajištěno tím, že index lomu vrstvy a čočky by měl být stejný. Obsahují jemně nadrcený křemík (Si) nebo křemen (SiO_2). [3, 12, 13, 17, 19, 27, 31]

4.1.2 Antireflexní vrstva

Hlavním úkolem antireflexní vrstvy je eliminovat odlesky, které vznikají na povrchu čočky. Tyto odlesky jsou jak na přední i na zadní straně čočky, proto se antireflex nanášejí, jak na přední, tak zadní plochu čočky. Antireflex zajistí lepší propustnost čočky pro světlo. To projde čočkou a neodráží se zpět do oka. Světlo se odráží na obou rozhraních antireflexní

vrstvy. Dva odražené paprsky (vlny) o stejné vlnové délce se mohou navzájem zcela vyrušit interferencí. Aby k tomuto došlo, je potřeba zajistit dvě podmínky.

Fázovou

K tomu, aby došlo ke vzájemnému vyrušení odražených paprsků, je potřeba zajistit, aby oba měli vzájemně opačnou fázi. Tohoto docílíme tak, že se vytvoří vrstva, pro kterou platí, že se rovná jedné čtvrtině vlnové délky světla.

$$d = \frac{\lambda}{4n^2}$$

Amplitudovou

Antireflexní vrstva musí mít vhodný index lomu, aby odražené světlo mělo stejnou amplitudu, jako světlo dopadající.

4.1.2.1 Reflexy vznikající na čočkách bez antireflexní vrstvy

Vnější reflexy

Vnější reflexy vznikají při odrazu světla od přední plochy čočky. Pro nositele samotného nejsou rušivé, pouze omezují do očí.

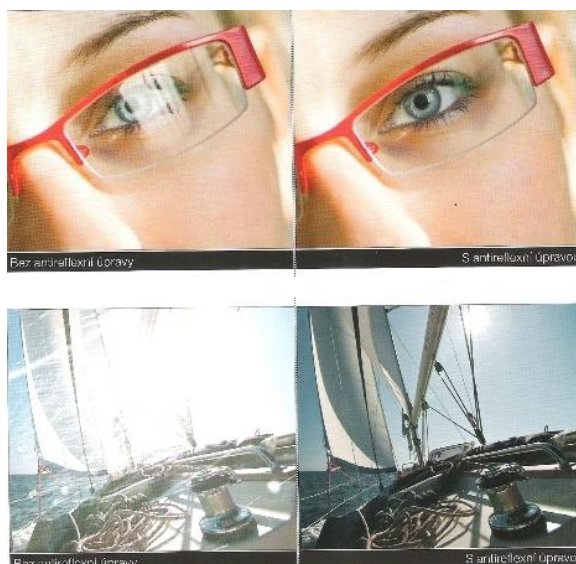
Vnitřní reflexy

K těmto reflexům dochází při odrazu světla od vnitřní plochy čočky. Odražené světlo může dopadat šikmo na pupilu nositele a tím ho oslnit a při určitých podmínkách mohou způsobit dvojitě zobrazení.

Rohovkové reflexy

Všechny tyto odražené obrazy a clony se skládají do přímého obrazu. Snižují kontrast a mohou dokonce zkreslit obsah informací z vnímaného obrazu. To je obzvlášť nepříjemné, když uživatel řídí automobil v noci nebo na vlhké silnici.

U jednovrstevného antireflexu je důležité zvolit takový index lomu a tloušťka, aby došlo k odražení světla o vlnové délce 550 nm. V dnešní době má anitereflex alespoň dvě vrstvy, aby došlo k dobrému odrazu světla. Vrstvení se provádí střídáním vrstev s nižším a vyšším indexem lomu a tloušťky jednotlivých vrstev. [3, 11, 12, 13, 27]



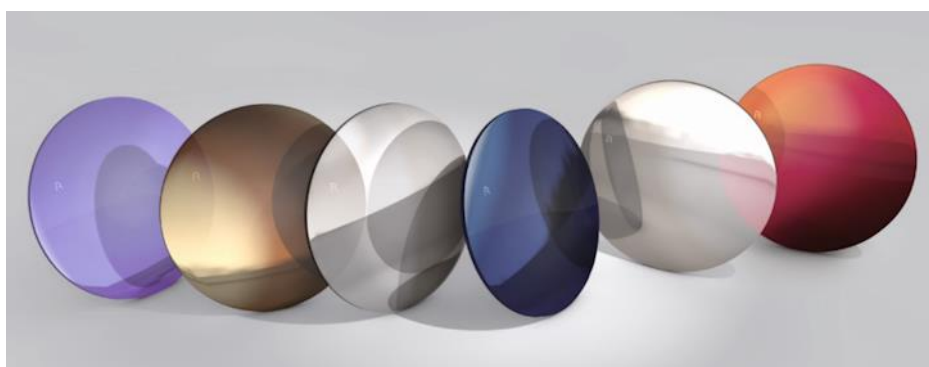
Obr. 17 – ukázka čoček bez (vlevo nahoře a dole) a s antireflexní vrstvou (vpravo nahoře a dole) (17)

4.1.3 Reflexní vrstvy

Reflexní nebo též zrcadlové vrstvy, nám zajišťují snížení propustnosti světla za pomoci odrazivosti. Před aplikací zrcadlové vrstvy musí být základní čočka nejprve nabarvena. Tmavé barvy zaručují požadovanou ochranu proti oslnění a 100 % absorpci slunečního UV záření. Zároveň zlepšují zrcadlový efekt.

Pro konstrukci zrcadlové čočky se používají hlavně kovy (hliník, stříbro, rhodium). Jsou to látky, které mají vyšší index lomu, jsou odolné proti mechanickému poškrábání a stálostí na vzduchu. Odrazivost vrstvy (R) je závislá na dvou veličinách, indexu lomu (n) a indexu absorpce (k). Pro tento vztah platí vzorec: [3, 19, 27]

$$R = \frac{(n - 1)^2 + k}{(n + 1)^2 + k^2}$$



Obr. 18 – zrcadlové čočky (18)

4.1.3.1 Specifické antireflexní úpravy

Antireflexní úprava na ochranu proti modrému světlu

Tato antireflexní úprava předchází zrakové únavě při práci moderními technologiemi. Odráží a snižuje sílu modrého světla (380-500 nm), které jsou klienti v každodenním životě vystavováni, při práci na PC, notebooku, tabletu, či mobilu a i při práci v kanceláři pod umělým světlem (úsporné žárovky nebo zářivky) [16, 17]

Bezbarvá anireflexní vrstva

Každý antireflex má nějakou zbytkovou barvu (zelená, fialová, atd.), která se nemusí barevně hodit k barvě vybrané obruby nebo se nemusí zabarvení klientovi líbit. Je to nejdiskrétnější povrchová úprava, která má velmi dobrou transparentnost a díky ní vidíme velmi dobře do očí i přes brýle. [16, 17]

Povrchová úprava pro řidiče

Vidění je pro řidiče nejdůležitější smysl. Světla v moderních automobilech nejčastěji používání LED a xenonové žárovky. Ty mohou řidiče nepřiměřeně oslnit. Navíc redukuje rušivé odlesky vznikající na čočkách od pouličního osvětlení či mokré vozovky.

