

Analýza možných vad v procesu výběru a výroby dioptrických brýlí

Kristýna Čekiová, DiS.

Bakalářská práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Kristýna Čekiová, DiS.**
Osobní číslo: **L17008**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ovládání rizik**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Analýza možných vad v procesu výběru a výroby dioptrických brýlí**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte teoretickou rešerši k problematice výroby dioptrických brýlí.
2. Popište proces výběru a výroby.
3. Analyzujte možné vady v procesu výroby a výběru dioptrických brýlí a navrhnete opatření pro minimalizaci těchto vad.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA). Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-80-02-02101-8.
 2. NAJMAN, Ladislav. Dílenská praxe očního optika. Brno: Národní centrum ošetřovatelství (NCO NZO), 2010. ISBN 978-80-7013-529-7.
 3. BENEŠ, Pavel. Přístroje pro optometrii a oftalmologii. Brno: Národní centrum ošetřovatelství (NCO NZO), 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Slavomíra Vargová, PhD.
Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **1. listopadu 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2020**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2019

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 15. 5. 2020

Jméno a příjmení studenta: Kristýna Čekiová, DiS.

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je proces výroby a výběru dioptrických brýlí, který se skládá z výběru brýlové obruby a čoček, anatomické úpravy, centrace, zábrusu a vsazení brýlových čoček do obruby. Proces je ukončen kontrolou před výdejem výrobku zákazníkovi. Pozornost je věnována hlavním rizikům, které byly zjištěny analýzou FMEA při práci, kterou zabezpečuje oční optik, nikoli však defekty vzniklé ve výrobě komponentů. Součástí analýzy mimo hlavní tabulky, jsou také tři pomocné, vyjadřující závažnost, výskyt a odhalitelnost. Výpočet rizikového prioritního čísla detekoval významná a nepřijatelná rizika, pro která jsou navržena opatření, vedoucí ke spokojenosti klienta, a tím i snížení pravděpodobnosti vzniku reklamací.

Klíčová slova: FMEA, Risk Priority Number, analýza, proces, dioptrické brýle, riziko, dioptrie, opatření

ABSTRACT

The subject of the bachelor's thesis is the processing of production and selection of prescription glasses, which are used to select spectacle frames and lenses, anatomical modifications, centering, grinding and inserting spectacle lenses into the frame. The process is completed before the customer's product is dispensed. Attention is focused on the main risks, which were determined by FMEA analysis during the work provided by an ophthalmic optician however, not defects arising in the manufacture of components. Except for main table, analysis includes also three auxiliary, expressing severity, occurrence and detectability. The calculation of the risk priority number detected significant and unacceptable risks for which are proposed corrective actions leading to client satisfaction and reduce probability of complaints.

Keywords: FMEA, Risk Priority Number, analysis, process, eyeglasses, risk, diopter, measures

Poděkování

Ráda bych poděkovala především své vedoucí, Ing. Slavomíře Vargové, PhD., za odborné vedení, rady, připomínky, doporučení, pomoc, vysvětlení i trpělivost při psaní této bakalářské práce. Spolupráce pro mě byla velmi přínosná a motivující. Velké díky patří také mým rodičům, kteří mi pomáhali s hlídáním dcery a umožnili mi tak věnovat se studiu. V neposlední řadě bych ráda poděkovala svým blízkým přátelům za neustálou podporu.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 DIOPTRICKÉ BRÝLE	11
1.1 HISTORIE BRÝLOVÉ KOREKCE	11
1.2 SOUČASNOST	17
1.3 OBECNÝ POPIS ČÁSTÍ DIOPTICKÝCH BRÝLÍ	20
1.4 TYPY BRÝLOVÝCH OBRUB	20
1.5 MATERIÁLY BRÝLOVÝCH OBRUB	21
1.5.1 Kovové obruby	21
1.5.2 Plastové obruby	22
1.6 VZDÁLENOST OD ROHOVKY	23
1.7 INKLINACE	23
1.8 BRÝLOVÉ ČOČKY	24
1.8.1 Materiály na výrobu brýlových čoček.....	28
1.8.2 Povrchové úpravy.....	29
1.9 CENTRACE.....	33
1.10 ZÁBRUS.....	35
1.11 VSAZOVÁNÍ ČOČEK DO OBRUB	37
2 PROCES.....	39
2.1 ŘÍZENÍ PROCESU	40
2.2 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESU	40
3 ANALÝZA ZPŮSOBŮ A DŮSLEDKŮ PORUCH - FMEA.....	41
3.1 DFMEA.....	42
3.2 PFMEA.....	43
II PRAKTICKÁ ČÁST	45
4 PROCES ZHOTOVENÍ DIOPTICKÝCH BRÝLÍ	46
5 ANALÝZA PROCESU VÝBĚRU A VÝROBY DIOPTICKÝCH BRÝLÍ	47
6 VÝSLEDKY ANALÝZY A NÁVRHY OPATŘENÍ	65

6.1	VÝBĚR BRÝLOVÉ OBRUBY	65
6.2	VÝBĚR BRÝLOVÝCH ČOČEK.....	67
6.3	ANATOMICKÁ ÚPRAVA	69
6.4	CENTRACE.....	70
6.5	ZÁBRUS BRÝLOVÝCH ČOČEK DO OBRUBY.....	72
6.6	VSAZOVÁNÍ BRÝLOVÝCH ČOČEK DO OBRUB.....	73
6.7	KONTROLA PŘED VÝDEJEM	74
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ	84
	SEZNAM TABULEK.....	86
	SEZNAM PŘÍLOH.....	87

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou analyzování možných vad v procesu výběru a výroby dioptrických brýlí, přičemž jsou tím myšleny úkony prováděné očním optikem, nikoli však defekty způsobené při výrobě komponentů, jako jsou brýlové obruby a brýlové čočky.

Teoretická část obsahuje stručný a přehledný popis historie brýlové korekce od užívání prvních čtecích kamenů až po současné módní trendy a technologie, jež jsou doplněny obrázky, pro představu rozdílu - dříve a dnes. Rozsáhlá kapitola nazvaná Dioptrické brýle, poskytuje čtenáři také přehledný popis parametrů brýlových obrub, jejich typů, užívaného názvosloví, i výčet materiálů pro výrobu brýlových obrub a čoček. Součástí je také souhrn možných povrchových úprav a metod správného centrování. Kapitola popisuje i práci se zábrusovým automatem a klade důraz na opatrnost při vsazování čoček. Následná kontrola spočívá v přepočítání pomocí vzorce, stanovení velikosti klínového účinku a porovnání s hodnotami v tabulkách povolených odchylek. Následně je zde věnována pozornost definicím procesu, jeho řízení a zlepšování a poslední kapitolou teoretické části je popis analýzy FMEA a její rozdělení.

Praktická část obsahuje diagram procesu výběru a výroby dioptrických brýlí, který znázorňuje provázanost jednotlivých kroků. Součástí jsou rovněž obsáhlé tabulky FMEA, které jsou rozděleny do šesti částí a analyzují možné způsoby a důsledky poruch. Spočítáním RPN (Risk Priority Number) jsou stanoveny akceptovatelná, významná a nepřijatelná rizika. Přičemž ta významná a nepřijatelná obsahují návrhy na zlepšení, s následným přepočtem RPN, který vede ke zjištění přínosnosti opatření, jež jsou v dílčích kapitolách podrobně popsány.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DIOPTRICKÉ BRÝLE

V následujících kapitolách je věnována pozornost historii, současnosti a hlavním parametrům brýlových obrub.

1.1 Historie brýlové korekce

Nelze přímo říci, ve kterém roce začaly být optické pomůcky užívány poprvé, existuje však mnoho obrazů a textů, jež dokládají první poznatky o využívání skleněné koule k zapálení ohně zhruba kolo roku 500 let před naším letopočtem v antickém Řecku. Z této doby rovněž pochází první popis presbyopických potíží, které mají lidé především po dosažení věku 40 let, kdy je snížena plasticita a elasticita oka a lidé začali intenzivně přemýšlet nad zvětšením textu (přes skleněnou kouli s vodou), kterým se zabýval zejména Seneca. Tuto skutečnost však připisoval tekutině uvnitř a ne vypouklým (konvexním) plochám. Ve 2. století se začali přírodovědec Heron z Alexandrie a matematik Claudius Ptolemaeus soustředit na zákony odrazu a šíření paprsků.

Následně byla vydána kniha - „POKLAD OPTIKY“, jejímž autorem je Ibn Al-Haitam (uváděn také pod jménem Alhazen), ve které se zaměřuje na zvětšující účinky plankonvexní čočky (z jedné strany ploché a z druhé strany vypouklé), která byla přikládána plochou stranou na text. Po přeložení jeho objevů ve 13. století do latiny (latinského jazyka), se začalo o těchto čočkách mluvit jako „čtecích kamenech“, nebo také jako o „kamenech na čtení“. [1][2]



Obr. 1: Čtecí kameny. Museum optiky, Německo[2]

Důležitým bodem zlomu v historii se stala snaha zredukovat tloušťku plankonvexní čočky s cílem předradit ji před oko, místo přikládání přímo na pozorovaný text nebo předmět.

Podrobný popis zvětšení, kterého jde dosáhnout skleněnými kulovými předměty, zaznamenal Roger Bacon roku 1267 ve své knize - „OPUS MAJUS“.

Ve 13. století je ve spisech zmiňován vznik prvních tzv. „nýtovaných brýle“, které se vyráběly zejména v Itálii (prokazatelně od roku 1290) a jednalo se o zabroušení dvou „čtecích kamenů“ do dvou očnic (objímky původních kamenů), které měly nýtované spojení dvou držátek. Užívání takto zhotovené brýlové korekce trvalo přibližně 400 let. Ze zápisu v archivu v Pise (r. 1352) je patrné, že samostatně dokázal zhotovovat tento typ brýlí např. Alessandro della Spina, mnich, který byl v té době považován za velmi zručného. [1][2]



Obr. 2: Nýtované brýle[2]

Až v 15. století, po vynálezu knihtisku Johannem Gutenbergem, poptávka po korekci zraku výrazně stoupla a poprvé vznikaly brýle více podobné těm, které známe v současné době. Jednalo se o očnice spojené obloukovým nosníkem, které dávaly řemeslníkům možnost seberealizace a uměleckého zpracování. Byly zhotovovány ze zlata, bronzu, stříbra, rohoviny, želvoviny, slonoviny, železa, kosti, dřeva i kůže. Z použitého materiálu i ze zhotovování na zakázku je zřejmé, že tehdejší korekce zraku byla výsadou především movitější části populace a vzbuzovala v okolí pocit větší důstojnosti, důležitosti a inteligence, proto i někteří lidé bez refrakčních vad nosili zabroušené čočky bez dioptrií. Tato skutečnost trvala ještě několik dalších století. Brýle byly používány přibližně 250 let a bylo nutné je držet rukou, nebo je připevnit na pokrývku hlavy. Po vynalezení nové technologie výroby – tažení a válcování kovových materiálů, byl preferován válcovaný kovový profil brýlových středů (očnic).

Vznik stranic, které by byly alespoň podobné těm, které známe dnes, byl ještě v nedohlednu. Nicméně mnohem dříve než v Evropě, se jim přiblížily tehdejší „východní země“ – Japonsko a Čína. Upevnění brýlové korekce přímo na obličej bylo uskutečňováno pomocí stužek, nebo tkaniček - „stužkové/tkaničkové brýle“.

První manufaktura, která zhotovovala tehdejší typ brýlí, byla založena v Norimberku v 17. až 19. století a proslavily se především výše zmíněnou technologií válcování kovů. V 50. letech 18. století měli opět možnost řemeslníci ukázat své schopnosti ve výrobě, když se začaly objevovat tzv. „nůžkové brýle“ (obr. 4). Tento typ byl velice podobný těm nýtovaným, ovšem rozdíl byl v prodloužení upevňovacích částí a způsobu používání. Nýtovaný spoj se při čtení nacházel nad očima, ale nůžkové brýle se přidržovaly pod bradou. Byly zhotovovány na zakázku a užívaly je zejména měšťanské a šlechtické vrstvy. Staly se tedy takovým módním atributem, který ukazoval veřejnosti, jaké má daný člověk společenské postavení. [1] [2]



Obr. 3: Lornion [3]



Obr. 4: Nůžkové brýle [3]

Aby se uvolnil prostor před ústy a užívání bylo pohodlnější, začaly vznikat „lorniony“ (obr 3), které měly držátko umístěno z boku a současně sloužilo jako pouzdro, které mělo

ochrannou funkci. V této době tzv. Biedermeierského období se rovněž vyvíjely korekce typu - „skřípec“ a „monokl“ (obr. 5) , které byly užívány až do 40. let 20. století. Skřípec je všem dobře známý z dobových filmů. Očnice byly spojeny pružným třmenem, který se upevnil s jednoduchými sedly na kořen nosu. Jedna očnice byla opatřena ouškem, ke kterému byla připevněna šňůrka vedoucí ke knoflíku v kapse, aby se zamezilo ztrátě. Monokl se předkládal přímo před rohovku, byl rovněž opatřen šňůrkou a jednalo se o zabroušenou spojnou čočkou na velikost orbity, jejíž součástí byly vroubky, které zajišťovaly stabilitu při užívání. V pozdějších letech se spekulovalo, zda nešlo náhodou o předchůdce kontaktních čoček.[1][2]



Obr. 5: Monokl [3]

Na konci 18. století v Anglii byly k brýlovému středu poprvé připevněny komponenty podobné stranicím, tzv. „spánkové stranice“, které byly rovné a v pozdějších letech pro zajištění lepší stability brýlí na obličejí prodlouženy až za uši. U tohoto typu byl poprvé použit kloubový spoj – stěžejka (mezi brýlovým středem a stranicí) a objevovaly se i očnice eliptického tvaru. Definitivně tak byl zajištěn komfort uživateli, který měl s korekcí do blízka volné ruce pro jakoukoliv manipulaci. Zájem veřejnosti o brýle tedy rychle stoupal.

Velmi dobře jsou známy tzv. „Windsorky“ z počátku 20. století – typické kovové brýle, které měly kulaté očnice a stranice dvojího typu (Komfort nebo Imperial), byly pružné a zhotovené ze třech nebo čtyřech pramenů tenkého drátu (plochý profil drátu). Tvarovaný kovový nosník byl ovšem postupem času shledán jako nevyhovující a to z důvodu přímého kontaktu s kůží, který zapříčiňoval alergické reakce, a rovněž nošení brýlí v chladném období nebylo uživateli příliš příjemné. Proto byly následně brýle opatřeny sedly, která byla připájena ke konstrukci. Jejich existence kladně přispěla i k možnosti individuálního při-

způsobení brýlí na obličejí. Takto zdokonalené brýle se začaly vyrábět v manufakturách ve velkém množství a následně došlo k masovému rozšíření v populaci.