Tyto úprava se může kombinovat se speciálními individualizovanými čočkami, které řeší noční myopii při jízdě za tmy. U čoček je aplikována mírná degrese směrem nahoru od zorniček. Tato degrese je maximálně do 0,4 dpt, která přinese ostřejší vidění pouze sklopením hlavy a tím předsazením dioptrií o maximálně 0,4 dpt nižších. [16,17, 18, 19]

4.1.4 Hydrofóbní vrstva

Nanáší se vždy až po antireflexní vrstvě a důvod pro použití AR je, aby se nerovnosti vzniklé na předchozích vrstvách a tím i zvýšení rizika zachytávání prachu a nečistot eliminovali na minimum.

Často se tvrdí, že brýlové čočky s antireflexní vrstvou přitahují více špíny než čočky bez této vrstvy. Není to pravda-čočky se v obou případech znečišťují stejně. Na čočkách s antireflexní vrstvou jsou ale různé nečistoty a také např. otisky prstů nebo zaschlé kapičky vody lépe vidět, protože nepříznivě ovlivňují antireflexní vlastnosti vrstvy. Tento efekt je tím výraznější, čím kvalitnější je antireflexní vrstva, tzn. čím lépe redukuje odrazy. Z tohoto důvodu byla pro čočky s vícenásobnou vrstvou (Super ET) vyvinuta hydrofobní vrstva

(odpuzující vodu), která brání usazování částic prachu a špíny na čočce. To podstatně zjednodušuje péči o čočky.

Jsou-li adhezní síly čočky a kapky vody větší než kohezní síly molekul vody, snaží se jednotlivé molekuly vody usadit na čočce. Čím větší jsou adhezní síly, tím lepší je kontakt mezi molekulami vody a povrchem čočky. Kapka vody ztrácí v místech dotyku s čočkou svůj kulový tvar a rozprostře se na jejím povrchu.

Aplikace vrstvy na povrch čočky snižuje adhezi mezi čočkou a kapkou vody do té míry, že koheze molekul vody převládne nad adhezí. Když se kapka dotkne povrchu čočky, udrží si svůj kulový tvar a steče dolů.

Toto hydrofobní chování způsobují látky nazývané alkylsilany, které se skládají z řetězce uhlovodíků a alespoň jedné skupiny SiOH.

Díky své silné přilnavosti k základnímu materiálu zaručuje skupina SiOH dobrou vazbu hydrofobní vrstvy. Odpuzování vody neboli hydrofobní efekt je vytvářen řetězcem uhlovodíků. [3, 10, 11, 20,]



Obr. 19 – brýlová čočka bez (vlevo) a s hydrofobní vrstvou (vpravo) (19)

4.1.5 TiO₂ nanovrstvy

Nanovrstva na bázi oxidu titaničitého má superhydrofobní vlastnosti a její obrovskou výhodou je samočistící efekt (antibakteriální). To je zajištěno silnou fotokatalytickou aktivitou nano TiO₂ vrstev po ozáření UV zářením. To způsobí rozklad všech látek až na anorganické složky. [3, 18, 19, 35]

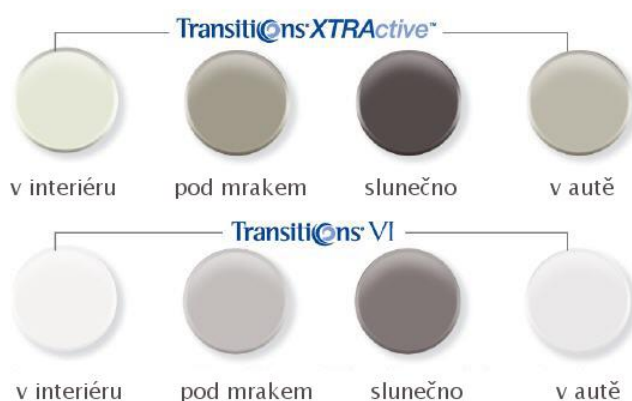
4.1.6 Absorpční vrstvy:

Absorpční vrstvy snižují propustnost viditelného záření do oka. Mají slabý šedý odstín (max. 25%) s nádechem zelené nebo hnědé barvy, to je způsobeno oxidy kovů, ze kterých jsou zhotoveny. Nanášejí se na zadní stranu čočky ještě před napařením antireflexu, protože odrazy od zadní plochy jsou pro klienta více rušivé než odrazy od plochy přední a sniží propustnost viditelného záření do oka. [3, 16, 17]

4.1.7 Fototropní vrstvy

Samozabarvovací čočky se vyrábějí jak z anorganických, tak organických materiálů. Intenzita zbarvení čočky závisí na okolní teplotě a na intenzitě UV záření. Čím je intenzita UV záření vyšší a teplota nižší, tím se čočky zbarví rychleji. Ideální teplota pro nejrychlejší zbarvení čoček je asi 23 °C a vysoké UV záření. Fototropní čočky nejsou nikdy úplně čiré, zbytkové zbarvení je 3 až 16 %. Čočky se vyrábějí v odstínech šedé, hnědé a grafitově zelené a mohou se zbarvit až do 85 %. Čočky jsou už v základu tvrzené a je na ně nanášena antireflexní vrstva pro lepší odolnost a optické vlastnosti.

Velkou nevýhodou, kvůli které si klienti ve většině případech rozmyslí koupi čoček, je že se čočky nezabarvují v autě. Čelní sklo automobilu odfiltruje potřebné množství UV záření a skla se nezabarví a dojde k oslnění řidiče. To mohou částečně vyřešit brýlové čočky Transitions XTRActive, které se zbarví i ve vozidle maximálně do 60 % barvy. Tyto čočky nereagují jen na intenzitu UV záření a teplotu, ale i na míru viditelného světla. [3, 22]



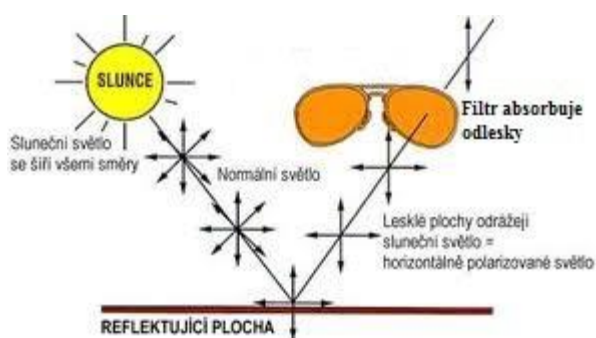
Obr. 20 - porovnání zbarvení čoček Transitions XTRActive (nahore) a na zbarvení čoček Transitions VI. generace (dole) (20)

4.1.8 Polarizace

Polarizované světlo se stane polarizovaným, až poté, co se vlny denního světla, které kmitají všemi směry, odrazí od lesklé plochy (vodní hladina, sklo, atd.), tedy světlem, které se šíří pouze ve dvou rovinách: vertikální a horizontální. Vertikálně polarizované světlo je pro naše oči velmi příjemné. Díky němu vidíme barevně a kontrastně. Na druhou stranu světlo polarizované horizontálně oči oslňuje a vytváří optické šумы. Právě k tomu slouží polarizované brýle.

Propouštějí pouze vertikální vlnění, které je pro oči příjemné a filtrují horizontální rovinu odraženého světla.

Pro lepší vidění přes polarizované čočky se čočky ještě barví. Nejčastěji do šedé, hnědé nebo zelené barvy. Při zábrusu polarizované čočky, je potřeba dát pozor na úhel polarizace (natočením filtru). Odstíněny jsou jen ty paprsky, které jsou kolmé k polarizační čočce. [3, 23]



Obr. 21 – schéma fungování polarizovaných čoček (21)

4.2 Zušlechťující hmoty

Když mluvíme o zušlechtění čoček, znamená to, že látka, která se nanáší na čočky, nějakým způsobem proniká do jejího materiálu. Jako je tvrzení anorganických čoček, UV filtr, barvení organických čoček nebo čočky fototropní.

4.2.1 Tvrzení

Toto tvrzení nám zajistí, že minerální (skleněná) čočka se při rozbití neroztříští. Podle normy z roku 1972 společnosti FDA (Food and Drug Administration) by měla tvrzená minerální čočky vydržet náraz ocelové kuličky o velikosti 5/8 palce (asi 1,56 cm) z výšky 50

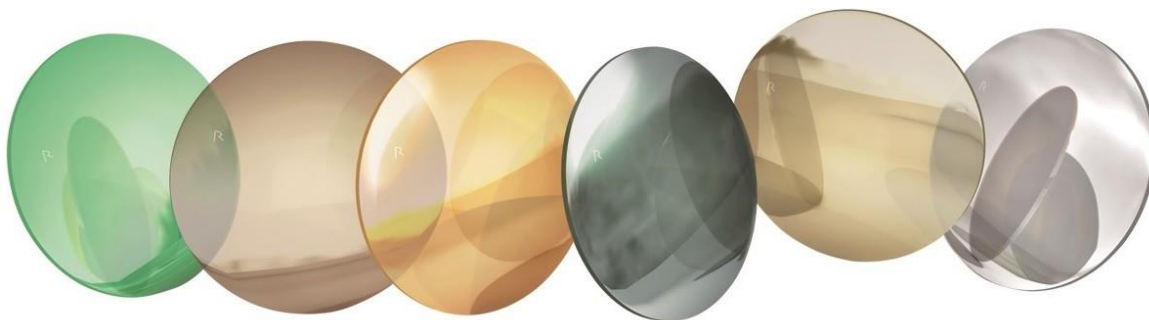
palců (1,25 m). V roce 1997 bylo ustanoveno, že tvrzená minerální čočka musí vydržet sílu, kterou působí 22 mm velká kovová kulička, která po dobu 10 s působí silou 100 N (10 kg). Existují dva způsoby, jak vytvrdit minerální čočku – pomocí tepelného a chemického tvrzení. [3, 35]

4.2.2 Barvení organických a minerálních čoček

Barvení organických čoček probíhá tak, že barva proniká difúzí do molekulární struktury organické čočky. Při barvení se nejčastěji používají textilní barviva. Poměr barviva a vody je jeden gram v jednom litru vody. Vlastnosti materiálu se poté ještě vylepšují přidáním speciálního barviva s UV ochranou, do již vytvořeného roztoku barvy.

Plastové čočky se mohou opatřit ještě tzv. gradálním zabarvením. Jedná se o postupné obarvení čočky, kde se barva postupně od shora dolů zesvětluje. Toto barvení je velice příjemné pro práci na blízko. Ve spodní části je čočka prakticky čirá, proto třeba čtení knížky nebo kaplička přístrojů v automobilu, není zkreslena.

Barvení minerálních čoček se už kvůli poptávce prakticky nedělá, ale přeci jen ho mají některé firmy ve svém portfoliu. Barvení je ale velice omezeno ve výběru barev. Oproti barevné škále u organických čoček (opravdu není problém nanést na plastové čočky jakoukoli barvu), na minerální čočky se nanášejí pouze brvy v odstínech šedé a hnědé. [9, 35]



Obr. 22 – barvené brýlové čočky (22)

4.2.3 Fototropní čočky

Fototropní minerální čočky se vyrábějí tak, že látka, halogeny stříbra, reagující na UV záření, je přidána ještě do směsi potřebné k výrově čočky. Zabarvování čočky reaguje na UV

záření o vlnové délce 380-400 nm. Obrovská výhodou těchto čoček je, že postupem času nemění svoji barvu ani rychlost zabarvování, jako je tomu v případě organických čoček. [23]

5 Praktická část

5.1 Cíl práce

Cílem této práce bylo efektivně poradit klientovi s výběrem brýlových čoček s ohledem na jeho refrakci, potřeby a požadavky na brýlové čočky. Dále se zaměřit na spokojenost zákazníka s vybranými čočkami, ať už vybranými optikem nebo klientem samotným. Dále se zjišťovalo, zda byl klient spokojený se širší nabídnutého sortimentu.

5.2 Metodika výzkumu

Každá osoba byla důkladně vyzpovídána, co si představuje o vlastnostech brýlové čočky. Jak je bude využívat (každodenní nošení, sport, pouze práce, koníčky) a jestli mají mít čočky nějakou specifickou vlastnost. Výzkum probíhal v soukromé optice; Optika Hrubá s.r.o., Dvůr Králové nad Labem, za pomoci speciálně sestaveného standardizovaného, dotazníku (viz. příloha 1, vyplnění příloha 2). Po týdnu od vyzvednutí čoček, bylo zákazníkům zavoláno, jak jsou spokojeni s výběrem svých čoček a jestli byli spokojeni s širší nabídnutého sortimentu. Dotazníků bylo vyplněno 74. Všechna data byla zanesena do tabulek a následně porovnávána a statisticky vyhodnocena.

5.3 Statistické vyhodnocení dat+

Ke statistickému zpracování dat byl použit program Microsoft Excel verze 2016, dále byl použit program ControlFreak od kanadské společnosti Contchart Software.

5.3.1 Test hypotézy

Jednovýběrový T-test

Test byl použit pro hypotézy H1 a H2. Pro účely testu jsou slovní odpovědi ANO/NE na zkoumanou otázku převedeny do číselné škály 0/1. V daném testu je nejprve stanoven předpokládaný průměr. Vzhledem k povaze hypotéz je za předpokladu stejné pravděpodobnosti obou odpovědí stanoven průměr uměle na hodnotu 0,5.

Normální rozdělení vstupních dat je předpokladem pro použití t-testu k testování hypotézy. T-testy mají o něco silnější vypovídající hodnotu než testy, které normální rozdělení nepředpokládají. Vzhledem k množství dat, můžeme normální rozdělení předpokládat. K testování platnosti nulové hypotézy je tedy vhodné vzhledem k vstupním datům použít jednovýběrový t-test.

Test Chí-kvadrát

Test byl použit pro hypotézy H3 a H4. V daném testu jsou nejprve zaznamenány četnosti výskytu zkoumaného znaku v podskupinách. Následně je kalkulováno rozložení četností v ideálním případě, tedy v případě nezávislosti zkoumaných faktorů. Na základě rozdílu mezi empirickými hodnotami četnosti statistického znaku a četnostmi znaku v ideálním případě je vyhodnoceno testové kritérium.

Aby byl test validní, je potřeba, aby více než 80% teoretických četností přesahovalo hodnotu 5. Navíc nesmí žádná teoretická četnost být menší než 1. Pro udržení těchto podmínek, lze sloučit vhodné skupiny respondentů a tím navýšit teoretické četnosti nad požadovanou hranici pro validnost testu.