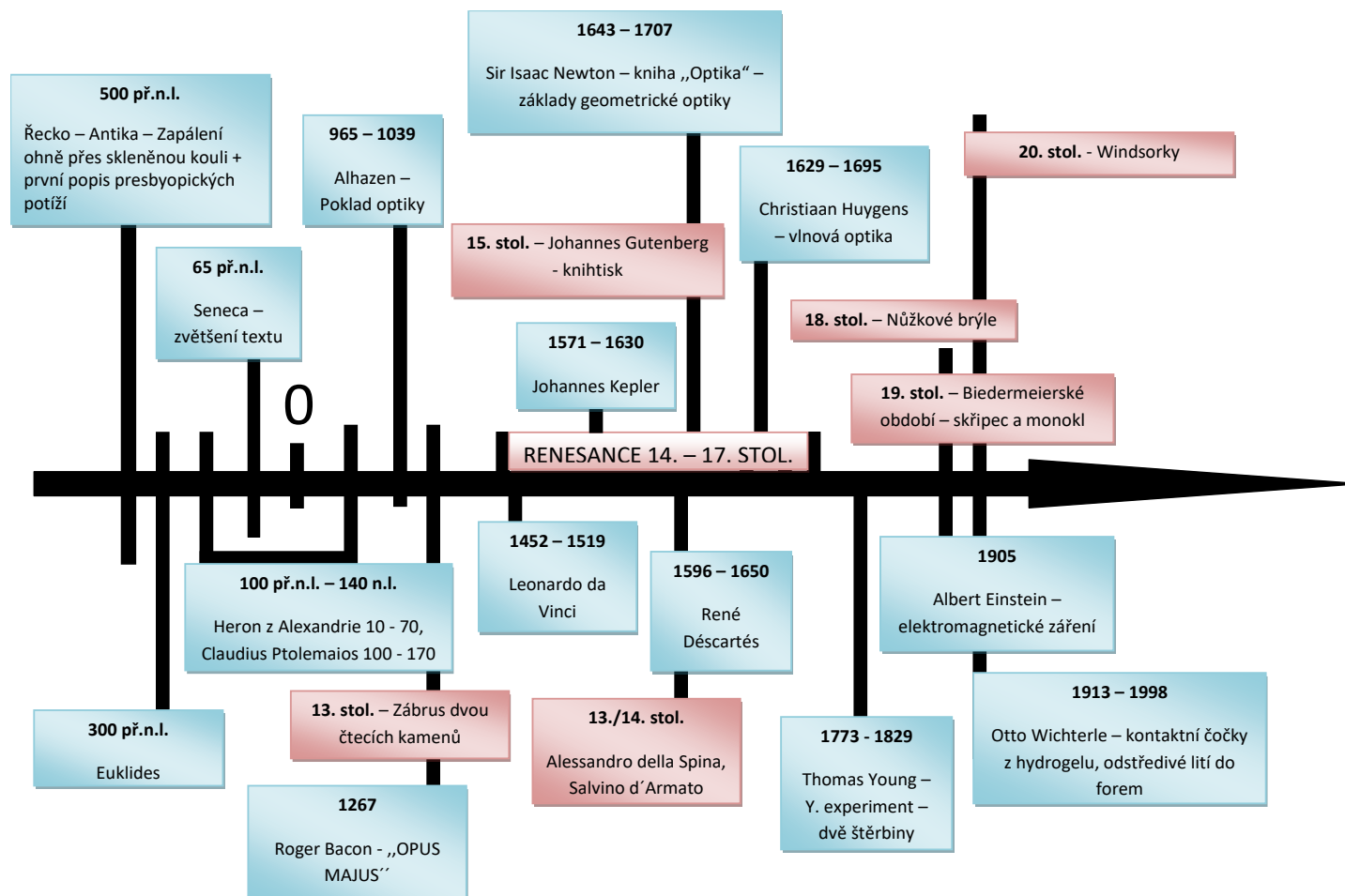
Po 2. Světové válce se věda a technika rozvíjela velice rychle. Spolu s novými materiály, pokročilejšími technologiemi výrob a přizpůsobování se módním trendům se povědomí o brýlích rychle změnilo z tzv. „berličky pro oči“ v naprosto běžnou pomůcku a nositelé se za ně rozhodně nemuseli stydět. Přínosem nových obráběcích technik a vznikem sériové výroby se staly moderní brýle cenově přístupné všem, kteří je potřebovali. Uživatelům s vysokými hodnotami dioptrií začaly být nabízeny asférické čočky, které jsou plošší, lehčí, tedy i estetičtější a současně řeší složité podmínky optického zobrazování. [1][2]

V rozvoji korekci zraku nelze také opomenout vznik nové vědní disciplíny, kterou je kontaktologie. Zejména v posledních desetiletích byly v užívání kontaktních čoček uskutečněny velké pokroky. Dřívější plastové čočky – tedy tvrdé, nahradil Otto Wichterle měkkými z hydrogelu. Vynalezl rovněž nový způsob výroby – odstředivé lití do forem, který zásadně přispěl ke zvýšení komfortu nositelů kontaktních čoček.

V současné době lze korigovat zrak také pomocí mnoha typů laserů. Tomuto odvětví se věnuje oftalmologie. Nejrozšířenější pomůckou však stále zůstávají brýle, jejichž původní vynálezce ovšem není známý. Pojem brýle jako takový se v našich zemích ujal po vzniku německého výrazu - „Brille“, který je však odvozován z holandského slova - „bril“. Ten je s největší pravděpodobností vázán na skutečnost, že v 15. století v Holandsku vznikaly brusírny skel, ve kterých se zpracovával horský/alpský křišťál – beryl. [1][2]

Všechna důležitá historická data jsou zaznamenána v časové ose na obr. 5. Následující kapitola plynule navazuje na historii brýlové korekce a vyzdvihuje současné módní trendy i nové technologie.

Časová osa



Obr. 6: Časová posloupnost významných historických dat souvisejících s vývojem optiky[1][4][5][6][7][8]

1.2 současnost

Dioptrické brýle slouží v současné době nejen jako optické pomůcka k lepšímu vidění, ale zároveň jako módní doplněk a stále častěji je nosí i lidé, kteří je ze zdravotního hlediska vůbec nepotřebují. Využívají je jako část svého outfitu, či k podtržení osobnosti. Ve druhé polovině 20. století design brýlových obrub podléhal spíše trendům určitých dekád moderní historie, avšak dnes je považováno za in povětšinou vše a je již možné nosit jakýkoliv typ, tvar i barvu. Výrobci se zaměřují zejména na styl retro/vintage a extravaganci. Důraz je kladen i na ekologický design a užívání recyklovatelných materiálů.[1][9][10][11]



Obr. 7: Současné módní trendy 2 [12]

Po celém světě každý rok probíhají optické veletrhy (Milano, Paříž, v ČR - Brno – OPTA aj.), na kterých se prezentují stovky firem a je možné se zlepšovat nejen v rámci odborných přednášek, ale sledovat i vývoj techniky, technologií a vzhledu brýlových obrub.[10][13]

Součástí veletrhů jsou také soutěže, při kterých je prezentován pokrok v oboru, a je možné získat nejrůznější ocenění. Kategorii Technologie v oční optice ovládla firma SAGITA Ltd., s.r.o. (ČR + SK), která představila digitální čtecí zařízení s názvem OrCam (obr. 8), které disponuje umělou inteligencí. Jeho předností je schopnost převádět psaný text do hlasové formy, identifikovat tváře, čárové kódy i bankovky a ukládat informace do paměti. Připevňuje se magneticky ke stranici brýlové obruby.[13][14]



Obr. 8: OrCam MyEye 2.0 – čtecí zařízení [15]



Obr. 9: Wiggles - BEKWOOD EYEWEAR [16]

V kategorii Design v oční optice zvítězily Dřevěné sluneční brýle Wiggles, náležící firmě BEKWOOD EYEWEAR/Ondřej Bek (obr. 9). Výroba probíhá lepením patnácti dýhových desek a stranice napodobují větvičky stromů. [13]

Ocenění rovněž získaly luxusní sluneční brýle firmy Safilo (Itálie) s názvem JIMMY CHOO BEE/S (obr. 10). Charakterizuje je především křišťálová brýlová obruba osázená ručně broušenými krystaly Swarovski s přívěskem připojeným ke koncovkám. [13]



Obr. 10: JIMMY CHOO BEE/S [17]

Srovnání designu optických pomůcek - historie X současnost:

Obr. 11: Nýtované brýle [2]

Obr. 12: : Extravagantní brýlové
obruby [18]

I přes nesmírný pokrok v oboru optiky, očního lékařství, materiálů a technologií, jež nabízejí další různé možnosti korekce zraku (laserové operace, kontaktní čočky), stále zůstává nejvíce využívaným způsobem nošení dioptrických brýlí, jejich části a nejdůležitější parametry jsou popsány v následujících kapitolách.

1.3 Obecný popis částí dioptrických brýlí

Dioptrické brýle jsou optická pomůckou, která slouží svému uživateli při korekci očních vad, a zajišťují kvalitnější vidění. Mezi hlavní části patří brýlový střed, který je tvořen dvěma očnicemi (opatřeny drážkou pro vsazení brýlových čoček), jež jsou spojeny nosníkem. K brýlovému středu jsou rovněž připojeny sedla, vyrobená z vinyly, nebo měkkého silikonu, která slouží k omezení kontaktu kovového či plastového materiálu obruby s kůží. Stěžejky plní funkci otočného spojení brýlového středu a stranice a mohou být připevněny nýty, či zapuštěny (zataveny). Stranice jsou děleny na tělo a koncovku, která zajišťuje stabilitu a usazení na obličeji. [24][25]



Obr. 13: Popis brýlové obruby [25]

1.4 Typy brýlových obrub

Brýlové obruby lze rozdělit do tří základních skupin – **obruby s očnicemi, poloobrubby a bez očnic**. V současné době je stále nejvíce využíváno obrub s očnicemi, jelikož zajišťují pevnost, kompaktnost a ochranu brýlovým čočkám.

Profily očnic jsou opatřeny zanořenou drážkou typu „V“ po celém obvodu, jež slouží jako dosedací plocha pro brýlové čočky s tzv. „břitovou“ fazetou. Vsazování korekčních členů do plastových obrub probíhá po adekvátním nahřívání brýlového středu, kdy dochází k jeho rozpínání. K opětovnému smrštění dochází po ochlazení. Aby bylo možné uchycení do kovových, dřevěných a jiných typů obrub, které nelze vystavovat tepelnému působení, jsou očnice opatřeny zámkovými patkami, nebo šroubky.

Poloobrubby se vyznačují tzv. obočnicí doplněnou o silonový vlasec různé síly, který umožní uchycení brýlových čoček, jež mají většinou plochou fazetu s vyfrézovanou dráž-

kou (+ ochranná fazeta). Výhodou je zorné pole nerušené spodní částí očníce a eliminace výpadků. Nevýhodná je však mechanická zranitelnost čoček a zvýšená zranitelnost i rizikovitost při kompletaci (odštípnutí).

Brýle bez očnic jsou nejméně nápadné, o poznání lehčí a skotomy v zorném poli jsou minimální. Čočky jsou opatřeny plochou fazetou a připevnění k nosníku a stranicím je provedeno vrtanými spoji se šroubky. Jsou náročné na zhotovení, jelikož je třeba naprosté přesnosti. Mechanická odolnost je výrazně snížena absencí očnic. [1]

Tab. 1: Typy brýlových obrub [24]

	Přednosti	Nedostatky
Brýle s očnicemi	<ul style="list-style-type: none"> • Pevnost • Drží formu • Chrání čočky • Snadné sesazení 	<ul style="list-style-type: none"> • Těžší • Nápadnější
Poloobruba	<ul style="list-style-type: none"> • Méně nápadné • Lehčí • Dostatečně pevné 	<ul style="list-style-type: none"> • Částečně nechráněné čočky • Náročnější práce
Bez očnic	<ul style="list-style-type: none"> • Velmi lehké • Nenápadné • V zorném poli neruší orámování čoček očnícemi 	<ul style="list-style-type: none"> • Velmi náročná práce • Vůbec nechráněné čočky • Náchylné na poškození

1.5 Materiály brýlových obrub

Jak již bylo dříve uvedeno, hojně byly využívány k výrobě brýlových obrub přírodní materiály, jako například **dřevo, kůže, rohovina, želvovina a kosti – slonovina**. V současné době jsou z těchto materiálů zhotovovány velmi drahé kusy, zejména na zakázku, případně jsou k vidění ve formě drobných ozdob částí obrub (např. na stranicích). Obecně jsou materiály na výrobu brýlových obrub rozdělovány do dvou základních skupin – **kovové a plastové**. [24]

1.5.1 Kovové obruby

Již před začátkem výběru brýlové obruby je velmi důležité zjištění, jakou má klient představu o vzhledu a účelu brýlové korekce a zda nedisponuje případnou alergií na kovové

materiály. V současné době mezi nejvíce využívané patří nové stříbro (slitina mědi, zinku a niklu), ušlechtilá legovaná ocel a titan. [24]

Tab. 2: Materiály na výrobu brýlových obrub – kovové [24]

	Složení v %		Složení v %
Mosaz 85	Cu85Zn15	Beryliový bronz	Cu98Be2
Cínový bronz	Cu94Sn6	Titan P	Ti99 až 99,7
Bronz 48	Cu82Ni2Zn11Sn5	Titan B	Ti90Mg10
Nové stříbro (alpaka)	Cu65Ni12Zn23	Titan - flex	Ti49,2Ni50,8
Nové stříbro (nikelin)	Cu62Zn20Ni18	Ocel legovaná	X8 CrNi 19/10
Blanka Z	Cu61Ni23Zn14Sn2		X5 CrNi 18/10
Platinin	Cu60Ni25Zn15		X2 CrNi 18/11
Isotan	Cu55Ni44Mn1		
Monel	Cu30Ni68Mn1Fe1		

1.5.2 Plastové obruby

Acetát celulózy je dnes nejvyžívanějším plastem na výrobu brýlových obrub a to i přes svou hygroskopičnost a unikání změkčovadel, která v oblastech, kde dochází ke styku s kůží, způsobují chemickou reakci, jejímž důsledkem je výskyt bílých povlaků na stranících, nebo nosníku. Zhotovení je možné ze tří druhů acetátu – blokového (časové náročné a proto drahé), vytlačovaného a granulovaného (granulovaný vstříkový acetát, levnější obruby, 30 % změkčovadel).

Aceto – propionát celulózy obsahuje méně změkčovadel, než výše zmíněný acetát (jen 8 – 10 %), čímž se stává i mnohem odolnější vůči stárnutí. Je rovněž lehčí a trvanlivější při vystavení potu. Výroba je prováděna tlakovým vstříkovaním do forem s následným povrchovým barvením.

Aceto – butyrát celulózy pro svou vynikající stálost při vystavení nízkým teplotám slouží zejména ke zhotovování zimních sportovních brýlí. Výroba je prováděna metodou tlakového vstříkovaní.

Polymetylmakrylát (PMMA), neboli plexisklo, či organické sklo, je vyráběno ve formě velkých desek rozmanitých rozměrů, které jsou následně zpracovávány metodou třískového obrábění. Brýlové obruby zhotoveny z PMMA jsou výrazně křehčí a méně odolné vůči nárazům, než předcházející popisované materiály.

Korekční pomůcky vyrobené z **Polyamidu (PA)** neobsahují žádná změkčovadla a jsou velmi odolné vůči světelnému záření. Za studena jsou obzvláště elastické a barvení je prováděno povrchově. Lze je poznat především dle tenkých průřezů očnic.

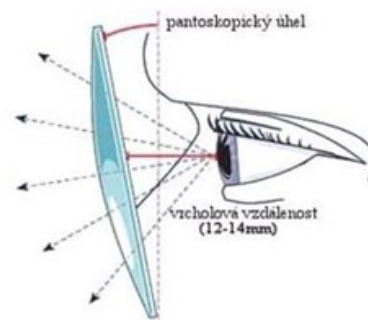
Termoelastická umělá hmota zvaná **Optyl (epoxidové pryskyřice - EP)** má vlákna molekul vázána pružnými můstky. Hmota lze po nahřívání tvarovat, avšak po dalším vystavení vysokým teplotám (80°C a více) se vrací do původní podoby, která jí byla dána již ve výrobě. Tato schopnost je nazývána jako - „tvarová paměť“. Zhotovovány jsou metodou vakuového lití do forem. Brýlové obruby z Optylu jsou charakteristické nevloženou kovovou vložkou do straníc, která většinou (např. acetátové obruby) dosahuje až do oblasti koncovky. V současné době se již v očních optikách nevyskytují a to pro svou křehkost. [24]

1.6 Vzdálenost od rohovky

Při výběru brýlové obruby je rovněž nutné uvážení vzdálenosti od vrcholu rohovky. Ve zkušebních obrubách u očních lékařů, nebo optometristů je vzdálenost zkoušených korekčních čoček 12 milimetrů a u vrcholových lámavostí nad + nebo – 4,0 D (dioptrie) je nutno tento fakt zohlednit, případně přepočítat (nutnost u přechodu na kontaktní čočky).[26]

1.7 Inklinace

Inklinace je jinak také označována pod pojmem **Pantoskopický úhel**, který udává sklon očnice při pohledu na nositele z profilu. Jedná se tedy o náklon od svislé osy při běžném postavení těla a držení hlavy zákazníka. Ideální hodnotou je 5 °- 15 °. Velikost inklinace přímo souvisí s následnou centrací brýlových čoček a případným zvětšováním ZP (zorného pole).