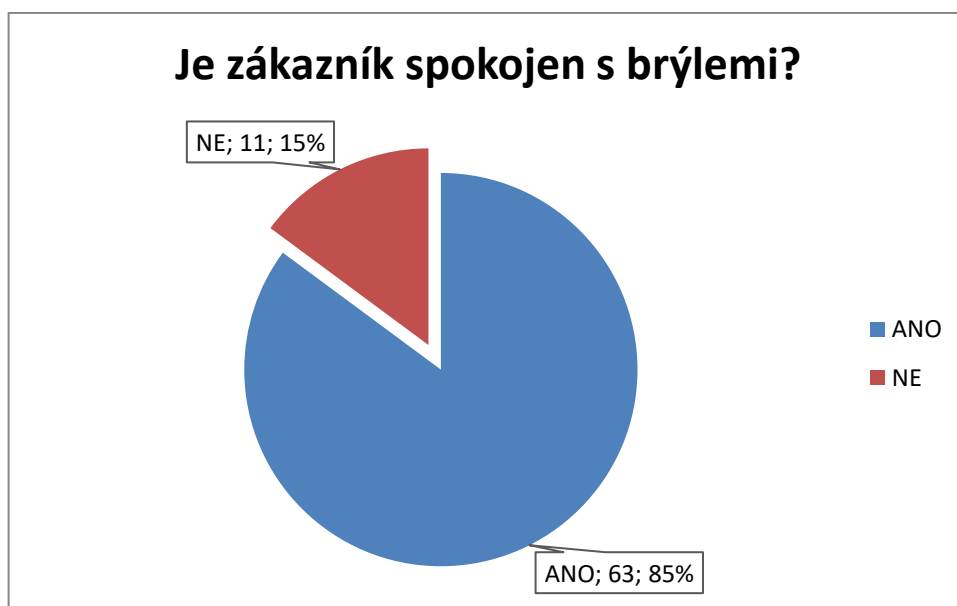
5.3.2 H1 – spokojenost klienta s brýlemi po týdnu nošení

Výzkumná otázka

Jsou zákazníci spokojeni po týdnu používání? Splnil výběr jejich očekávání.

Prvotní průzkum dat

Na základě jednoduché úvodní analýzy a následné vizualizace výsledků je vidět, že spokojení zákazníci by mohli převládat nad nespokojenými.



Graf č. 1 – Spokojenost zákazníka s brýlemi po týdnu nošení

Úvodní průzkum vede k následující hypotéze.

Hypotézy

H₀₁

Předpokládáme, že spokojenost zákazníka je stejně pravděpodobná jako jeho nespokojenost. Počet spokojených i nespokojených zákazníků je vyrovnaný.

H₁

Počet spokojených zákazníků výrazně převyšuje počet nespokojených.

Test hypotézy

Sledovaným statistickým znakem je spokojenost zákazníka po týdnu užívání brýlí. Po vyhodnocení t-testu nad vstupními daty, získáváme hodnotu testovacího kritéria t:

$$t = 8,438556$$

$$p_{hodnota} < 0,00001$$

Pro další testování zvolíme hladinu statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Počet testovaných subjektů určuje počet stupňů volnosti $\nu = n - 1 = 73$. Podle těchto parametrů nalezneme tabelovanou kritickou hodnotu, se kterou budeme porovnávat t:

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,667$$

$$t > t_{1-\frac{\alpha}{2}}(\nu)$$

Výsledné kritérium zvoleného testu je vyšší než kritická hodnota.

Výsledek testu

Podle testu je rozdíl střední hodnoty daného vzorku a předpokládaného průměru statisticky významný. Z toho důvodu zamítáme nulovou hypotézu H_{01} na zvolené hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Můžeme se tedy přiklonit k alternativní hypotéze H_1 .

Nelze tedy tvrdit, že by počet spokojených zákazníků byl stejný jako počet nespokojených. Naopak lze tvrdit, že spokojených zákazníků je významně více.

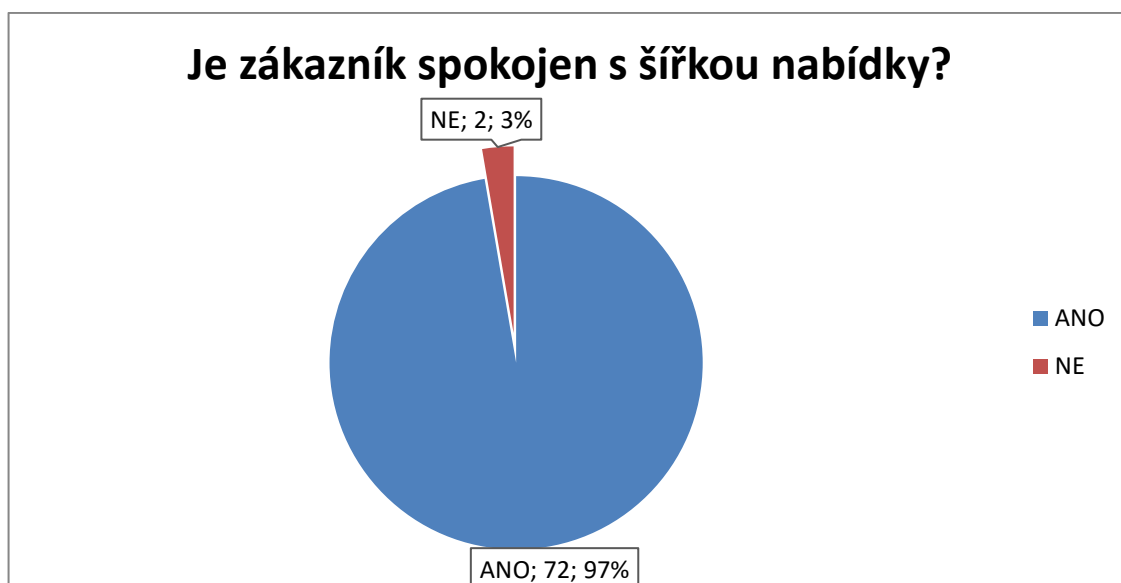
5.3.3 H2 – spokojenost klienta se šíří nabídky

Výzkumná otázka

Jsou zákazníci spokojeni s šířkou nabídky?

Prvotní průzkum dat

Na základě jednoduché úvodní analýzy a následné vizualizace výsledků je vidět, že většina zákazníků je s šířkou nabízeného sortimentu spokojena.



Graf č. 2 – Spokojenost zákazníka se šíří nabídnutého sortimentu

Úvodní průzkum vede k následující hypotéze.

Hypotézy

H₀₂

Předpokládáme, že spokojenost zákazníka s nabídkou je stejně pravděpodobná jako jeho nespokojenost. Počet spokojených i nespokojených zákazníků je vyrovnaný.

H₂

Počet zákazníků spokojených s šířkou nabídky výrazně převyšuje počet nespokojených.

Test hypotézy

Sledovaným statistickým znakem je spokojenost zákazníka s nabídkou čoček. Po vyhodnocení t-testu nad vstupními daty, získáváme hodnotu testovacího kritéria t:

$$t = 24,920011$$

$$p_{\text{hodnota}} < 0,00001$$

Pro další testování zvolíme hladinu statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Počet testovaných subjektů určuje počet stupňů volnosti $\nu = n - 1 = 73$. Podle těchto parametrů nalezneme tabelovanou kritickou hodnotu, se kterou budeme porovnávat t:

$$t_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,667$$

$$t > t_{1-\frac{\alpha}{2}}(\nu)$$

Výsledné kritérium zvoleného testu je vyšší než kritická hodnota.

Výsledek testu

Podle testu je rozdíl střední hodnoty daného vzorku a předpokládaného průměru statisticky významný. Z toho důvodu zamítáme nulovou hypotézu H_0 na zvolené hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$. Můžeme se tedy přiklonit k alternativní hypotéze H_2 .

Nelze tedy tvrdit, že by počet zákazníků spokojených s nabídkou byl stejný jako počet nespokojených. Naopak lze tvrdit, že zákazníků, kteří jsou se šířkou nabídky spokojeni, je významně více.

5.3.4 H3 – mladší lidé jsou ochotni si nechat více poradit?

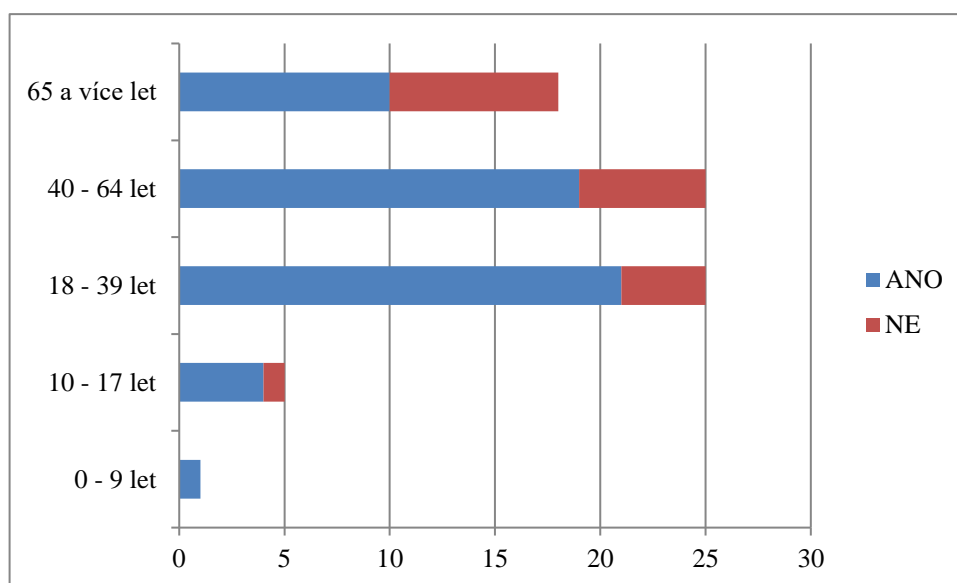
Výzkumná otázka

Existuje nějaká souvislost mezi věkem zákazníka a jeho ochotou si nechat poradit? Jsou k radám odborníka otevřenější mladší nebo naopak starší lidé?

Prvotní průzkum dat

Na základě jednoduché úvodní analýzy a následné vizualizace výsledků bude proveden prvotní úsudek na závislosti mezi věkem a ochotou naslouchat radě ohledně brýlových čoček.

Otázka je, zda jsou zákazníci z dané věkové skupiny ochotni vyslyšet radu?



Graf č. 3 – Ochota vyslyšet radu podle věku klienta

Tab. 1 – přehled věku zákazníka je jeho ochoty vyslyšet radu optika

dali na moji radu	věk zákazníka					celkem
	0 - 9 let	10 - 17 let	18 - 39 let	40 - 64 let	65 a více let	
ANO	1	4	21	19	10	55
NE	0	1	4	6	8	19
celkem	1	5	25	25	18	74

Úvodní průzkum ukazuje, že mezi staršími lidmi je téměř vyrovnaný počet těch, co si poradit nechají jako těch co si poradit nenechají. Naopak mezi mladými lidmi je mnohem více těch, co si poradit nechají. To vede k následující hypotéze.

Tabulka č. 2 – pozorované četnosti

dali na moji radu	věk zákazníka			celkem
	0 - 39 let	40 - 64 let	65 a více let	
ANO	26	19	10	55
NE	5	6	8	19
celkem	31	25	18	74

Tab. č 3 – očekávané četnosti

dali na moji radu	věk zákazníka		
	0 - 39 let	40 - 64 let	65 a více let
ANO	23,041	18,581	13,378
NE	7,959	6,419	4,622

Hypotézy

H₀₃

Ochota dát na radu prodejce je nezávislá na věku zákazníka.

H₃

Ochota dát na radu prodejce je závislá na příslušnosti k věkové skupině zákazníka.

Test hypotézy

Sledovaným statistickým znakem je míra ochoty naslouchat radě v závislosti na věku zákazníka.

Při realizaci výpočtů testu se ukázalo, že příliš mnoho teoretických četností je pod přípustnou hranicí pro validitu testu. Z toho důvodu bylo přistoupeno ke sloučení kategorií, kde byly teoretické četnosti nejmenší.

Z provedeného testu vyplývá, že hodnota testovacího kritéria nepřesáhla tabulkovou kritickou hodnotu pro daný stupeň volnosti a zvolenou hladinu statistické významnosti $\alpha = 0,05$.

$$\text{testové kritérium} < \text{kritická hodnota}$$

$$4,839992 < 5,991464547$$

Výsledek testu

Testové kritérium je nižší než tabulková kritická hodnota. To znamená, že rozdíl mezi teoretickými četnostmi a skutečným výskytem sledovaného znaku není statisticky významný na zvolené hladině statistické významnosti 5%.

Zamítáme alternativní hypotézu a přikláníme se k nulové hypotéze. Nelze tedy tvrdit, že by ochota naslouchat radám prodejce souvisela s věkovou skupinou zákazníka. Naopak lze tvrdit, že zákazník naslouchá radě prodejce bez ohledu na svůj věk.

5.3.5 H4 – Klienti s vyššími dioptriemi ($\pm 3,00$ dpt) si nechají více poradit

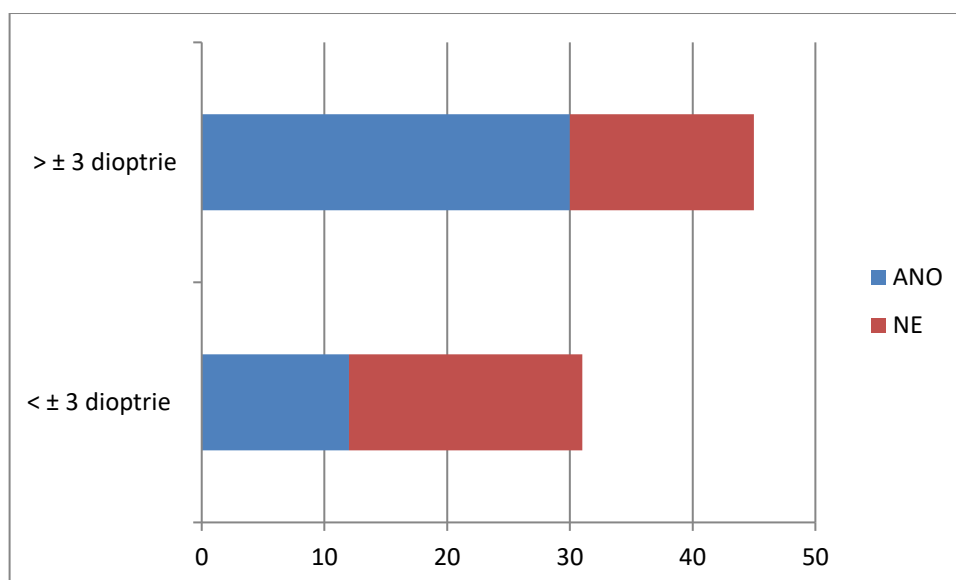
Výzkumná otázka

Existuje nějaká souvislost mezi dioptrickou vadou oka zákazníka a jeho ochotou si nechat poradit? Jsou k radám odborníka otevřenější zákazníci, kteří mají větší optickou vadu oka?