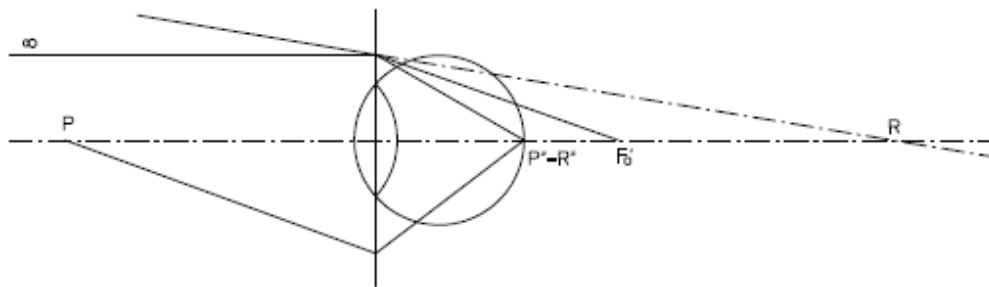


Obr. 14: Pantoskopický úhel [26]

1.8 Brýlové čočky

Je nezbytné vybrat správný typ brýlové čočky, který bude korigovat oční vadu zákazníka, a zlepšovat komfort při práci, či každodenních činnostech. Každá čočka má svůj optický střed (nejlepší zobrazení), jehož znalost a přesné označení je nezbytné pro kvalitní centraci, i hodnotou vrcholové lámavosti – dioptrie, které jsou odstupňovány po 0,25 D (dioptrie), u vyšších po 0,5 D (dioptrie). Nezabroušené jsou dodávány do očních optik v různě požadovaných průměrech a s objednanými povrchovými úpravami. **Z optického hlediska** jsou děleny na **spojné**, neboli plusové, které korigují hypermetropii a presbyopii a **rozptylné**, neboli mínusové, jež jsou užívány při korekci myopie.[24][26]

Hypermetropie (dalekozrakost) je vada, při níž jsou lépe zobrazovány předměty vzdálené a hůře předměty blízké, jelikož rovnoběžné paprsky vstupující do oka vytvářejí ohnisko za sítnicí. [27]



Obr. 15: Hypermetropické oko [27]

R – poloha dalekého bodu

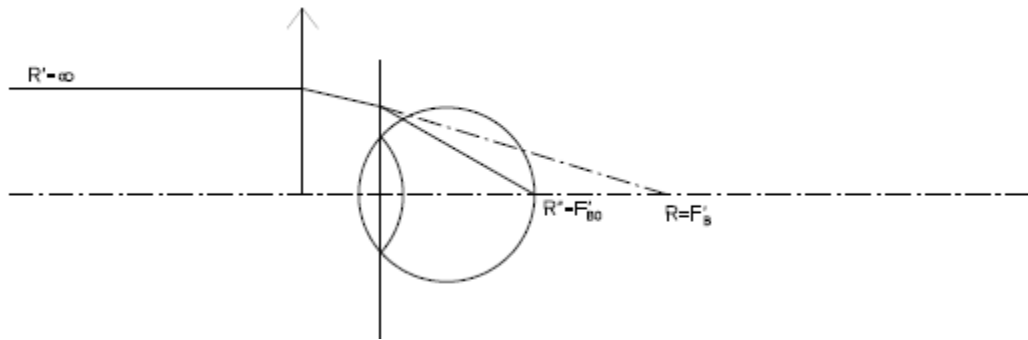
P – poloha blízkého bodu

R' - obraz dalekého bodu

P' - obraz blízkého bodu

F'₀ – obrazové ohnisko hypermetropického oka [27]

Korekční podmínka: „...obrazové ohnisko korekční brýlové čočky F'_B musí splývat s dalekým bodem R hypermetropického oka.“ [27]



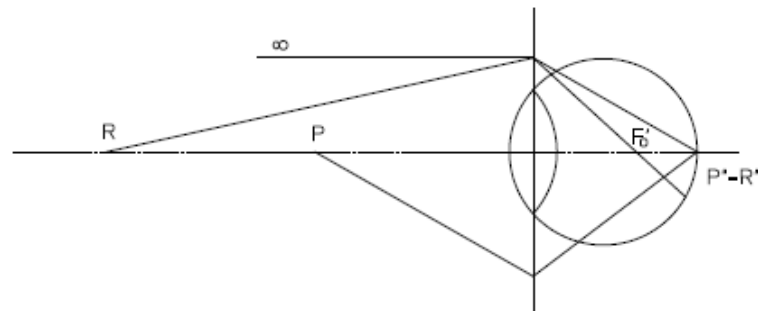
Obr. 16: Korekce hypermetropického oka [27]

R' - daleké bod s korekcí do blízka

F'_B – obrazové ohnisko korekční brýlové čočky

F'_{B0} – obrazové ohnisko systému brýlové čočky a hypermetropického oka [27]

Myopie (krátkozrakost) je vada, při níž jsou dobře zobrazovány předměty blízké a hůře předměty vzdálené. Příčinou takového vidění je, že paprsky, jež vstupují rovnoběžně do oka a vytvářejí ohnisko před sítnicí, místo přímo na ní, jak je tomu u emetropů.[27]



Obr. 17: Myopické oko [27]

R - poloha dalekého bodu

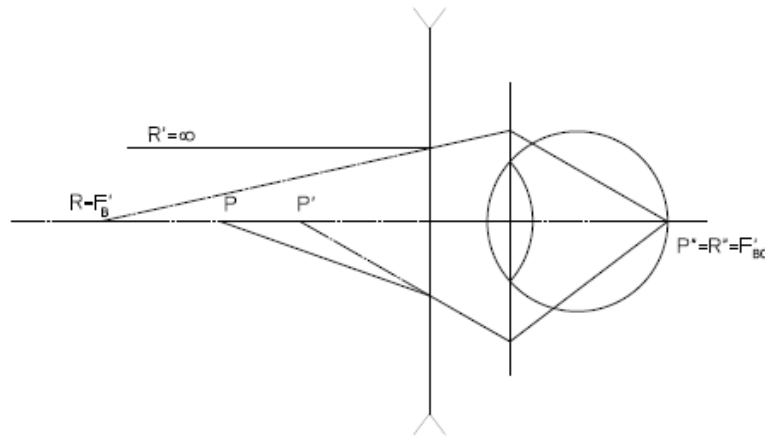
P – poloha blízkého bodu

R' - obraz dalekého bodu

P' - obraz blízkého bodu

F'_0 – obrazové ohnisko myopického oka[27]

Korekce myopického oka – korekční podmínka: „...obrazové ohnisko korekční brýlové čočky F'_B musí splývat s dalekým bodem R myopického oka.“ [27]



Obr. 18: Korekce myopického oka[27]

P – blízký bod s korekcí do dálky

P' - poloha blízkého bodu bez korekce

P'' - obraz blízkého bodu

R – poloha dalekého bodu bez korekce

R' - daleký bod s korekcí do dálky

R'' - obraz dalekého bodu

F'_B – obrazové ohnisko korekční brýlové čočky

F'_{BO} – obrazové ohnisko systému brýlové čočky a myopického oka [27]

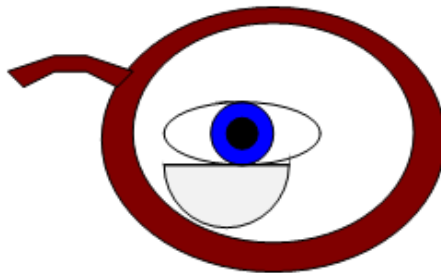
Nejjednodušší rozdělení brýlových čoček:

- Jednoohniskové
- Bifokální
- Trifokální
- Multifokální[26]

Nejpočetnější skupinou, kterou zákazníci využívají, jsou **jednoohniskové** čočky, které mají pouze jeden korekční účinek a to buď sférický, nebo torický. Sférické se vyznačují dvěma kulovými plochami (přední i zadní), přičemž u torických je jedna z ploch kulová a

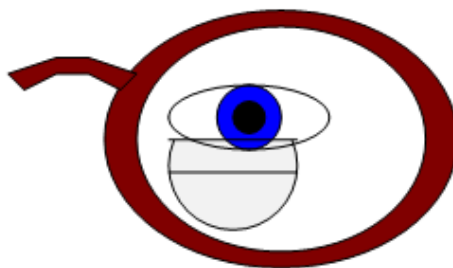
druhá torická (astigmatismus). Do skupiny **víceohniskových** čoček jsou řazeny bifokální, trifokální a multifokální, které disponují větším počtem lámavých účinku. [26]

Bifokální brýlové čočky kombinují korekci do dálky (horní část) i blízka – vybrušovaný, zatavovaný nebo odlévaný segment s dioptrickou hodnotou požadovanou pro vidění do blízka.[1]



Obr. 19: Bifokální brýlová čočka [24]

Trifokální brýlové čočky se liší od bifokálních pouze vložení třetí hodnoty vrcholové lámavosti a tím vytvořením tzv. mezidílu, který je určen pro zobrazování předmětů ve střední vzdálenosti. [1]



Obr. 20: Trifokální brýlová čočka [24]

Multifokální čočky jsou určeny ke korekci emetropa (nepotřebuje brýlovou korekci) a ametropa (potřebuje brýlovou korekci) v presbyopickém věku (po 40 letech, kdy oko ztrácí svou plasticitu a elasticitu a je třeba užívání brýlí na čtení), který potřebuje zajistit vidění na všechny vzdálenosti, čehož je docíleno plynule se zvyšující addicí (přídavek do blízka) v „progresivním koridoru“. Technicky je takto estetických brýlových čoček dosahováno postupnou změnou zakřivení svislého řezu přední plochy čočky. Skleněné jsou vyráběny

metodami – propadáním do forem a třískovým obráběním a plastové metodami – odléváním do forem a lisováním. [24]



Obr. 21: Pohled přes multifokální čočku [28]

Mezi další typy brýlových čoček jsou řazeny rovněž **asférické** a **atorické**, které jsou mnohem tenčí a plošší, tím pádem i estetičtější a z hlediska zobrazovacího při správné centraci je i přes okraj brýlové čočky zajištěno vidění bez zkreslení a astigmatismu šikmých paprsků (zapříčiněné nepravidelným zakřivením rohovky a obraz je následně neostrý a rozmazaný).

„Asférické brýlové čočky mají alespoň jednu z ploch rotačně asférickou v tom smyslu, že se poloměr křivosti této plochy od optického středu čočky všemi směry stejně plynule zvětšuje.“ [24]

„Atorické čočky mají alespoň jednu plochu atorickou, což znamená, že se jedná o podobně upravenou plochu torickou, s plynule se k okraji čočky zvětšujícími poloměry křivosti v obou hlavních řezech čočky.“ [24]

1.8.1 Materiály na výrobu brýlových čoček

Brýlové čočky jsou vyráběny ze **skla** nebo z **umělých hmot**. Nejdůležitější vlastností je dokonalá optická čistota. V současné době jsou pro svou lehkost a odolnost vůči nárazům preferovány spíše čočky plastové.

Sklo

Sklo je tvrdé, nevodivé, ale také křehké a praská. Skládá se ze sklotvorných oxidů, taviv a stabilizátorů. S vývojem sklářského průmyslu se na trhu objevila v Jeně (Německo) zásluhami E. Abbeho, K. Zeisse a O. Schota optická skla (přelom 19. a 20. století). Zabývali se pečlivým výběrem surovin i jejich podílů, aby docílili kvalitního materiálu pro výrobu.

Zvýšenou pozornost věnovali zejména indexu lomu, Abbeovu číslu (udává stupeň disperze – rozklad světla), hustotě a možnosti obrábění. [24]

Plastové materiály

V současné době jsou nejpoužívanějším materiálem allylové estery, které jsou známější pod obchodním názvem **CR 39, nebo také jako ORMA 1000**. V malé míře je také do výroby zapojován polykarbonát. Polymethylmetakrylát (PMMA) se již z důvodu nízké otěruvzdornosti nevyužívá.

CR 39 (Columbia Resin 39) byl vyvinut v roce 1939 v USA k vojenským účelům, která odolává acetonu, alkoholu a slabým kyselinám. Brýlové čočky jsou vyráběny litím do forem, ve kterých jsou poté vytvrzeny polymerací.

Polykarbonát (PC) je měkkší, ale mnohem odolnější vůči nárazu, než CR 39. Brýlové čočky jsou vyráběny metodou vstřikování roztaveného granulového materiálu do forem z kovu. Neodolá vystavení acetonu a jiným druhům rozpouštědel. [24]

Tab. 3: Srovnání materiálů na výrobu brýlových čoček [24]

	CR 39	Polykarbonát	Sklo - Korunové
Index lomu	1,498	1,586	1,523
Abbeovo číslo	58	32	58
Hustota	1,32	1,20	2,55
UV absorpce do	340 nm	385 nm	300 nm
Barvení	Možné	Omezené (30 %)	Ve sklovině, nebo povrchově
Tepelná odolnost	130 °C	222 °C	600 °C
AR vrstva	Možná	Možná	Možná
Tvrzení	Možné	Možné	Možné
Nárazuvzdornost	Dobrá	Výborná	Nízká
Způsob výroby	Litím, obráběním, nebo jejich kombinací	Vstřikováním	Obráběním

1.8.2 Povrchové úpravy

Brýlové čočky jsou z důvodu zlepšení optických i mechanických vlastností opatřovány povrchovými úpravami. Mezi nejčastěji se vyskytující patří **tvrdění, antireflexní vrstva, hydrofobní a olejofobní vrstva, antistatická vrstva a protizamlžovací vrstva**. Za speci-

ální vrstvy jsou považovány: reflexní vrstva, barvení, UV filtr, polarizační filtr, filtr eliminující modré (až modrofialové světlo), fototropní a fotopolarizační. [29]

Tvrzení

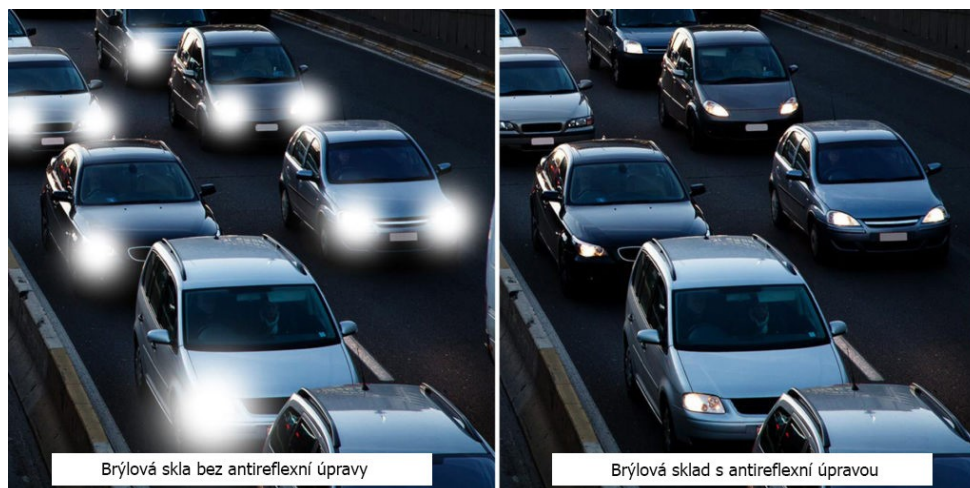
Tvrzení je povrchová úprava, která zlepšuje mechanickou odolnost brýlové čočky a snižuje tak pravděpodobnost poškrábání. Takové poškození je nejen neestetické, ale vidění komplikuje i difrakce – paprsky se ohýbají o škrábance (překážky v materiálu) a mění svůj směr. Přestávají se šířit přímočaře.

Antireflexní vrstva (AR)

Na přední i zadní stranu je nanášena antireflexní vrstva z důvodu eliminace šíření nežádoucích paprsků. AR vrstva (složení na obr. 26), zabraňuje vzniku parazitních odlesků snižováním reflexe (odrazivost) a zvyšováním transmise (propustnost). Jelikož se s rostoucím indexem lomu zvyšuje i odrazivost, je nezbytné ji nanášet na vysokoindexové brýlové čočky. Nositeli je dobře vidět do očí (i na fotografiích), pohled přes brýlovou čočku je následně jasnější, kontrastnější a snižuje náchylnost nositele k oslnění od různých zdrojů světla, zejména v šeru nebo v noci (obr. [29])



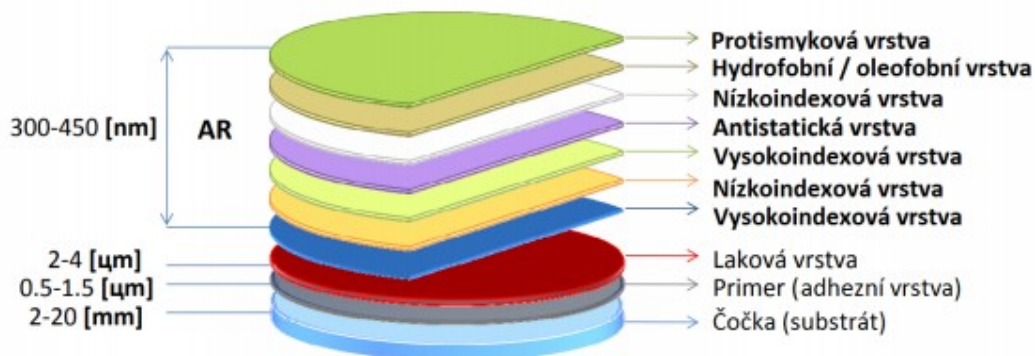
Obr. 22: Brýlové čočky bez, i s antireflexní úpravou – pohled do očí [30]



Obr. 23: Brýlové čočky bez, i s antireflexní úpravou – eliminace nežádoucích odlesků [30]

V současné době je nanášen AR v 6 až 10 vrstvách, protože jednovrstevný eliminuje světlo jen ve vlnové délce 550 nm, což je nedostačující.