Prvotní průzkum dat

Na základě jednoduché úvodní analýzy a následné vizualizace výsledků bude proveden prvotní úsudek na závislosti dioptrickou vadou a ochotou naslouchat radě ohledně brýlových čoček.

Otázka je, zda jsou zákazníci z dané skupiny reprezentující určitou míru dioptrické vady oka ochotni vyslyšet radu?



Graf č. 4 – Ochota vyslyšet radu podle dioptrií klienta

Úvodní průzkum ukazuje, že s menší vadou si nechají poradit relativně méně často než lidé s větší vadou oka než 3 dioptrie.

Hypotézy

H₀₃

Ochota dát na radu prodejce je nezávislá na síle oční vady.

H₃

Ochota dát na radu prodejce je závislá síle oční vady.

Test hypotézy

Sledovaným statistickým znakem je míra ochoty naslouchat radě v závislosti na síle oční vady zákazníka.

Tab. č. 4 – Pozorované četnosti

	dioptrie		celkem
	< ± 3 dioptrie	> ± 3 dioptrie	
ANO	12	30	42
NE	19	15	34
celkem	31	45	76

Tab. č. 5 – Očekávané četnosti

	dioptrie	
	< ± 3 dioptrie	> ± 3 dioptrie
ANO	17,132	24,868
NE	13,868	20,132

Z provedeného testu vyplývá, že hodnota testovacího kritéria přesáhla tabulkovou kritickou hodnotu pro daný stupeň volnosti a zvolenou hladinu statistické významnosti $\alpha = 0,05$.

$$\text{testové kritérium} > \text{kritická hodnota}$$

$$5,802837 > 3,841458821$$

Výsledek testu

Testové kritérium je vyšší než tabulková kritická hodnota. To znamená, že rozdíl mezi teoretickými četnostmi a skutečným výskytem sledovaného znaku je statisticky významný na zvolené hladině statistické významnosti 5%.

Zamítáme nulovou hypotézu a přikláníme se k alternativní hypotéze. Nelze tedy tvrdit, že by ochota naslouchat radám prodejce nesouvisela s mírou oční vady zákazníka. Naopak lze tvrdit, že zákazníci se silnější oční vadou jsou mnohem otevřenější vůči odborným radám.

5.4 Diskuze

V následujících odstavcích by se autor rád pozastavil nad výsledky svého průzkumu. Je mu zcela jasné, že pro objektivnější výsledky by bylo potřeba ho mnohonásobně rozšířit.

Určitě by bylo vhodné zvýšit počet respondentů. Obsáhlejší vzorek by poskytnul přesnější výstupy. Zajímavé jistě bylo demografické porovnání. Jinak se bude pro určitý druh čočky rozhodovat zákazník v krajském nebo hlavním městě, kde se očekávají vyšší příjmy než klient na maloměstě s nižšími příjmy.

Z demografického hlediska by se také dalo pracovat mnohem obsáhleji, tím je myšleno globální měřítko. Lidé v rozvojových zemích nemají takový přístup moderním technologiím, což značně omezuje jejich možnosti výběru, potažmo jejich spokojenost. Ve vyspělých zemích, by podle autorova názoru mohli být dostupné brýlové čočky, které nejsou k dostání na českém trhu, čímž by měla růst i spokojenost klienta.

Výzkumu by se dal vytknout také omezený časový rámec, ve kterém byl proveden. Mohla by se projevit zákaznickova nespokojenost s vybranými čočkami po delší době než týdenním nošení. Jeden týden je krátký časový úsek, ve kterém si klient nemusí uvědomit všechny nedostatky čočky. Z tohoto důvodu by byla jistě zajímavá i dlouhodobější spolupráce s klienty v průběhu několika let.

Závěr

Práce se zabývá problematikou optimálního výběr brýlové čočky. V teoretické části popisuje celou řadu typů čoček, materiálu, povrchových úprav a typů brýlových čoček rozdělených podle optického účinku.

Praktická část byla vyhodnocena pomocí standardizovaného dotazníku, který byl autorem vyplňován v soukromé oční optice; Optika Hrubá s.r.o. ve Dvoře Králové nad Labem. Takto získané hodnoty byly následně statisticky zpracovány.

V první části průzkumu bylo zjištěno, že 85 % klientů bylo spokojeno s výběrem brýlové čočky. A to v případě, že si klient vybral čočku, která mu byla doporučena. Tak i v případě, že si zvolil jinou variantu brýlové čočky. Tedy spokojených klientů bylo významně více.

Další hypotéza se zaobírá otázkou, zda je zákazník spokojen s velikostí nabídky brýlových čoček. Zde opravdu převládají kladné ohlasy. Celých 97 % klientů na tuto otázku odpověděli pozitivně, tedy 72 zákazníků z celkových 74.

Následující hypotéza porovnává věk klientů a jejich ochotu vyslyšet doporučení optika a výběr optimálních brýlových čoček. Zde můžeme vidět, že nezáleží na věku zákazníka, aby si pořídil doporučené brýlové čočky.

Poslední kapitola praktické části se věnuje vztahu mezi velikostí ametropie klienta a možností ovlivnění korekce optikem. Ti zákazníci, kteří mají refrakční vadu větší než $\pm 3,00$ dioptrie, jsou více nakloněni navrhovanému řešení.

Seznam použité literatury

- [1] J.Polášek, Technický sborník oční optiky, ed. 1, SNTL, 1975, s 580
- [2] RUTRLE, Miloš. *Brýlová optika*. 2. přeprac. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. Učební text pro střední zdravotnické školy. ISBN 80-7013-145-4.
- [3] Dominique Meslin, Materials and treatments, Varilux University, ročník 1, číslo 3, 2014
- [4] RUTRLE, Miloš. Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 80-7013-347-3.
- [5] ANTON, Milan. Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody. 2. přeprac. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. Učební text (Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví). ISBN 80-701-3148-.
- [6] HROMÁDKOVÁ, Lada. *Šilhání*. Vyd. 2., dopl. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. ISBN 80-7013-207-8.
- [7] NAJMAN, Ladislav. *Dílenská praxe očního optika*. Vyd. 2., přeprac. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-529-7.
- [8] KVAPILÍKOVÁ, Květa. Práce a vidění. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999. ISBN 80-7013-275-2.
- [9] PITROVÁ, Šárka. *Chraňte svůj zrak*. Praha: Grada, 1993. Pro vaše zdraví. ISBN 80-7169-037-6.
- [10] SYNEK J., hydrofobní upravy brylových čoček, *Česka oční optika*, 44, 2003, č.2. s. 14-15.
- [11] RUDOLF V., Antireflexní vrstvy v oční optice, *Česká oční optika*, 42, 2001, č.4. s. 12-14.
- [12] SYNEK J., Vady a poškození povrchových vrstev brýlových čoček, *Česká oční optika*, 44, 2003, č.3. s. 14-15.
- [13] SYNEK J., Vady a poškození povrchových vrstev brýlových čoček, *Česká oční optika*, 44, 2003, č.4. s. 12-14.
- [14] NAJMAN L., Co je to sférická plocha, *Česká oční optika*, 44, 2003, č.4. s. 8-9.
- [15] NAJMAN L., Co je to asférická a a torická plocha, *Česká oční optika*, 45, 2004, č.2. s. 14-15.
- [16] Materiály firmy Omega Optix s.r.o.