Někteří zákazníci mohou být citlivější na pronikání intenzivního světla do oka a tím způsobeným oslněním. Míru citlivosti lze vypočítat z výsledku vyšetřování zrakové ostroty a kontrastní citlivosti. Následně je vhodné, aby optik nabídl i tónované korekční čočky, jejichž součástí je absorpční vrstva. [31]

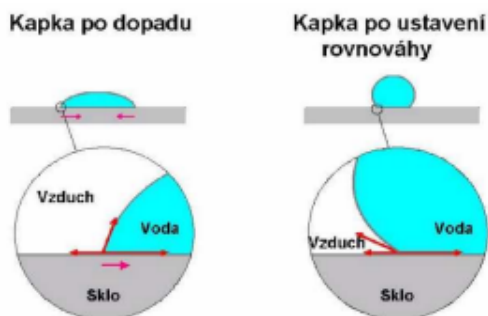


Obr. 24: Antireflexní vrstva [29]

Hydrofobní a olejofobní vrstva

Hydrofobní a olejofobní vrstva je nanášena na brýlové čočky, protože odfiltrování nežádoucích odlesků antireflexní vrstvou zvyrazňuje nečistoty a otisky prstů na povrchu. Při

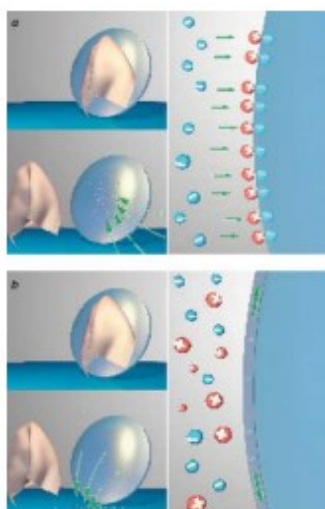
mikroskopické analýze bylo zjištěno, že AR má porézní strukturu, ve které se mohou usazovat nečistoty. Proto je na něj nanášena tenká vrstva (jen několik nanometrů), která povrch zahradí na jednolitý. Současně díky volným radikálům fluoru také odpuzuje vodu i mastnotu a působí tak nesmáčivě. Na povrchu brýlové čočky se tak nacházejí kapky jen pod velmi malým kontaktním úhlem, který způsobí rychlejší ztékání vody.



Obr. 25: Nesmáčivý povrch [29]

Antistatická úprava

Ulpívání prachových částic na povrchu brýlové čočky je běžným jevem, který se vyskytuje zejména při čištění látkou, jež vytváří třením na nevodivém materiálu čočky záporný elektrický potenciál. Ten následně přitahuje částice prachu. Nanesením antistatické vrstvy, působící jako vodič, je výše popsáný úkaz eliminován. [29]



Obr. 26: Působení antistatické vrstvy [29]

Protizamlžovací vrstva

K zamlžování brýlových čoček dochází především v situacích, jako jsou uklízení, vaření, nebo přechody ze studeného do teplého prostředí. Na povrchu se sráží voda, která se pomalu odpařuje. Možným řešením je nanášení vrstvy, na obě strany čočky, (např. Optifog) tvořenou polyetylenem, jež zvyšuje povrchové napětí srážené tekutiny. Následně je voda spojena v tenkou plochu, která se mnohem rychleji odpařuje. [29]

1.9 Centrace

Centrace brýlové korekce je velmi důležitým procesem při zhotovování optické pomůcky a provádí se dle typu brýlových čoček, které byly se zákazníkem vybrány. Je nezbytně nutné před centrací provést anatomickou úpravu obruby. Obecně lze říci, že existují centrace **horizontální a vertikální**. Dále **do dálky, blízka, na PP (přímý pohled) a na SOO (střed otáčení oka)**.

Do dálky:

- v horizontálním směru je zjišťována PD do dálky (vzdálenost zornic/pupilární distance) pravého i levého oka, přičemž je nutné vyrušit fúzi. Takového stavu dosáhneme, pokud klientovi jedno oko zakryjeme. Tuto vzdálenost lze zjistit metodou tečkování, pomocí pupilometru (měřič velikosti a vzdálenosti zornic), nebo PD měřítkem. Tečkovací metoda spočívá v označení zornic přímo na fólie v brýlové obrubě. Vertikální je korekce centrována na PP (přímý pohled) nebo na SOO (střed otáčení oka).
- **SOO** – centrace na střed otáčení oka je prováděna z důvodu splnění podmínky pro bodové zobrazení, kdy osa korekční čočky musí procházet středem otáčení oka, který se nachází 13 mm za rohovkou (vrcholem rohovky). Tato metoda je volena nejen u sférických, ale i torických a asférických brýlových čoček. Nevýhodou tohoto typu je ovšem navození nežádoucího prizmatického účinku a možný vznik duhových lemů v případě vysokoindexových čoček. Zákazníka poprosíme, aby s nasazenou brýlovou obrubou pomalu zakláněl hlavu (optik stojí z boku klienta) do chvíle, než bude brýlový střed svírat se zemí úhel 90°, následně jej požádáme, aby v této pozici setrval a na fólie obrub mohly být zornice zaznačeny lihovým popisovačem.
- **PP** – centrace na přímý pohled. Obecně lze říci, že tímto způsobem je se vyměřují všechny ostatní typy brýlových čoček, vyjma sfér, tór a asfér. Zejména však u progresivní korekce, kde je kladen velký důraz na co největší zorné pole v koridorech. Při

tomto typu centrace není splněna podmínka bodového zobrazení, nicméně zde není při správném zábrusu navozen žádný klínový účinek a je zajištěna absence duhových lemů. Proto se tímto způsobem centrují vysokoindexové čočky. Výhodou je rovněž zvětšené zorné pole, které ocení zejména nositelé progresivních, nebo lentikulárních (+ zmírnění zobrazovacích vad) brýlových čoček. Pro docílení přirozeného postoje a polohy hlavy - pohledu do dálky, je dobré zákazníka poprosit, aby se chvílku prošel po optice a následně se zastavil. Optik musí být ve stejné výšce, jako klient (možno vypomocet si stoličkou, vždy se přizpůsobuje optik klientovi, nikdy ne naopak, bylo by narušeno přirozené postavení těla) a následně zakreslí křížky na plastové výplně očních.[24][33]

Tab. 4: Tabulka dvou metod centrování čoček ve vertikálním směru[24]

Metoda	Výhody	Nevýhody	Použití
“Na střed zornice“ - PP	<ul style="list-style-type: none"> • Bez prizma • Bez duhových lemů u vysokoindexů 	<ul style="list-style-type: none"> • Nežádoucí astigmatismus 	<ul style="list-style-type: none"> • Vícefokální č. • Progresivní č. • Lenti • Anisotropie • Vysokoindexy s nízkým Abbe.č. • Korekce s navozením prizmatického účinku
“Na střed otáčení oka“ –SOO	<ul style="list-style-type: none"> • Bodové zobrazení 	<ul style="list-style-type: none"> • Nežádoucí prizma • Duhové lemy u vysokoindexových č. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asférické č. • Ostatní isotropie

Do blízka:

- Na PD do blízka jsou brýlové čočky centrovány opravdu zřídka a to např. v případech, kdy je třeba podpořit klientovu fúzi, nebo zhotovit brýle na čtení pro anizotropie. Anizotropie - rozdílná refrakce pravého a levého oka (dioptrie) a má za následek nestejně velké obrazy na sítnici, přičemž může vznikat diplopie (dvojité vidění). PD je nejlépe zjistitelné pomocí zrcadlové metody, kdy je zároveň vyměřena hodnota horizontální i vertikální.[24][33]

Centrování brýlových čoček je v současné době možné i **pomocí kamerových centrovacích systémů**. Jedná se však o velmi drahé přístroje a jen malé množství očních optik na něj může uvolnit část finančních prostředků. Je možné využít tzv. centrova-

cích věží, nebo aplikací pro iPad. Součástí jsou i klipy na brýlové obruby, pomocí kterých jsou snímány parametry při focení, k následnému přeměňování vzdáleností.

Visionoffice: „Umožňuje měření pupilární vzdálenosti, výšky zornice, pantoskopického úhlu, úhlu prohnutí brýlové obruby a parametrů brýlové obruby. Navíc poskytuje zjištění čtecí vzdálenosti, dominantního oka a koeficientu pohybu očí a hlavy.“ [32]



Obr. 27: Visionoffice – Essilor [32]



Obr. 28: Terminal mobile – Zeiss [32]

1.10 Zábrus

Před zábrusem brýlových čoček do obruby je nutné provést měření na fokometru, který se užívá k určení optického střed brýlové čočky a ose cylindru. Dříve bylo nutné ruční zabrušování a tedy i nanášení tvaru očnice fixem na povrch (vyměřením, nebo přiložením plastové výplně). V současné době jsou užívány zabrušovací automaty.

Obecná definice brousícího automatu: „*Brousící automat je kopírovací obvodová bruska vybavená sadou diamantových kotoučů, která pomocí elektronického programu má docílit maximálního brusného výkonu co do rychlosti i kvality.*“ [24]

Automaty se dělí na dvě kategorie – šablonové a bezšablonové, přičemž v dnešní době je využíváno právě těch bezšablonových. Proces zábrusu je dělen na 3 části:

1. Snímání tvaru čočky
2. Centrování + připevnění upínky
3. Zábrus čoček (obvodový)

Snímání tvaru čočky

Snímání tvaru očníce může být prováděno ve vnitřní části očníce jehlou pohybující se v drážce, nebo vnější části po obvodu fólie, případně již dříve zabroušených brýlových čoček. Tvar je ukládán do paměti počítače. Pokud není délka nosníku automaticky vypočítána, je nutné ji zadat ručně.

Centrování + připevnění upínky

Následně jsou zadávány parametry zjištěné centrací – výška a vzdálenost PD každého oka, které vytvoří na displeji jasný bod, který musí splývat s optickým středem brýlové čočky (položení na displej). Při centraci na zábrusovém automatu může docházet k tzv. paralaktické chybě, která je zapříčiněna úhlem pohledové osy oka oční optika při pozorování.

Upínání je prováděno na přední straně čočky pomocí oboustranných samolepících podložek. Využití přilepovacích upínek je v současné době nejčastějším způsobem. Pro možnost zábrusu do různých tvarů očnic (poloviční brýle, dětské brýle) jsou dodávány v několika dalších velikostech. Upínka se skládá z plastového segmentu a samolepící podložky (oboustranné). Je nutné také věnovat pozornost velikosti přítlaku ramene opatřeného úchytkou, aby nedocházelo k protlačení nebo rozlomení. Povrchově zušlechtěné brýlové čočky je možné chránit i připevněním plastových fólií před upínáním. Následně je čočka vložena do brousícího automatu a na displeji jsou navoleny požadavky na výsledné zhotovení.

Zábrus čoček

Brýlové čočky jsou výrobcem dodávány v rozmanitých průměrech. V zabrušovacím automatu již nedochází k ořezávání a olamování (ruční zábrus), nýbrž k využívání hrubozrnného předbrusovacího kotouče. Tvarový předbrus je proveden s několika milimetrovou rezervou, aby bylo možné provést přesnější operaci na jemnozrnném diamantovém kotouči, jež

vede k vytvoření fazety. Následně je zhotovena i ochranná fazeta nebo provedeno leštění. Broušící programy jsou děleny: volná fazeta („V“), řízená fazeta („Kaiser“ – k přednímu, nebo zadnímu okraji), plochá fazeta a programy s přídatnými operacemi (ochranná fazeta, leštění a drážkování, případně vrtání). Celý proces doprovází neustálé chlazení, které je zajištěno přímým přívodem vody do broušícího prostoru a prováděno rozptýlením na kotouč i čočku. [24]

1.11 Vsazování čoček do obrub

Po zabroušení brýlové čočky je třeba ji vsadit do brýlové obruby a následně dokončit přizpůsobení. Čočky musí být čisté, včetně značení lihovým popisovačem. Rovněž drážky oční je nutno zkontrolovat. Vsazování je prováděno:

- Bez nahřívání – kov, dřevo
- S nahříváním – plastové obruby, rohovina

Bez nahřívání je možné vsazovat čočky zejména do kovových, nebo dřevěných obrub, jelikož jsou opatřeny rozebíratelnými zámkami se šroubky. Zajištění takového spoje je prováděno zakápnutím lakem, nebo tmelem. Některé plastové materiály jsou i za studena velmi pružné a není třeba je vystavovat tepelným zdrojům. Rovněž poloobruba není třeba nahřívát, jelikož kompletace je zajišťována natahováním silonu.

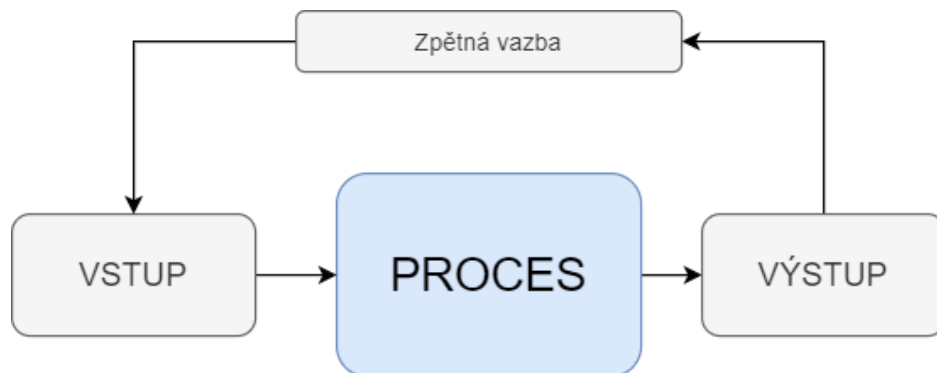
V současné době se již nenahřívá nad kahanem s plamenem, nýbrž **pomocí nahříváče**, který vypadá podobně, jako „fén“. Při použití dochází k větší elasticitě, rozpínání materiálu a jeho měknutí. Překročení hranice nejvyšší teploty, které může být obruba vystavena, ji znehodnocuje a dochází tak k nenávratným škodám, jako jsou – deformace, sražení, škváření na povrchu, zvrásnění, tvoření bublinek, nebo hoření. Mezi nejčastější **poškození brýlových obrub** při vsazování patří zmáčknutná drážka očnice, vytočená očnice, zdeformovaná sedla nebo stěžejková část a otisky prstů optika. Vyrovnání a konečné přizpůsobování je předposledním krokem k přípravě zakázky k výdeji (poslední je kontrola). Je prováděno s nahříváním, nebo bez a pouze rukou, nebo s použitím speciálních přizpůsobovacích kleští. Na brýlích je postupně věnována pozornost prohnutí nebo stočení brýlového středu – nosník, postavení sedel, průběhu a stočení očí, rozevření straníc a inklinaci, prohnutí straníc a koncovek a sklon straníc po sklopení. Je nutné, aby brýle vypadaly esteticky a nejevily žádné známky deformace. Bezprostředně po dokončení kompletace brýlové ko-

rekce je nutné přeměřit, zda byly dodrženy centrační parametry, zda případné odchylky splňují normy a je možné je vydat zákazníkovi, či nikoli. [24]

Zhotovení dioptrických brýlí je složitým procesem, ke kterému je třeba všech výše zmíněných znalostí a rovněž zručnosti očního optika. V následující kapitole bude věnována pozornost stručnému vysvětlení pojmu proces, jeho dělení, řízení a zlepšování.

2 PROCES

Slovo „proces“ užíváno v mnoha odvětvích (matematika, chemie, biologie, informatika a jiné) a každý den je jím člověk obkloповán jak v osobním, tak pracovním životě. Dalo by se říci, že obecně je považován za sled činností, které směřují k přeměně vstupů na výstupy (cíle), přičemž složitost se odvíjí od počtu úkolů/úkonů a nastalých souvislostí. [19][20]



Obr. 29: Obr. 30: Schéma procesu (vlastní tvorba)

V různých publikacích se můžeme dále setkat i s definicemi typu:

- „Proces je soubor činností, který vyžaduje jeden nebo více druhů vstupů a tvoří výstup, který má pro zákazníka hodnotu.“ [21]
- „Proces je jednoduše strukturovaný, měřitelný soubor činností, navržených za účelem vytvoření specifikovaného produktu pro konkrétního zákazníka nebo trh.“ [21]
- „Proces je sled vzájemně souvisejících činností, které přeměňují podnikatelské vstupy na podnikatelské výstupy (prostřednictvím změny stavu příslušných podnikatelských entit).“ [21]
- „Proces je souborem logicky souvisejících činností, vykonávaných za účelem dosažení definovaného podnikatelského výsledku.“ [21]

Proces lze charakterizovat také jako souhrn šesti základních bodů - existence vstupu nebo dodavatele na začátku a zákazníka na konci, že probíhá fázovitě a opakovaně, je možné rozložení na podprocesy, výstupy a výsledky lze předpovídat a přesně určovat, vyznačuje se lineární a logickou posloupností a je neoddělitelně spjatý s vnitřními procedurami a zdroji. [22]

Existují různé druhy procesů, jako jsou například: výrobní proces, business proces, produkční proces, technologický proces, chemický proces, biologický proces, systémový proces, psychický proces a další. Dle chování je lze procesy rozdělit na zákonité (deterministické a plánované) a náhodné, neboli stochastické. Deterministické lze plánovat a ovlivňovat, jelikož jsou známy. Stochastické lze vysvětlovat pouze na rovině pravděpodobnostní. Společné rysy procesů – dějí se v čase, spotřebovávají zdroje a výsledkem jsou výstupy (výsledky). [22]

Vznik produktu procesu, neboli výstupu (transformací vstupu), je základním předpokladem kvalitního fungování procesu. Produkt může mít charakter hmotný, nehmotný, nebo podobu služby, jež je hodnotou, která přináší prospěch jak internímu, tak externímu zákazníkovi.[20]

2.1 Řízení procesu

Řízení procesu zahrnuje především aktivity jako je definování procesu, stanovení rolí a odpovědností, korigování, hodnocení a implementaci opatření pro zkvalitnění.