-
- [17] Produktový katalog firmy Omega Optix s.r.o., datum vydání 03/2016
- [18] Materiály firmy Rodenstock ČR s.r.o.
- [19] Produktový katalog firmy Rodenstock ČR s.r.o., datum vydání 04/2017
- [20] Materiály firmy Carl Zeiss spol. s.r.o.
- [21] SVOBODA, Emanuel. *Přehled středoškolské fyziky*. 4., upr. vyd. Praha: Prometheus, 2005. ISBN 978-80-7196-307-3.
- [22] Veselý, Petr. Technologie výroby brýlových čoček: organické fototropní, polarizační a fotopolarizační materiály, 3. část. *Česká oční optika*. 2013, Sv. 3, 53.
- [23] LOSHAK, Igor. Ophthalmic Polarized Lenses for Modern Laboratory Business. MAFO: Ophthalmic Labs et Industry. 2007, no. 4, s. 28-30
- [24] Lens Materials | The Vision Council. *Home | The Vision Council* [online]. [cit. 2017-3-14] Dostupné z: <https://www.thevisioncouncil.org/content/lens-materials/adults>
- [25] Eyeglasses: Lens Types, Lens Coatings, Bifocals, and Trifocals . *WebMD - Better information. Better health*. [online]. Copyright © 2005 [cit. 2017-4-5]. Dostupné z: <http://www.webmd.com/eye-health/eyeglasses-eyes#1>
- [26] Eyeglass Lens Materials. *Optometrist in Austin, Cedar Park, Round Rock, Bee Cave, TX / Master Eye Associates* [online]. Copyright © 2017 Master Eye Associates [cit. 2017-3-12]. Dostupné z: <http://www.mastereyeassociates.com/eyeglass-lens-materials>
- [27] Eyeglass Lens Coatings: Anti-Reflective, Scratch Resistant, Anti-Fog. All About Vision - Complete Guide To Vision and Eye Care [online]. Copyright © 2000 [cit. 2017-3-21]. Dostupné z: <http://www.allaboutvision.com/lenses/coatings.htm>
- [28] Lens Treatments | The Vision Council. *Home | The Vision Council* [online]. [cit. 2017-3-14] Dostupné z: <https://www.thevisioncouncil.org/content/lens-treatments/adults>
- [29] What Are Progressive Lenses | LensCrafters. *Eyewear: Glasses, Frames, Sunglasses & More at LensCrafters* [online]. Copyright © [cit. 2017-3-18]. Dostupné z: <https://www.lenscrafters.com/lc-us/vision-guide/progressives>
- [30] Bifocals and Trifocals - A Complete Guide. *All About Vision - Complete Guide To Vision and Eye Care* [online]. Copyright © 2000 [cit. 2017-3-21]. Dostupné z: <http://www.allaboutvision.com/lenses/multifocal.htm>
- [31] Lesson: The Lowdown on Blue Light: Good vs. Bad, and Its Connection to AMD . *Review of Optometry – The Magazine Read Most by Optometrists* [online]. Copyright © Springer Science [cit. 2017-1-5]. Dostupné z: <https://www.reviewofoptometry.com/ce/the-lowdown-on-blue-light-good-vs-bad-and-its-connection-to-amd-109744>

-
- [32] ZEISS Sportovní brýlové čočky | ZEISS Česká Republika. [online], 2017 [2017-4-6]. Dostupné z: https://www.zeiss.cz/vision-care/cs_cz/eye-care-professionals/produkty-a-sluzby/povrchove-upravy-vrstvy/slunecni-filtrove-cocky/protislunecni-ochranne-brylove-cocky/sportovni-brylove-cocky.html#detaily
- [33] Optika Aleš Žejdl - Ostatní čočky. Optika Aleš Žejdl - nově pobočka optiky v Brně [online]. Copyright © 2016 Všechna práva vyhrazena [cit. 2017-4-8]. Dostupné z: <http://www.ocnistudio.cz/ostatni-cocky>
- [34] Výroba dalších typů brýlových čoček | Konvenční a Free-Form technologie výroby brýlových čoček | Lékařská fakulta Masarykovy univerzity. *Veřejné služby Informačního systému* [online] 2012. [cit. 2017-3-21]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-4_vyroba.html#lentikularni
- [35] Minerální brýlové čočky | Povrchové úpravy brýlových čoček | Konvenční a Free-Form technologie výroby brýlových čoček | Lékařská fakulta Masarykovy univerzity. *Veřejné služby Informačního systému* [online]. 2012 [2017-4-21] Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/03-1_mineralni.html#tvrzeni

Seznam obrázků

- (1) Obr. 1 - Srovnání struktury minerální a organické čočky, [online]. 2013 [cit. 2017-4-18]. Dostupné z: https://www.zeiss.cz/vision-care/cs_cz/better-vision/lepsi-videni-s-zeiss/individualni-brylove-cocky-zeiss/mineralni-cocky-pro-uzivatele-progresivnich-cocek-cocky-pro-priznivce-skla.html
- (2) Obr. 2 – ukázka pružnosti trivexové čočky, [online]. 2017 [cit. 2017-4-18]. Dostupné z: <https://www.optikabystrice.cz/brylove-cocky-material.html>
- (3) Obr. 3 – Srovnání optického účinku spojené a rozptylné čočky, [online]. 2013 [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: <http://granty.5zskladno.cz/cocky/>
- (4) Obr. 4 – porovnání středové tloušťky sférické a asférické čočky, [online] 2012 [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-3_design.html
- (5) Obr. 5 – torická čočka [online], 2016 [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: <https://www.optiscont.cz/blog/tipy-a-rady-z-optiky/astigmatismus.html>
- (6) Obr. 6 – plan-cylindrická čočka, Polášek J., Technický sborník oční optiky, ed. 1, SNTL, 1975
- (7) Obr. č 7 – sféro-cylindrická čočka, Polášek J., Technický sborník oční optiky, ed. 1, SNTL, 1975
- (8) Obr. č 8 – sféro-torická čočka, Polášek J., Technický sborník oční optiky, ed. 1, SNTL, 1975
- (9) Obr. 9 – rozptylná (vlevo) a spojná (vpravo) prizmatická čočka (9), [online] 2012, [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-4_vyroba.html
- (10) Obr. 10 - Lentikulární spojná čočka (10), [online] 2012, [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-4_vyroba.html
- (11) Obr. 11 – Bifokální čočky s různými tvary segmentů, [online] 2012, [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-4_vyroba.html
- (12) Obr. 12 – ukázka trifokální čočky, [online] 2012, [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-4_vyroba.html