„Řízení procesu je činnost, která využívá znalostí, schopností, metod, nástrojů a systémů k tomu, aby identifikovala, popisovala, měřila, řídila, hodnotila a zlepšovala procesy se záměrem efektivního pokrytí potřeb zákazníka procesu.“ [20]

2.2 Zlepšování procesu

Zlepšování podnikových procesů je dnes naprostou nezbytností pro udržení pozice na trhu, jelikož jsou podniky neustále vybízeny k lepším produktům. Vyznačuje se zkoumáním a odhalováním příčin problému, které se dále mohou negativně odrážet v kvalitě, intenzitě výroby, nebo také v plynulosti chodu. Přičemž základním předpokladem je znalost procesu. [20][23]

„Zlepšování podnikových procesů je činností zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo doby zpracování podnikového procesu prostřednictvím eliminace neproduktivních činností a nákladů.“ [20]

Ve své bakalářské práci se však zabývám zejména výrobními procesy vedoucími ke zhotovení dioptrických brýlí, jež budou v praktické části analyzovány metodou FMEA.

3 ANALÝZA ZPŮSOBŮ A DŮSLEDKŮ PORUCH - FMEA

Failure and Mode Effect Analysis – FMEA, neboli Analýza způsobů a důsledků poruch, je analytickou metodou, používanou zejména ve větších podnicích, je však možné užít i FMECA (Failure modes, Effects and Criticality Analysis).

Metoda vznikla pod vedením Armády Spojených států Amerických v polovině 20. století a prvotně byla využívána převážně v letectví a ozbrojených silách při určování poruch systémů. Roku 1949 vznikla první procedura. V 60. letech 20. století s rozvojem nových technických systémů současně stoupl zájem o zabezpečování spolehlivosti. Metoda byla použita v NASA, v době snahy o realizaci projektu APOLLO, a jelikož se projevila jako přínosná, velmi rychle se rozšířila do mnoha dalších odvětví průmyslu. V roce 1974 byl poprvé vydán vojenský standard, který zpřehlednil získané informace a definoval pokyny pro provádění/použití. V ČR byla uvedena roku 1992 norma pod názvem ČSN IEC 812, která je v současné době platná po aktualizaci jako ČSN EN 60812 Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA), (2007). V dnešní době již existuje mnoho softwarových produktů, jež jsou zaměřeny na spolehlivost a bezpečnost. Často je dodáván samostatně, ale v některých případech i jako součást balíku na podporu bezpečí. Metoda vybízí k neustálému zlepšování vývoje a řešení problémů, jak v rovině produktů - DFMEA, tak procesů – PFMEA. [34][35][36]

Pro zajištění nejsnazší aplikace vyhodnocených opatření je žádoucí vypracovat FMEU již v etapě návrhu produktu, nebo procesu a identifikovat tím pravděpodobnost a význam možných důsledků. Výsledkem je úspora času i financí. Neměla by být jednorázovou záležitostí managementu rizik, nýbrž je potřebné analýzu aktualizovat průběžně a to v návaznosti na inovace a změny požadavků předpisů. Při systematickém dlouhodobém užívání a realizaci zpětných vazeb, umožňuje šíření informací všem zapojeným odborníkům a také uchovává množství informací. FMEA je aplikovatelná nejen ve výrobních, ale i nevýrobních odvětvích, např. ve zdravotnictví, ve státní správě, nebo při klasifikaci bezpečnostních systémů. Aby byla FMEA zapojena jako rutinní firemní operace, je nutné zabezpečit i počítačovou oporu ve formě adekvátního softwaru, který usměrňuje řešitelský tým a zajišťuje správný postup, umožňuje aplikaci metody a ukládání výsledků (formou verbálních popisů a doporučených opatření), jež budou snadno dostupné a rovněž dokumentovat jednání se zákazníky i externí audity.

Za vypracování FMEA je odpovědný tým, sestavený z odborníků dotčených odvětví, obvykle vedený technikem. Nejdůležitějším vstupním faktorem je přístup všech členů k informacím v řadě dokumentů, případně v předešlých zkoumáních.

Prvním krokem analýzy je definování předmětu, který vymezuje hranice a současně předepisuje, čemu bude věnována pozornost a co bude naopak vynecháno. Napomáhat mohou blokové diagramy, funkční modely, matice vzájemných vztahů, schémata a jiné podpůrné soustavy. Následně je definován zákazník, identifikovány funkce, specifikace, požadavky, způsoby poruch a jejich důsledky i možné příčiny, nástroje řízení, vyhodnocení rizik (závažnost, výskyt a detekce) a výsledky. Výstupními informacemi jsou opatření, které je nutné v co nejkratším časovém úseku implementovat.[34][35][36]

3.1 DFMEA

V záhlaví formuláře je nutné vyplnit číslo FMEA, zda se jedná o systém, subsystém, nebo komponent, odpovědnost za návrh (výrobce zařízení), rok výroby, rozhodné datum, datum vypracování DFMEA a jména všech členů týmu + osoba odpovědná za vypracování.

První část obsahuje sloupce definované jako objekt a jeho funkce, případně i požadavky. Následně je zkoumán možný způsob poruchy, jež je formulován jako způsob vedoucí k selhání a vzniku důsledků, které by mohl pocítit zejména zákazník. Dopady jsou hodnoceny z pohledu závažnosti stupnicí od 1 -10 v podpůrné tabulce kritérií.

Druhá část věnuje pozornost možným příčinám poruch, které by měly být popsány stručně a nástrojům prevence a detekce. Obvykle existuje více příčin, které mohou mít za následek jednu poruchu. Druhá podpůrná tabulka zahrnuje možnost výskytu, neboli pravděpodobnost a třetí hodnotí detekci (odhalení). Obě jsou rovněž ohodnoceny dle závažnosti stupnicí 1 – 10.

Součinem závažnosti, výskytu a detekce je ukazatel priority rizika – RPN (Risk Priority Number), jehož hodnota může být v rozpětí od 1 – 1000.

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

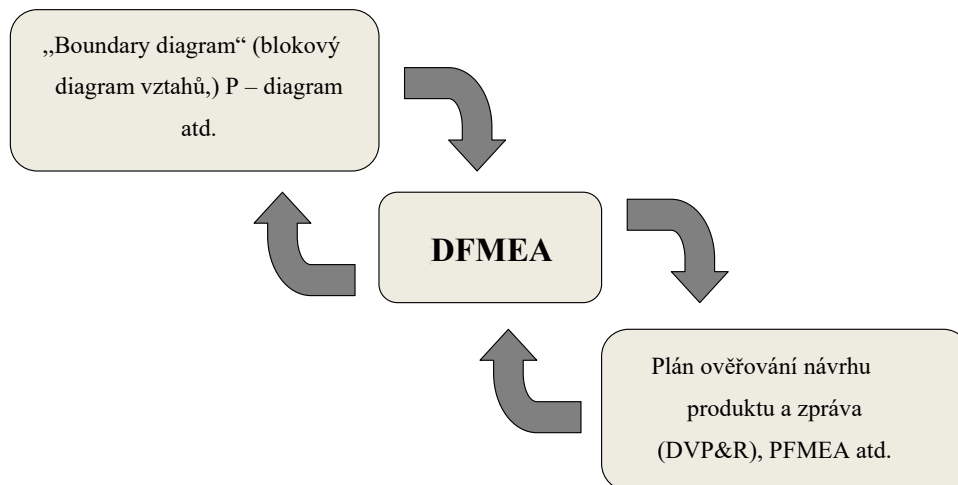
S – Severity (závažnost)

O – Occurrence (výskyt)

D – Detection (detekce/odhalitelnost)

RPN napomáhá seřadit poruchy dle nutnosti zavedení opatření. Nastavení prahových hodnot však nemusí být vždy správným postupem, primárně je třeba zaměřit se na závažnost a výskyt poruchy.

Třetí část je věnován doporučeným opatřením, odpovědné osobě, termínu dokončení a výsledkům, kde je RPN následně znovu přepočítáno z důvodu zjištění efektivity navrhovaných opatření.[34]



Obr. 31: Diagram vzájemných vztahů z pohledu DFMEA [34]

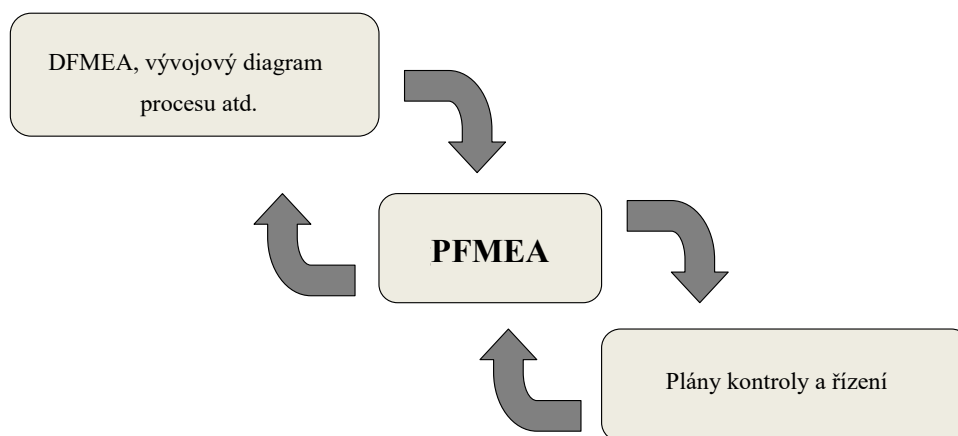
3.2 PFMEA

Před zahájením analýzy je žádoucí vytvoření mapy procesů, která bude obsahovat souhrn procesů, jež mají následně podrobně rozebírány. V záhlaví formuláře je nutné vyplnit číslo FMEA, název a číslo systému, subsystému, nebo komponentu, výrobce originálního zařízení, rok výroby, datum počáteční PFMEA i následného vypracování. Nedílnou součástí je rovněž uvedení všech členů týmu, zejména odpovědného vedoucího.

První část obsahuje sloupce nazvané krok procesu a funkce, případně i požadavky na danou operaci. V následujícím sloupci jsou definovány možné způsoby poruch, které by mohly potencionálně vést k selhání procesu a vzniku důsledků, jež pocítí zejména konečný uživatel, nebo interní zákazník. Za klienta je třeba považovat i následující kroky procesu, výrobní místa, či prodejce. Na konci bloku je, stejně jako v DFMEA, prostor pro číselně ohodnocenou závažnost, stanovenou v přílohové tabulce.

Druhá část je zaměřen na příčiny a nástroje stávající prevence i detekce. Dalším postupem je numerické uvedení významu výskytu i úspěšnosti odhalení, které jsou spolu se závažností vstupními informacemi pro výpočet Risk Priority Number.

Poslední část je věnován stanovení opatření, jež mají směřovat ke snížení RPN, které je v závěru tabulky opět přepočítáno. Součástí je rovněž termín dokončení a jméno osoby odpovědné za implementaci zdokonalení. [34]



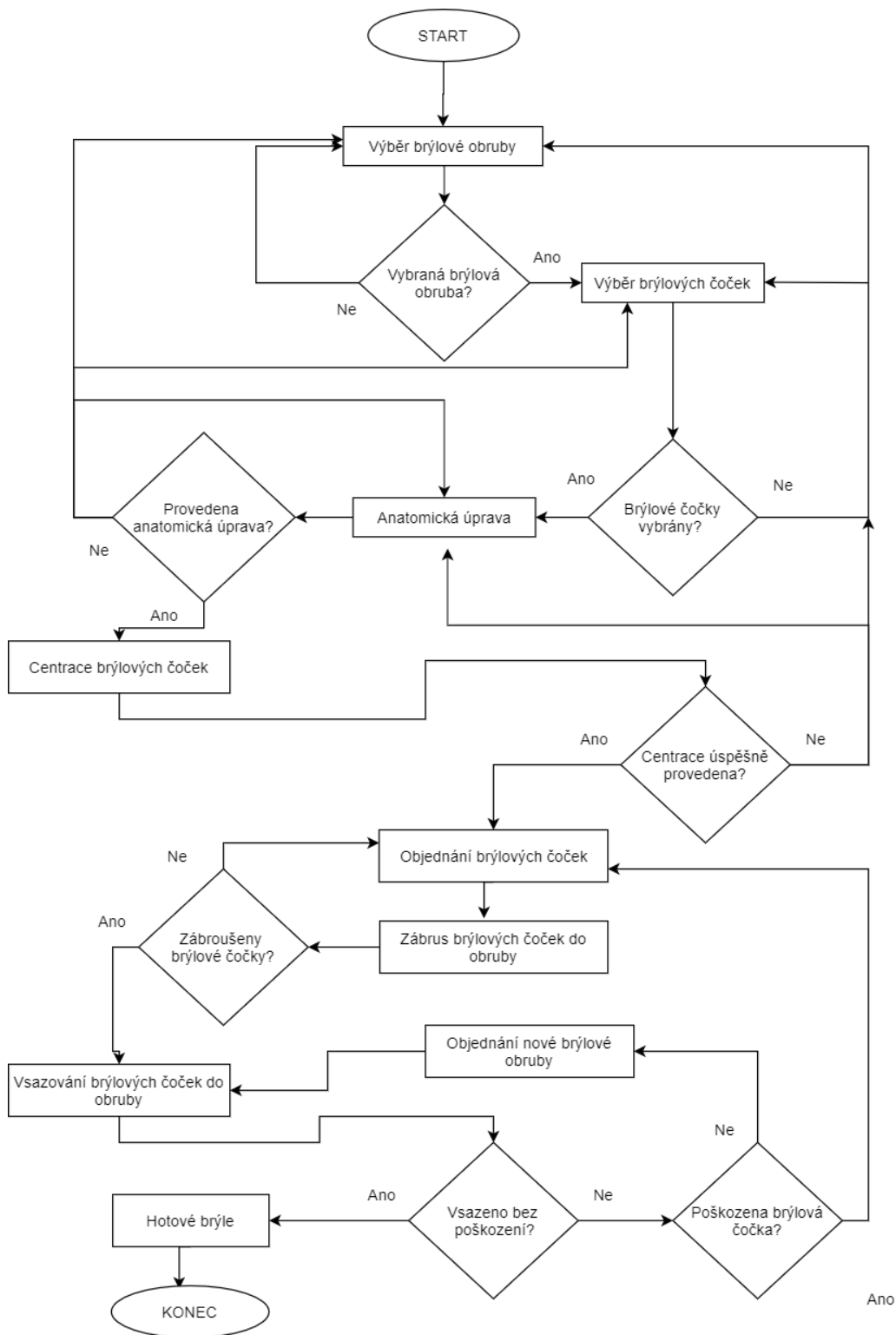
Obr. 32: Diagram vzájemných vztahů z pohledu PFMEA [34]

Teoretická část okrajově seznamuje čtenáře s historií optiky, její současností, procesem, moderními trendy, technologickými vymoženostmi a základními odbornými odvětvími oční optiky, jež se věnují brýlovým obrubám, brýlovým čočkám, problematice centrování a jiným nezbytným znalostem pro kvalitní pomoc klientovi s korekcí jeho zraku. V praktické části bude věnována pozornost procesu výběru a výroby dioptrických brýlí, do kterého z důvodu přílišné obsáhlosti tématu nebude zařazena výroba brýlových obrub a čoček, nýbrž jen práce očního optika. Pomocí FMEA analýzy budou detekována hlavní rizika v jednotlivých částech procesu a navržena adekvátní opatření.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PROCES ZHOTOVENÍ DIOPTICKÝCH BRÝLÍ

Diagram procesu dioptrických brýlí znázorňuje provázanost jednotlivých kroků, jež vedou ke zhotovení produktu.



Obr. 33: Diagram procesu výběru a výroby dioptrických brýlí. (vlastní)

5 ANALÝZA PROCESU VÝBĚRU A VÝROBY DIOPTICKÝCH BRÝLÍ

Jelikož je analýza FMEA týmovou prací a i když se v oboru oční optiky orientuji, přizvala jsem na pomoc a konzultaci osobu, která FMEU využívá v praxi při rozbořech výrobních procesů a má s ní bohaté zkušenosti. Cenné rady a doporučení jsem zahrnula do tvorby tabulek a možných opatření.

Proces výběru a výroby dioptrických brýlí, kterému bude v následujících kapitolách věnována pozornost, se zaměřuje **pouze na práci očního optika**, nikoliv na technologie výroby brýlových obrub a brýlových čoček. Problematika by byla příliš rozsáhlá a nebylo by v mých silách obsáhnout všechny aspekty v této akademické práci.