-
- (13) Obr. 13 – ukázka šíře využitelné optické zóny progresivní čočky (13) [online] 2016 [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: <http://www.optikadlouha.cz/multifokalni-bryle>
- (14) Obr. 14 – potisk progresivní brýlové čočky (13), [online] 2012, [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-4_vyroba.html
- (15) Obr. 15 – umístění optických zón progresivní brýlové čočky (14), [online] 2012, [cit. 2017-4-20]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-4_vyroba.html
- (16) Obr. 16 – porovnání progresivní (vlevo) a degresivní čočky (vpravo), [online] 2017, [cit. 2017-4-20] Dostupné z: <http://www.dioptroptik.cz/kancelarske-brylove-cocky>
- (17) Obr. 17 – ukázka čoček bez (vlevo nahoře a dole) a s antireflexní vrstvou (vpravo nahoře a dole) [online] 2015 [cit. 2017-4-20], dostupné z: <http://www.joyoptik.cz/index.php?page=7>
- (18) Obr. 18 – zrcadlové čočky [online] 2017, [cit. 2017-4-21] Dostupné z: <http://www.ocnistudio.cz/ostatni-cocky>
- (19) Obr. 19 – brýlová čočka bez (vlevo) a s hydrofobní vrstvou (vpravo) [online] 2017, [cit.2017-4-21], Dostupné z: https://www.zeiss.cz/vision-care/cs_cz/better-vision/porozumneni-videni/brylove-cocky-a-reseni-vaseho-videni/stale-cista-videni-diky-high-tech-povrchovym-vrstvam.html
- (20) Obr. 20 - porovnání zabarvení čoček Transitions XTRActice (nahore) a na zabarvení čoček Transitions VI. generace (dole) [online] 2017, [cit. 2017-4-21]. Dostupné z: http://www.moje-optika.cz/odb_fototrop.php
- (21) Obr. 21 – schéma fungování polarizovaných čoček [online] 2017, [cit. 2017-4-21]. Dostupné z: <https://www.easyoptic.cz/bryle/co-jsou-polarizacni-cocky>
- (22) Obr. 22 – barvené brýlové čočky, [online] 2017, [cit. 2017-4-21]. Dostupné z: <http://www.pandaoptik.cz/brylove-cocky/>

Přílohy

Otimalizace výběru brýlových čoček vzhledem k refrakční vadě, potřebám a požadavkům klienta - dotazník

ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství; Optika Hrubá s.r.o., Dvůr Králové nad Labem

Autor bakalářské práce: Jan Klouza

Klient:

Jméno:		Tel.:	
Povolání:		Záliby:	
Požadavky na vlastnosti čočky:		Datum sepsání zk:	
		Datum vyzvednutí:	

Věk:

0 - 9 let
 10 - 17 let
 18 - 39 let
 40 - 64 let
 65 a více let

Refrakce:	sph	cyl	ax	ADD	prizma	báze	PD	výška
OP								
OL								

Doporučené brýlové čočky:

Index lomu:

- 1,5
 1,5 As
 1,56
 1,56 As
 1,6
 1,6 As
 1,67 As
 1,74 As
 trivex 1,53
 polykarbonát 1,59

Minerální čočky:

- 1,5
 1,6
 1,7
 1,8
 1,9

Typ čočky:

- jednoohniskové
 bifokální
 progresivní
 regresivní
 brýlové čočky s uvolnění akomodace
 lentikulární
 prizmatické

Povrchové úpravy:

- bez úprav
 tvrzení
 antireflex
 hydrofóbní úprava
 samozabarvovací
 barvené čočky
 polarizované
 gradálové zbarvení
 povrchová úprava pro řidiče
 úprava proti modrému záření (PC, notebook, mobil, atd.)

Poznámky:

--

1.

Příloha 1 – nevyplněný dotazník k vypracování praktické části (strana 1)

Vybrané brýlové čočky:**Index lomu:***Organické čočky:*

- 1,5 1,5 As 1,56 1,56 As 1,6 1,6 As
 1,67 As 1,74 As
 nívex 1,53 polykarbonát 1,59

Minerální čočky:

- 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9

Typ čočky:

- jednoohniskové bifokální progresivní regresivní
 brýlové čočky s uvolnění akomodace lentikulární prizmatické

Povrchové úpravy:

- bez úprav tvrzení antireflex hydrofobní úprava
 samozabarvovací barvené čočky polarizované gradálové zbarvení
 povrchová úprava pro řidiče úprava proti modrému záření (PC, notebook, mobil, atd.)

Poznámky:**Zpětná vazba po týdnu nošení:**

- 1) Splnily brýle Vaše očekávání? ano ne zatím nemohu posoudit
 2) Byl jste spokojen/a s šíří Vám nabídnutého sortimentu? ano ne

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že tento dotazník slouží pouze pro účely zpracování mé bakalářské práce a osobní údaje klientů (jméno a telefonní číslo) nebudou nikde zveřejněny.

Optimalizace výběru brýlových čoček vzhledem k refrakční vadě, potřebám a požadavkům klienta - dotazník

ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství; Optika Hrubá s.r.o., Dvůr Králové nad Labem

Autor bakalářské práce: Jan Klouza

Klient:

Jméno:		Tel.:	
Povolání:	KOSMETIČKA	Záliby:	CYCLISTIKA, NEŘÍDÍ
Požadavky na vlastnosti čočky:	SAMOZABARVOVACÍ LEHKÉ, TENKÉ	Datum sepsání zk:	12. 4. 2017
		Datum vyzvednutí:	26. 4. 2017

Věk:

- 0 - 9 let
 10 - 17 let
 18 - 39 let
 40 - 64 let
 65 a více let

Refrakce:								
	sph	cyl	ax	ADD	prizma	báze	PD	výška
OP	+2,75	-1,00	180°	1,50	/	/	31	23
OL	+2,00	-0,50	165°	1,50	/	/	32	23

Doporučené brýlové čočky:

Index lomu:

- 1,5
 1,5 As
 1,56
 1,56 As
 1,6
 1,6 As
 1,67 As
 1,74 As
 trivex 1,53
 polykarbonát 1,59

Minerální čočky:

- 1,5
 1,6
 1,7
 1,8
 1,9

Typ čočky:

- jednoohniskové
 bifokální
 progresivní
 degresivní
 brýlové čočky s uvolnění akomodace
 lentikulární
 prizmatické

Povrchové úpravy:

- bez úprav
 tvrzení
 antireflex
 hydrofóbní úprava
 samozabarvovací
 barvené čočky
 polarizované
 gradálové zbarvení
 povrchová úprava pro řidiče
 úprava proti modrému záření (PC, notebook, mobil, atd.)

Poznámky: ČASEM SI POŘÍDIT SAMOSTATNĚ PRACOVNÍ BRÝLE - DOPORUČENÍ

Vybrané brýlové čočky:**Index lomu:***Organické čočky:*

- 1,5 1,5 As 1,56 1,56 As 1,6 1,6 As
 1,67 As 1,74 As
 trivex 1,53 polykarbonát 1,59

Minerální čočky:

- 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9

Typ čočky:

- jednoohniskové bifokální progresivní degresivní
 brýlové čočky s uvolnění akomodace lentikulární prizmatické

Povrchové úpravy:

- bez úprav tvrzení antireflex hydrofóbní úprava
 samozabarvovací barvené čočky polarizované gradálové zbarvení
 povrchová úprava pro řidiče úprava proti modrému záření (PC, notebook, mobil, atd.)

Poznámky: PAVI DOŽÁDÍ PRO PRACOVNÍ (DEGRESIVNÍ BRÝLE) AŽ SI ZVÝŠENÉ NA DĚT A PRÁCI S PROGRESIVNÍ ČOČKOU

Zpětná vazba po týdnu nošení:

- 1) Splnily brýle Vaše očekávání? ano ne zatím nemohu posoudit
 2) Byl jste spokojen/a s šíří Vám nabídnutého sortimentu? ano ne

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že tento dotazník slouží pouze pro účely zpracování mé bakalářské práce a osobní údaje klientů (jméno a telefonní číslo) nebudou nikde zveřejněny.