FMEA je rozdělena na **šest tabulek** a to podle fází procesu, které zahrnují: **výběr brýlové obruby**, **výběr brýlových čoček** pro danou refrakční vadu i užívání korekce, **anatomickou úpravu** brýlové obruby, která je nutná pro pohodlné nošení a estetický vzhled, **centraci**, jež zajišťuje korekční podmínky optických členů před okem, **zábrus brýlových čoček** a jejich **vsazování do obruby**. Všechny kroky na sebe přímo navazují a jsou nedílnou součástí procesu. Byly zde také stanoveny hodnoty přijatelnosti rizika a vytvořeny tři pomocné tabulky, které definují **závažnost**, **výskyt** a **odhalitelnost poruch**. Klasifikační tabulka závažnosti je odstupňována od 1 – 10 (Tab. 5), poruchy mohou být zanedbatelné, až velmi vysoké závažnosti, podle ovlivnění a ohrožení nositele brýlové korekce. Výskyt je vázán k příčině a je odstupňován také od 1 – 10, přičemž ke každému stupni je rovněž definován počet kusů, u kterých k poruše dochází. Pokud uvážíme, že do menší oční optiky přijde za jeden den 15 klientů, jež požadují korekci zraku a měsíc bude mít 20 pracovních dní, výsledkem je 300 ks hotových brýlí měsíčně. K tomuto výpočtu jsou přizpůsobena kritéria výskytu poruchy. Odhalitelnost, 1 – 10, je ukazatelem pravděpodobnosti úspěšné detekce poruchy, jinými slovy v jaké procentuální míře může přijít porucha až do styku se zákazníkem.

Tab. 5: Klasifikační tabulka závažnosti poruch

Kritéria závažnosti poruchy	Slovní popis	Třída
Zanedbatelná	Porucha neovlivní využitelnost brýlové korekce a nositel nezaznamená výskyt vady	1
Nízká	Porucha vyvolá jen malé potíže, na které si nositel velmi rychle zvykne	2 3
Střední	Porucha vyvolá nositeli obtíže spojené s pohodlím a využíváním brýlové korekce	4 5 6
Vysoká	Porucha vyvolá nositeli velké obtíže při nošení brýlové korekce, avšak bezpečnost výrobku je zajištěna	7 8
Velmi vysoká	Porucha ovlivňuje využitelnost brýlové korekce i bezpečnost a zákazník je nemůže nosit	9 10

Tab. 6: Klasifikační tabulka výskytu poruch

Kritéria výskytu poruchy	Odhad četnosti	Třída
Nepravděpodobné , že porucha nastane	0/300 ks	1
Velmi malá pravděpodobnost - větší nou k poruše nedochází	1 - 10/300 ks	2
	11 - 20/300 ks	3
	21 - 30/300 ks	4
	31 - 40/300 ks	5
Střední pravděpodobnost – obvykle k poruše dochází náhodně	50 - 80/300 ks	6
Vysoká pravděpodobnost – poruchy se vyskytují často	90 - 150/300 ks	7
	160 – 200/300 ks	8
Velmi vysoká pravděpodobnost – je téměř jisté, že porucha vznikne	160 -200/300 ks	9
	210 – 250/300 ks	10

Tab. 7: Klasifikační tabulka odhalitelnosti poruch

Kritérium odhalitelnosti poruchy	Průchod vady v %	Třída
Velmi vysoká – Pravděpodobnost, že bude porucha detekována při kontrole a k zákazníkovi se nedostane	0 – 9 %	1
Vysoká – Pravděpodobnost, že bude porucha detekována a k zákazníkovi se nejspíše nedostane	10 – 19 %	2
	20 – 29 %	3
Střední – Pravděpodobnost, že bude porucha detekována a je možné, že se dostane k zákazníkovi	30 – 39 %	4
	40 – 49 %	5
	50 – 59 %	6
Nízká – Je velmi pravděpodobné, že porucha nebude detekována a dostane se až k zákazníkovi	60 – 69 %	7
	70 – 79 %	8
Velmi nízká – Pravděpodobnost odhalení je velmi nízká a je téměř jisté, že se porucha dostane až k zákazníkovi	80 – 89 %	9
	90 – 100 %	10

Tab. 8: Analýza FMEA – Výběr a výroba dioptrických brýlí

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$						Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$						Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$		
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termín realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaltitelnost (1-10)	RPN
1. Výběr brýlové obruby	Krátké stranice	Nedostatečné uchycení za ušima	3	Neodborný výběr	3	Odborné znalosti a pomoc optika s výběrem	3	27	Není třeba					
			3	Absence zrcadel	2	Zrcadla k dispozici v prodejně	2	12	Není třeba					
	Malý brýlový střed	Neestetické	2	Neodborný výběr	2	Odborné znalosti a pomoc optika s výběrem	2	8	Není třeba					
			2	Spěch	3	Žádné	3	18	Není třeba					
			2	Absence zrcadel	2	Zrcadla k dispozici v prodejně	2	8	Není třeba					

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$						Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$					
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaltelnost (1-10)	RPN
		Malé zorné pole	3	Neodborný výběr	2	Odborné znalosti a pomoc optika s výběrem	2	12	Není třeba					
	Nedostatečná inklinace	Malé zorné pole	4	Neodborný výběr	2	Odborné znalosti a pomoc optika s výběrem	3	24	Není třeba					
			4	Spěch	3	Žádné	4	48	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	4	2	2	16
	Malá sedla	Vznik otlaků	5	Neodborný výběr	2	Odborné znalosti a pomoc optika s výběrem	3	30	Není třeba					
			5	Spěch	3	Žádné	4	60	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	5	2	2	20
	Nevyhovující materiál	Alergické reakce	7	Oční optik se neinformoval	3	Zeptat se zákazníka na alergické reakce	5	105	Výběr obruby minimálně se dotýkající ko-	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$			Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$								
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
						Opatření dotykových míst s obrubou plastovými částmi			vovými částmi kůže					
			7	Zákazník o své alergii neví	2	Žádné	5	70	Výběr obruby minimálně se dotýkající kovovými částmi kůže	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
	Malé očníce	Malé zorné pole	3	Neodborný výběr	2	Odborné znalosti a pomoc optika s výběrem	2	12	Není třeba					
	Silné stranice	Malé zorné pole	2	Neodborný výběr	2	Odborné znalosti a pomoc optika s výběrem	2	8	Není třeba					
	Nevhodný typ brýlové obruby	Snížená životnost brýlové korekce	6	Neznalost očního optika – typy brýlových obrub	3	Vzdělání očního optika v oboru	3	54	Prověření znalostí + následné školení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	6	2	2	24

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: RPN ≤ 30			Významné riziko: 30 ≤ RPN ≤ 100			Nepřijatelné riziko: RPN > 100								
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
			6	Zákazník se rozhodl	4	Žádné	3	72	Vysvětlení nevýhod a výše následné cenové ztráty	Oční optik ----- 10. 5. 2020	6	3	2	36
		Reklamac/ Nespokojenost	7	Neschválení rodinou a přáteli	3	Žádné	8	168	Doporučit vzít si poradce k výběru sebou	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	4	56
2. Výběr brýlových čoček	Nevhodný typ brýlových čoček	Nemožnost kompletace	7	Spěch – nezjištění účelu, nepozornost	3	Žádné	5	105	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28
			7	Neodbornost optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	4	56	Prověření znalostí + následné školení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28
			7	Nespokojenost/reklamac	3	Spěch - nezjištění účelu brýlové	3	Žádné	5	105	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí										FMEA č.: 0001/2020				
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik				Datum zprac.: 8. 5. 2020				
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$							Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$				
Současný stav										Budoucí stav				
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- - Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
			7	Neschválení rodinou a přáteli	3	Žádné	8	168	Doporučit vztít si poradce k výběru sebou	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	4	56
			7	Neodbornost optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	4	56	Prověření znalostí + následné školení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28
	Nedostatečné povrchové úpravy	Poškrábání čoček	4	Neinformovanost zákazníka	3	Názorné ukázky povrchových úprav Nabídkový prodej	6	84	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	3	4	48
			4	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	4	32	Prověření znalostí + následné školení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	4	2	2	16
			4	Vysoká cena	5	Vysvětlení výhod	5	100	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	4	4	64

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: RPN ≤ 30			Významné riziko: 30 ≤ RPN ≤ 100			Nepřijatelné riziko: RPN > 100								
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
			4	Nezájem zákazníka	5	Žádné	4	80	Vysvětlení nevýhod a výše následné cenové ztráty	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	4	3	48
		Duhové lemy u vysokoindexů	4	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	5	40	Prověření znalostí + následné školení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	4	2	2	16
			4	Vysoká cena	5	Vysvětlení výhod	5	100	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	3	3	36
			4	Neinformovanost zákazníka	3	Nabídnout AR	5	60	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	3	3	36
			4	Nezájem zákazníka	5	Žádné	4	80	Vysvětlení nevýhod a výše následné cenové ztráty	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	3	2	24

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$			Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$								
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
		VPMD	8	Vysoká cena	3	Vysvětlení výhod	6	144	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip, důraz na zdraví a důsledky	Oční optik ----- 10. 5. 2020	8	2	3	48
			8	Neinformovanost zákazníka	3	Dotazování na účel brýlové korekce	5	120	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip, důraz na zdraví a důsledky	Oční optik ----- 10. 5. 2020	8	2	3	48
			8	Nezájem zákazníka	3	Žádné	5	120	Vysvětlení nevýhod a výše následné cenové ztráty	Oční optik ----- 10. 5. 2020	8	2	3	48
			8	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	3	48	Prověření znalostí + následné školení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	8	2	2	32

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$			Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$								
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaltelnost (1-10)	RPN
		Časté čištění	3	Vysoká cena	5	Vysvětlení výhod	6	90	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	3	4	4	48
			3	Nezájem zákazníka	3	Žádné	5	45	Vysvětlení nevýhod a výše následné cenové ztráty	Oční optik ----- 10. 5. 2020	3	2	4	18
			3	Neinformovanost zákazníka	5	Vysvětlení výhod	5	75	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	3	3	3	27
			3	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	2	12	Není třeba					
		Časté zamlžování	3	Vysoká cena	4	Vysvětlení výhod	6	72	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	3	3	4	36
			3	Neinformovanost zákazníka	5	Vysvětlení výhod	5	75	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	3	3	3	27

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$						Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$					
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
			3	Nezájem zákazníka	4	Žádné	5	60	Vysvětlení nevýhod a výše následné cenové ztráty	Oční optik ----- 10. 5. 2020	3	3	3	27
			3	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	2	12	Není třeba					
		Vidění s odlesky	4	Vysoká cena	4	Vysvětlení výhod	6	112	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	3	4	48
			4	Neinformovanost zákazníka	5	Vysvětlení výhod	5	100	Nabídkový prodej + pomůcky vysvětlující princip	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	3	3	36
			4	Nezájem zákazníka	4	Žádné	5	80	Vysvětlení nevýhod a výše následné cenové ztráty	Oční optik ----- 10. 5. 2020	4	3	3	36
			4	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	2	16	Není třeba					

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$						Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$					
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaltelnost (1-10)	RPN
	Nevyhovující průměr brýlových čoček	Nemožnost kompletace	7	Neověření (nevyzkoušení, neměření) průměru	3	Kontrola před objednááním brýlových čoček	4	84	2. Kontrola před objednááním - přeměření	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
		Decentrace	7	Neověření (nevyzkoušení, neměření) průměru	3	Kontrola před objednááním brýlových čoček	5	105	2. Kontrola před objednááním - přeměření Objednání nové čočky	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
3. Anatomická úprava	Neprovedení anatomické úpravy	Nežádoucí posuny	4	Spěch	4	Žádné	6	96	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	4	2	2	16
			4	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	2	16	Není třeba					
		4	Otlaky	3	Spěch	3	Žádné	6	72	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	4	2	2

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020						
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020						
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$						Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$						
Současný stav									Budoucí stav						
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- - Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN	
			4	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	2	16	Není třeba						
		Znehodnocení následné Centrace	7	Spěch	3	Žádné	6	126	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28	
			7	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	3	48	Prověření znalostí + následné školení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28	
	Málo zahnuté koncovky	Nežádoucí posuny		4	Spěch	5	Žádné	6	120	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	4	2	2	16
				4	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	2	16	Není třeba					
	Moc zahnuté koncovky	Bolesti hlavy		5	Spěch	2	Žádné	6	60	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	5	2	3	30

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$						Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$					
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaltitelnost (1-10)	RPN
		Otlaky za ušima	5	Spěch	3	Žádné	6	90	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	5	2	3	30
	Nepřizpůsobené stranice	Bolesti hlavy	5	Spěch	2	Žádné	5	50	Objednání na čas online, nebo přímo na prodejně + sleva	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	5	2	2	20
	Nezvětšená inklinace	Malé zorné pole	4	Konstrukčně nemožné přizpůsobení a zvětšení inklinace	2	Vzdělání očního optika v oboru	3	24	Není třeba					
			4	Neodborné znalosti očního optika	2	Vzdělání očního optika v oboru	2	16	Není třeba					
4. Centrace	Nepřesné vyměření (navození budoucího nežádoucího	Astenopické potíže	7	Nevhodně zvolená vyměřovací metoda	3	Vzdělání očního optika Kontrola	6	126	Pořízení kamerového centrovacího zařízení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí										FMEA č.: 0001/2020				
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik				Datum zprac.: 8. 5. 2020				
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$							Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$				
Současný stav										Budoucí stav				
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhaltitelnost (1-10)	RPN
	klínového účinku)		7	Neověřené PD a výšky (polohy zornice) více způsoby	3	Pomůcky jsou k dispozici Opakování	5	105	Pořízení kamerového centrovacího zařízení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28
			7	Nestejná výška očního optika a zákazníka	4	Schůdek k dispozici	4	112	Pořízení kamerového centrovacího zařízení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28
			7	Šilhání po vyrušení fúze	2	Vzdělání očního optika v oboru	3	42	Pořízení kamerového centrovacího zařízení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28
		Možný následný návyk na nepřesnou centraci	7	Nevhodně zvolená vyměřovací metoda	3	Vzdělání očního optika v oboru	6	126	Pořízení kamerového centrovacího zařízení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28
		7	Nezkontrolované centrační parametry	4	Ověřit PD více způsoby	5	140	Pořízení kamerového centrovacího zařízení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	7	2	2	28	

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$			Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$								
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
		Nemožnost výdeje (normy)	8	Odchylka je příliš velká	3	Vzdělání očního optika v oboru Normy k dispozici	5	120	Pořízení kamerového centrovacího zařízení	Majitel oční optiky ----- 31. 12. 2020	8	2	2	32
5. Zábrus brýlových čoček do obruby	Poruchy zábrusového automatu	Nekvalitní nebo nemožný zábrus	6	Jehla nesnímá tvar	3	Pravidelný servis	2	36	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	6	2	2	24
			6	Absence chlazení	2	Pravidelný servis	2	24	Není třeba					
	Nepřesné zadání centračních parametrů a pozice upínky	Navození klínového účinku	6	Paralaktická chyba	2	Opatření proti paralaktické chybě v konstrukci automatu	3	36	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	6	2	2	24
			6	Nepozornost očního optika	5	Žádné	4	120	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	6	2	2	24
	Zranění optika	Poranění ruky optika	5	Nepozornost očního optika	2	Žádné	2	20	Není třeba					

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí									FMEA č.: 0001/2020					
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik			Datum zprac.: 8. 5. 2020					
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$						Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$					
Současný stav									Budoucí stav					
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
	Zvolení špatného zábrusového programu	Nevhodně zabroušená čočka (fazeta)	6	Neznalost funkcí zábrusového automatu	3	Zaškolení se zábrusovým automatem	3	54	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	6	2	2	24
			6	Nepozornost očního optika	5	Žádné	4	120	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	6	2	2	24
6. Vsazení brýlových čoček do obruby (kompletně)	Vyštípnutí brýlové čočky	Nemožnost výdeje	7	Neodbornost očního optika	3	Vzdělání očního optika v oboru	2	42	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
			7	Příliš tenká čočka	3	Vzdělání očního optika v oboru	3	63	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
			7	Nevhodně zvolená řízená fazeta	4	Vzdělání očního optika v oboru	4	112	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
			7	Krátký silon	3	Vzdělání očního optika v oboru	3	63	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28

Analýza možných chyb a jejich následků výběru a výroby dioptrických brýlí										FMEA č.: 0001/2020				
Pracoviště: Optika XY, s.r.o.			Činnost: výběr a výroba			Zpracoval: oční optik, FMEA analytik				Datum zprac.: 8. 5. 2020				
Akceptovatelné riziko: $RPN \leq 30$			Významné riziko: $30 \leq RPN \leq 100$							Nepřijatelné riziko: $RPN > 100$				
Současný stav										Budoucí stav				
Krok procesu	Možná způsob poruchy	Možné důsledky poruchy	Závažnost (1-10)	Možné příčiny poruchy	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	RPN	Doporučené opatření	Zodpovědnost ----- Termin realizace	Závažnost (1-10)	Výskyt (1-10)	Odhalitelnost (1-10)	RPN
	Deformace brýlové obruby – zkrivení, bublinky, škváření, hoření, zvrásnění, odření laku	Nemožnost výdeje	7	Nadměrné zahřívání	2	Vzdělání očního optika v oboru	3	42	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
			7	Neopatrná manipulace s obrubou	3	Vzdělání očního optika v oboru	2	42	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
			7	Spěch	3	Žádné	5	105	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
	Stržení závitu brýlové obruby	Nemožnost výdeje	7	Přílišné utahování	2	Žádné	3	42	Odeslání na zábrus	Oční optik ----- 10. 5. 2020	7	2	2	28
Vnitřní pnutí	Negativní působení na materiál a jeho životnost	3	Vsazení příliš velké čočky	2	Tenzoskop k dispozici	3	18	Není třeba						

6 VÝSLEDKY ANALÝZY A NÁVRHY OPATŘENÍ

Analýzou FMEA byly zjištěny rizika v každé z šesti částí procesu výroby a výběru dioptrických brýlí. Počítáním RPN (Risk Priority Number) byly detekovány méně **závažná rizika** (nacházející se mezi hodnotami - $30 < \text{RPN} \leq 100$), jež jsou zbarvena oranžovou barvou a také **nepřijatelná rizika** (s hodnotami většími než 100), která jsou označena červenou barvou. Navrhovaná opatření mají snížit RPN na přijatelnou míru u obou kategorií a vést tak ke kvalitnějšímu zpracování zakázek, i snížení počtu reklamací. Není to však pravidlem a existují ojedinělé případy, při kterých poruše nelze přímo předejít.

6.1 Výběr brýlové obruby

Po příchodu klienta do oční optiky je nutné dotazovat se na představu zákazníka o vzhledu a účelu brýlové korekce a zvážit možnosti z pohledu refrakční vady. Žádoucí je rovněž získání informací o četnosti užívání, nebo zda by chtěl klient řešit korekci na jednu, či více vzdáleností.

Mezi nejzávažnější způsoby poruchy ve fázi výběru brýlové obruby dle analýzy FMEA patří **výběr nevhodné brýlové obruby (typ)**, který snižuje životnost brýlové korekce. Je nutné vybírat s ohledem na klientovu refrakční vadu a hodnotu dioptrií. Pro vyšší hodnoty D u spojných brýlových čoček je z estetického hlediska lepší zvolit plastové obruby s většími očnicemi, místo vázaných a vrtaných, kde mohutnost korekce nebude příliš znatelná. Naopak u vysokých dioptrických hodnot rozptylných brýlových čoček mnohem lépe vypadá zábrus do menších očnic.

Pokud zákazník požaduje brýle do blízka, značně životnost optické pomůcky snižuje výběr bez očnicového/vrtaného typu obruby, jelikož jsou při neustálé manipulaci namáhány spoje mezi brýlovou obrubou a čočkou. Důsledek se ve většině případů projeví odštípnutými, nebo naprasklými částmi, případně nesymetrickým postavením korekce na obličej, při kterém pohled skrz není žádoucí (klínový účinek).

V případě zájmu o progresivní korekci (i office čočky – zajišťují kvalitní pohled do blízka a na střední vzdálenost – max. 4 m) mnohým zákazníkům vyhovuje **větší zorné pole**, které je zajištěno většími rozměry očnic nebo **větší inklinací**. V současné době ovšem technologie výroby brýlových čoček umožňuje užití i kvalitního progresivního kanálu do úzkých brýlových obrub.

Pokud zákazník trvá na nevhodném typu brýlové obruby, oční optik je povinen vysvětlit možné komplikace v užívání korekce a následné cenové zatížení. Pokud ovšem klient na svém rozhodnutí stále trvá, musí je optik respektovat.

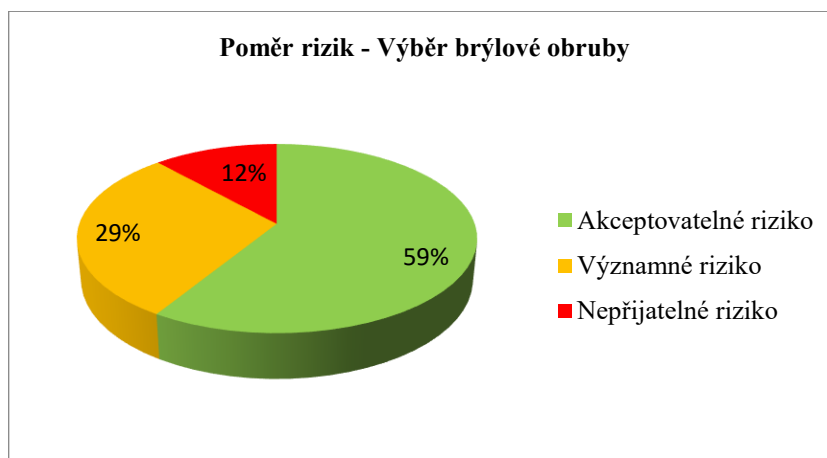
Malá sedla mohou způsobovat při užívání brýlí otlaky na nose a s tím spojené nepohodlí. Je tedy nutné obrubu opravdu pečlivě pod vedením odborné osoby vybrat a věnovat této činnosti **dostatek času**.

V případě, že do oční optiky nepřicházejí klienti jednotlivě a na obsloužení čekají, optik má tendenci výběr zrychlit a v těchto chvílích se zvyšuje možnost vzniku poruchy, kdy do procesu vstupuje **spěch**, jako možná příčina. Jelikož nejde příliš ovlivnit, jak rychle za sebou přicházejí zákazníci, navrhované opatření spočívá v **objednání se na určitý čas, kdy bude mít oční optik vyhrazenou dobu na věnování se klientovi**. Objednání může být provedeno jak online, tak přímo v oční optice vepsáním jména a příjmení do formuláře. Nabídnutí **slevy na brýlovou obrubu** by mělo zvýšit pravděpodobnost udržení klientely, která by ráda řešila svou brýlovou korekci hned, což z kapacitních důvodů (počet optiků na prodejně) není v dané chvíli možné. Zvýhodněná cena je pro velké množství populace dostatečnou motivací přijít jiný den v určitou hodinu, což pravděpodobně povede ke spokojenosti na obou stranách a přátelskému jednání.

Dalším možným způsobem poruchy je vznik **alergických reakcí** a to zejména na kovové materiály, především na nikl, nebo na druhy slitin. Vědomí optika o klientových individuálních zdravotních netolerancích mohou významně přispět k eliminaci následné nesnášlivosti brýlové korekce při kontaktu s kůží (zejména nos a za ušima). Většina zákazníků o svých alergiích již ví, najdou se ovšem i tací, kteří tuto skutečnost ještě nezaznamenali. Možnou alternativu k minimalizaci alergických reakcí tvoří výběr **povrchově ošetřených materiálů** - lakování, plastové vrstvy, mechanické nanášení – zlaté double, i elektrolytické pokovování.

K **reklamaci**, při které bude zákazník uvádět, že brýlová obruba „nesedí“ i přes to, že byla vybrána pod odborným vedením a původně „seděla“ může docházet v případě, že rodina nebo přátelé vyjádří nesouhlas s typem, designem nebo barvou, kterou klient vybral. Schválení brýlí okolím je pro mnoho lidí rozhodující. Z praxe očního optika je známo, že takové reklamaci nelze přímo předejít, jelikož neodráží odborné znalosti, zručnost ani přesnost optika při práci. Jedná se tedy o faktor, které lze jen minimálně předvídat. Opatře-

ní spočívá v požádání zákazníka, aby si s sebou jako **rádce k výběru** vzal manžela/manželku, sestru/bratra, nebo kamarádku/kamaráda, případně víc osob.



Obr. 34: Graf poměru zjištěných rizik procesu výběru brýlové obruby

6.2 Výběr brýlových čoček

Výběr čoček je spojen nejen s refrakční vadou zákazníka a jeho následným užíváním optické pomůcky, ale také s vědomostmi oční optika a orientací v novinkách, typech čoček i kvalitě povrchových úprav mnoha výrobních firem. Z dotazování klienta o plánovaném účelu brýlové korekce je možné nabízet **čočky typu - jednoohniskové**, nebo **víceohniskové** (bifokální, bifokální, multifokální). V současné době jsou nejvíce **využívané jednoohniskové do dálky, nebo blízka a multifokální**, jež zajišťují kvalitní pohled na všechny vzdálenosti v progresivním kanálu (nejostřejší vidění), kde jsou dioptrické hodnoty svísele odstupňovány.

Výběr vhodného typu brýlových čoček je prvním předpokladem k úspěchu, jelikož nevhovující by mohl způsobit následnou nemožnost kompletace a tím **znehodnocení čočky, nebo reklamace**. Analýzou FMEA byly zjištěny dvě základní příčiny – **spěch a neodbornost optika**. **Prověření znalostí a následné školení** by mělo upevnit vědomosti a získat informace o novinkách v oboru, čímž by měla být ošetřena neodbornost personálu. **Spěch** je jednorázovou záležitostí, při které se člověk dostává do stresu a zvyšuje se pravděpodobnost výskytu chyb, kterým nelze snadno předcházet. Ovšem již navrhnutý **systém objednání se na určitý čas**, kdy se může personál věnovat zákazníkovi individuálně, je opatřením, jež by tuto příčinu poruchy mohl dostatečně eliminovat.

Druhým předpokladem k úspěšnému výběru brýlových čoček je volba povrchových úprav, které zajišťují ochranu materiálu a pohodlnější vidění. Uživatelé nejvíce rozšířené jsou: tvrzení, antireflexní vrstva, hydrofobní a olejofobní vrstva, antistatická a protizamlžovací vrstva.

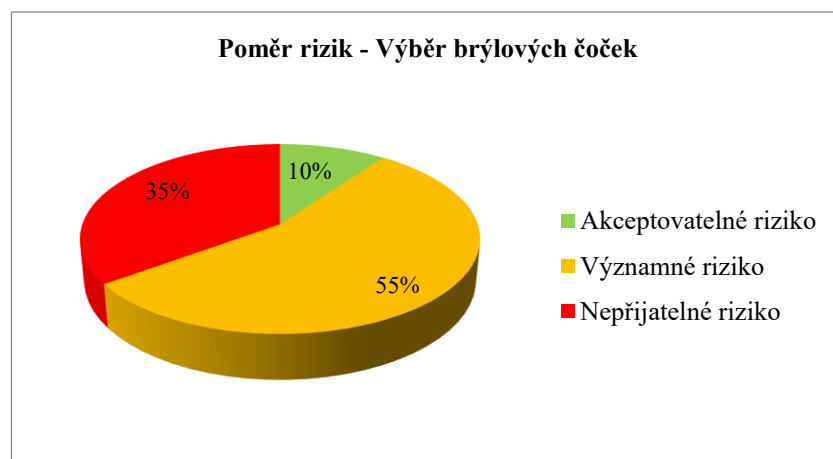
S přibývajícím užíváním technologií opatřenými led světly je pro pracovníky kanceláří doporučována i povrchová úprava **eliminující vstup modrofialového světla do oka**, které následně může způsobovat VPMD - věkem podmíněnou makulární degeneraci.

VPMD je dělena na suchou (90 %) a vlhkou (10 %) formu, přičemž právě vlhká narušuje anatomickou stavbu žluté skvrny a způsobuje zhoršení zrakové ostrosti i barvocitu, citlivosti na kontrasty a snížení přizpůsobivosti na světelné podmínky. [37]

Pro mnoho zákazníků v této fázi hraje významnou roli cena. Jak jsem již zjistila z dotazníkového šetření v roce 2015, které je součástí mé vlastní absolventské práce na Vyšší odborné škole v Brně, je velmi důležité, aby oční optik nabízel povrchové úpravy a současně je snadno pochopitelnými slovy (bez mnoha odborných termínů) popsal zákazníkovi, vyzdvihl klady a užitek. Snížit **vysokou cenu** není v optikových možnostech, ale vysvětlit a ukázat na názorných pomůckách, razantně zvyšuje pravděpodobnost výběru klientem a tzv. se vyplatí, nejen oční optice, ale zejména nositeli brýlové korekce. Pokud ovšem zákazník nemá zájem o sdělení informací, nebo i přes to, že je vyslechl, jim neporozuměl, je možné poukázat na cenové ztráty, které mohou v budoucnu nastat. Klient však nesmí být do ničeho nucen ani tlačěn a je třeba respektovat jeho poslední rozhodnutí. [38]

Před objednáním brýlových čoček musí oční optik také stanovit **průměr**, v jakém budou dodány, aby bylo konstrukčně možné je zabrousit do vybrané brýlové obruby. Kontrola je prováděna na fóliích očních, kdy je změřena největší vzdálenost od nacentrovaných značek budoucích optických středů čoček, po okraj obruby (nutné počítat i s fazetou). Pokud je **objednán nevyhovující průměr** – malý, nelze brýlovou korekci zhotovit a zachovat následně zjištěné centrační parametry a je nutné na vlastní náklady objednat novou. Možnou alternativou je mírná decentrace při následném zábrusu a navození malého klínového účinku. Hodnoty však musí splňovat přijatelnost norem. V případě, že jsou vyšší než povolené, nelze takovou optickou pomůcku vydat. Klínovému účinku bude věnována větší pozornost v podkapitole centrace, přičemž je samozřejmě neodmyslitelně provázána i s procesy, jež zahrnují zábrus a vsazování čoček do obruby.

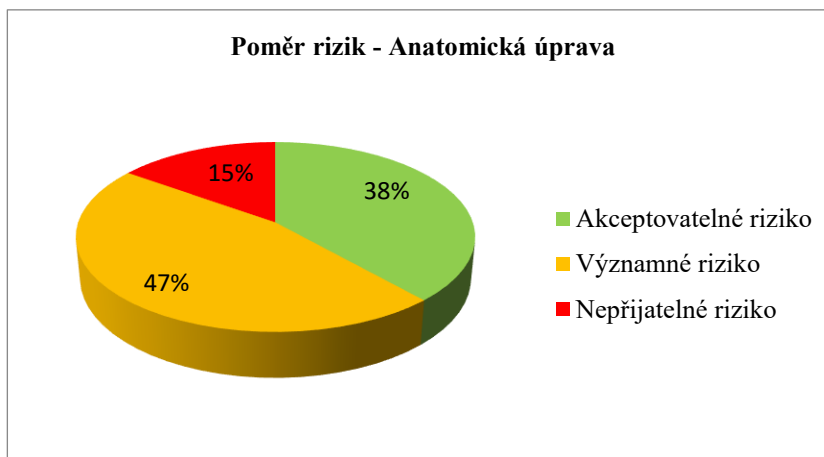
Jedním z možných příčin, jež povedou kroky zákazníka opět do prostor oční optiky je **reklamace**, které lze stejně jako u brýlové obruby nelehce předcházet, pokud se jedná o skutečnost, kdy klient tvrdí, že přes brýle nevidí, nejsou mu pohodlné, nemůže si zvyknout a jiné. Tyto aspekty je nutné především prověřit měřením, kontrolou centrace i dioptrických hodnot + os cylindrů a případné odchylky napravit. V případě, že je vše v naprostém pořádku se může jednat o jakousi zákaznickou nepřizpůsobivost, nebo nátlak okolí na estetický vzhled (kamarád/kamarádka řekla, že to není hezké), či cenu (manžel/manželka řekla, že je to drahé), který má za následek snahu zakoupený a zhotovený produkt vrátit. Opatřením, jež by mohlo takové jevy eliminovat je **přizvání k výběru poradce** ze zákaznickovy strany, který mu při rozhodování pomůže.



Obr. 35: Graf poměru zjištěných rizik procesu výběru brýlových čoček

6.3 Anatomická úprava

Anatomická úprava brýlové obruby je prováděna dle individuálních parametrů obličejových částí zákazníka. Jedná se především o **zahnutí koncovek** stranic za ušima, které stabilizují polohu korekčních členů během používání a brýle následně tzv. nepadají, nebo nekloužou po nose dolů při předklonech hlavy. **Nedostatečné**, nebo **přílišné** provedení úpravy, případně její **nevykonání vůbec**, může vést ke vzniku otlaků, či znehodnocení následné centrace. Nejčastější příčina zjištěná analýzou FMEA je **spěch očního optika**, při kterém buď zapomene úkony provést, nebo budou nekvalitní. Opatření, jež může zvyšovat pohodlnou práci s klientem, kdy do procesu bude časový pres vstupovat jen minimálně, je opět **objednání zákazníka** na určitý čas a vyhrazení si na něj potřebnou dobu.



Obr. 36: Graf poměru zjištěných rizik procesu anatomické úpravy

6.4 Centrace

Provedení kvalitní a přesné centrace je jednou z nejdůležitějších aktivit očního optika a souvisí přímo se znalostmi problematiky a jeho zručností. Horizontálně je převážně měřeno **PD** do dálky (Pupilární distance – vzdálenost zornic) a vertikálně na **Přímý pohled (PP)**, nebo na **Střed otáčení oka (SOO)**. Rozlišení, v jakém případě lze **použít určitou metodu** závisí na typu vybraných brýlových čoček a je velmi důležitým aspektem vedoucím ke spokojenosti zákazníka a jeho kvalitnímu vidění. Centrace speciálních čoček, nebo korekce do blízka sebou nese více speciálních úkonů. **Výběrem nesprávné metody, nedodržení pokynů jejího provedení, nebo neověření PD a výšky**, může vést k následnému navození klínového účinku, který není pro klienta pohodlný, jelikož způsobuje astenopické potíže, které je nutné řešit.

Astenopické potíže- jsou v lékařském slovníku definovány jako: „*Všeobecné příznaky rychlé zrakové unavitelnosti vznikající v důsledku nedostatečné korekce refrakční vady.*“ [39]

Jedná se především o bolesti, svědění a zčervenání očí. Dále také pocit suchého oka, nebo slzení, či pálení, rozmazané, případně dvojité vidění. Rovněž je možné pozorovat bolesti hlavy, krku i zad. Není výjimkou výskyt migrén, případně i zvýšení citlivosti očí při práci s nízkou intenzitou osvětlení. [40]

Pokud se však potíže neprojeví, není vyloučen **návyk na nesprávnou centraci**, který může nepříznivě ovlivnit spokojenost zákazníka při výběru brýlové korekce v následujících

letech. Pokud je delší dobu zvyklý užívat chybný produkt a nechá si vyhotovit nové brýle bez kontroly těch předešlých, může se stát, že přes brýle neuvidí kvalitně, nebo se objeví již zmiňované astenopické potíže. Problematika zvyku na špatnou centraci (a následný zábrus) je složitá a zbytečně drahá, je třeba vyhotovit nové brýle a postupně mylné vzdálenosti po 1 mm přibližovat skutečným centračním parametrům. Takový proces může u citlivých zákazníků trvat dlouhou dobu.

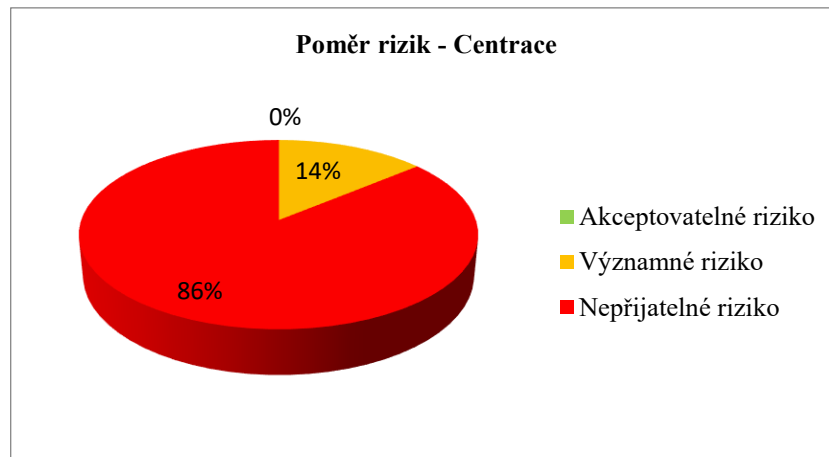
Navození nežádoucího klínového účinku

Pokud zákazníkovi oči vykazují ortofonii, tedy, že jejich poloha je správná (bez odchylek) a obě zrakové osy jsou rovnoběžné, v takovém případě je zajištěno binokulární vidění (vidění oběma očima zároveň). Pokud je brýlová korekce zabroušena správně a osa korekční čočky splývá s pohledovou osou, nepůsobí pak na oko žádný nežádoucí účinek, kromě cíleného sférického nebo cylindrického. Když se však **oko nedívá přes optický střed brýlové čočky**, je navozen tzv. nežádoucí klínový účinek. Tato skutečnost lze spočítat podle jednoduchého vzorce, výsledek porovnat s hodnotami v tabulkách a následně rozhodnout, zda je možné brýlovou korekci se zabroušenou chybou **vydat, či nikoliv**. Povolným odchylkám bude věnována větší pozornost v kapitole Kontrola před výdejem. [24]

Hodnota klínového účinku lineárně vzrůstá se zvětšující se hodnotou decentrace a hodnotou vrcholové lámavosti korekční čočky. Předmět se následně nezobrazuje ve žluté skvrně (fovea centralis) a oko je nuceno provádět kompenzační změnu polohy. Obecně platí: *„Kompenzační pohyb oka směřuje vždy proti směru báze působícího klínového účinku.“* [24]

V případě, že hodnota navozeného klínového účinku přesáhne hodnotu fúzní rezervy, zvyšuje se pravděpodobnost diplopického vidění (dvojité vidění). I když by k takto nežádoucímu stavu nedošlo, je možné fúzní rezervu rychle vyčerpat a následkem je poté vznik již výše zmíněných astenopických potíží klientovi. [24]

Možným **opatřením**, které by snížilo riziko výskytu nesprávného provedení centrace a s tím spojených dalších potíží je zakoupení **kamerového centrovacího systému** do oční optiky, který pod odborným vedením sám naměří parametry centrace i velikosti částí brýlových obrub a přizpůsobí se výšce zákazníka. Nelze opomenout ani fakt, že použití takové pomůcky působí na klienta velmi profesionálně a důvěryhodně. Jedná se o opravdu přínosný, avšak také současně drahý přístroj a mnohé oční optiky si nemohou dovolit uvolnit takovou část finančních prostředků.



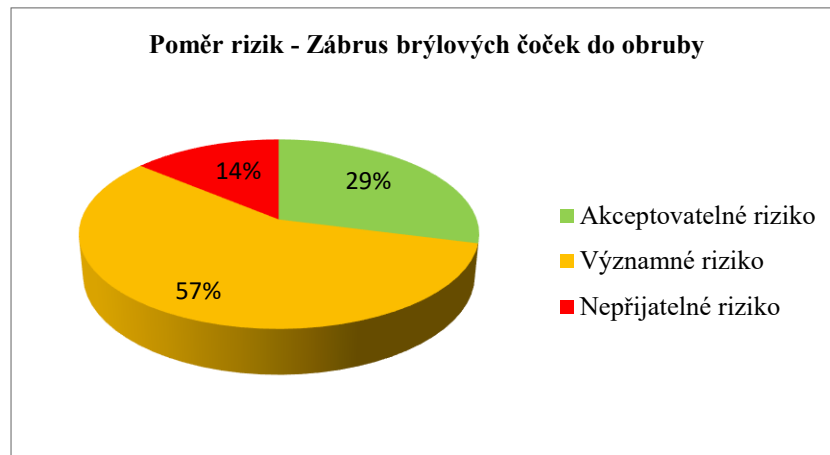
Obr. 37: Graf poměru zjištěných rizik procesu centrace

6.5 Zábrus brýlových čoček do obruby

Zbrušování brýlových čoček do obrub je prováděno pomocí **speciálního automatu**, který musí být pravidelně podrobován **servisní prohlídce**. Provádí ji specializovaný pracovník firmy, jež přístroj dodala.

Nezbytným předpokladem pro kvalitní zhotovení je **zaškolení očního optika** pro práci s daným zařízením a rovněž poučení o bezpečnosti, aby nedocházelo ke zraněním při manipulaci uvnitř zabrušovacího prostoru. Nutností je **přesné zadání centračních parametrů** a zvolení **správného zábrusového programu** (fazeta kompatibilní s obrubou). Analýzou FMEA bylo zjištěno, že nejzávažnější možnou příčinou poruchy a tím i nepřesného zábrusu je **nepozornost očního optika**. Je tedy nutné věnovat této činnosti veškerou ostražitost a patřičně se soustředit.

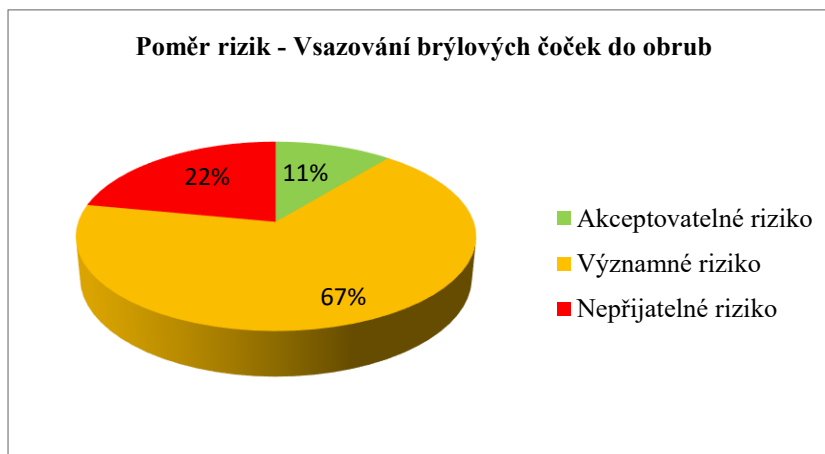
Navrhované **opatření**, které spočívá v **odeslání brýlové obruby a čoček na zábrus** (někdy jen obruby, jelikož brýlové čočky má společnost již na skladě), eliminuje možné způsoby poruch na minimální možnou hranici, jelikož je **zodpovědnost** za zhotovení převedena na dílnu jiné firmy, která současně **provede i vsazení do obruby**. Mnohé oční optiky vlastní zábrusové automaty, na kterých zhotovují velkou část zakázek, nicméně u dražších brýlových čoček (zejména multifokální) volí metodu zábrusu na jiném pracovišti a předchází tím finančním ztrátám vlastního podniku.



Obr. 38: Graf poměru zjištěných rizik procesu zábrusu brýlových čoček do obruby

6.6 Vsazování brýlových čoček do obrub

Posledním krokem k úspěšnému zhotovení brýlové korekce je vsazení čoček do obruby. Je prováděno buď pomocí zahřívání obruby, sešroubováním očnic, nebo natažením silonu do vybroušené drážky. Možné poruchy tedy mohou být - **deformace materiálu** (či jinému znehodnocení), ze kterého je obruba vyrobena, **stržení závitu** na očnici u kovových nebo dřevěných brýlí, nebo také **vyštípnutí čočky**. K odlomení části optického korekčního členu může docházet neopatrnou manipulací při vsazování do celoočnicové obruby, nebo jako důsledek **nevhodně zvolené řízené fazety**, která drážku povede příliš blízko okraji. Analýzou FMEA bylo zjištěno, že významnou roli při vsazování do obrub hraje opět **spěch na pracovišti** a tím i neopatrná a rychlá manipulace při **natahování silonu** a **nahřívání**. Poškozené obruby a čočky nemohou být vydány a je nutné objednat nové části produktu a zábrus i vsazování zopakovat. Abychom předešli finančním ztrátám při manipulaci s dražšími čočkami, je možné upřednostnit provedení kompletace jinou firmou a to tak, že budou komponenty **odeslány na zábrus**.



Obr. 39: Graf poměru zjištěných rizik procesu vsazování brýlových čoček do ohrub

6.7 Kontrola před výdejem

Po zabroušení a vsazení brýlových čoček do ohrub je nutné ověřit, zda byly centrační parametry dodrženy a případně přepočítat hodnoty navozeného klínového účinku. Jedná se o užití vzorce, jež obsahuje dioptrické hodnoty čoček a decentraci v mm.

Prenticeho rovnice (rozvinuta o uvažovanou decentraci (v mm)):

$$\Delta = \frac{\text{dec}|S'|}{10} \quad (2)$$

Δ - navozený klínový účinek v pD (prizmatických dioptriích)

dec – vzdálenost decentrované čočky (v mm)

S' - vrcholová lámavost korekční čočky v dioptriích (D)[24]

Výsledky je nutné porovnat s povolenými odchylkami, jež stanovilo Společenstvo českých očních optiků a optometristů v roce 1999 - doporučení pro posuzování kvality zhotovených brýlí. A následně vyhodnotit, s ohledem na více a méně kritické směry, zda je možné brýlovou korekci vydat zákazníkovi.

Tab. 9: Povolená odchylka od centrace (binokulárně) – pD (prizmatických dioptriích)[24]

Vrcholová lámavost v dioptriích	Povolená binokulární odchylka v prizmatických dioptriích		
	Báze vodorovně		Báze svisle
	Ven	Dovnitř	Protisměrně
0,25 až 1,0	0,5	0,25	0,25
1,25 až 6,0	1,0	0,5	0,25
6,25 až 12,0	1,0	0,5	0,5
Nad 12,0	1,5	1,0	0,5

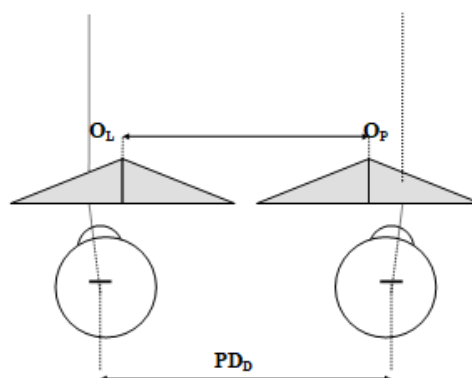
Nesprávně nacentrované a zabroušené brýlové čočky (v horizontálním směru) mohou zákazníkovi indukovat konvergenci, nebo divergenci. Jelikož jsou lidé v životě zvyklí užívat spíše konvergenci při pohledech do blízka (spojená s akomodací), je tato možná zátěž považována za méně kritickou. Pokud je ovšem zákazníkovi navozena divergence, je situace považována za více kritickou.

Situace by nastala, pokud by se u spojek umístil optický střed nazálněji, v tom případě by působil nežádoucí klínový účinek (NKÚ) s bází dovnitř. Nebo pokud by se optický střed rozptylek nacházel temporálněji a klínový účinek by tím pádem působil s bází ven.

Nesprávně nacentrované brýlové čočky ve vertikálním směru jsou považovány za nejkritičtější a to z důvodu zanedbatelné fúzní rezervy člověka. (Např. jedno oko výš a druhé níž)[24]

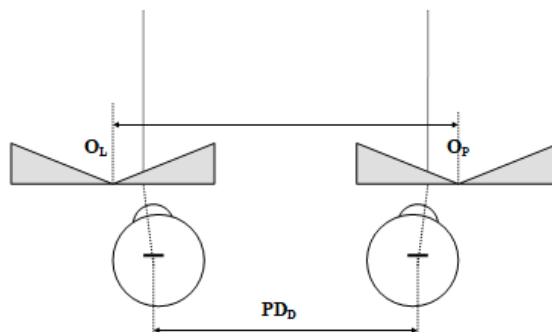
Kritické směry nežádoucí decentrace:

Hypermetrop – PD je větší než vzdálenost optických středů pravého a levého oka.



Obr. 40: NKÚ s bází dovnitř [24]

Myop – PD je menší než vzdálenost optických středů pravého a levého oka



Obr. 41: NKÚ s bází ven [24]

Tab. 10: Povolená binokulární odchylka v mm[24]

	Decentrace vůči středům zornic pravého a levého oka v mm		
	Vodorovně (nedodržení PD)		Svisle
Vrcholová lámavost v dioptriích	V méně kritickém směru	Ve více kritickém směru	Protisměrně
1,0	10	5	2,5
2,0	5,0	2,5	1,25
3,0	3,0	1,5	1,0
4,0	2,5	1,25	0,5
5,0	2,0	1,0	0,5
10,0	1,0	0,5	0,5
20,0 a více	0,5	0,5	0,5

Tab. 11: Odchylka od předepsaného úhlu cylindru astigmatické čočky[24]

	Odchylka v úhlových stupních
Do 1,0	2,5
Nad 1,25	1,5

Doporučení pro posuzování kvality zhotovené brýlové korekce nejsou jedinými normami v praxi oční optika, jsou však nejvyužívanější. Výčet všech norem ČSN EN ISO, jež souvisejí s problematikou dioptrických brýlí, je součástí příloh.

ZÁVĚR

V současné době je stále nejvyužívanějším způsobem korekce zraku nošení dioptrických brýlí, které už nejsou jen optickou pomůckou, ale také módním doplňkem, který podtrhuje osobnost nositele a je o ně také čím dál větší zájem. Jelikož je proces výběru a výroby dioptrických brýlí velmi složitý a mohou při vykonávání mnoha kroků vznikat poruchy, popjala jsem tuto bakalářskou práci jako spojení odborných znalostí z oboru oční optiky, se znalostmi získanými současným studiem a užíváním analýz v praxi.

Tabulky FMEA analýzy vyhodnotily několik nepříjemných a významných rizik, pro které byly navrženy opatření, jejichž zavedení prokazatelně, na základě přepočtů RPN, snižuje pravděpodobnost vzniku poruch.

Opatření spočívají především ve zlepšení nabídkového prodeje, v užívání objednávkového kalendáře, prověření znalostí a následných školení personálu, zakoupení kamerového centrovacího zařízení a možnosti odesílání zakázek na zábrus do firem, jež dodávají brýlové čočky. Návrhy mohou majitele oční optiky výrazně finančně zatížit, proto je na každém podnikateli, jak se rozhodne. Dalším možným způsobem je snaha nalézt jiná opatření, která nebudou tak drahá.

Zpracování této bakalářské práce mi bylo velkým přínosem v aplikaci analýzy FMEA na mně známou problematiku. Jelikož je stále více užívána zejména ve výrobních procesech různých firem, hodnotím kladně, že získané poznatky budu moci případně uplatnit v pracovním procesu a prokázat tak znalosti získané studiem oboru procesního inženýrství.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] 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 v Brně, 2001. ISBN 80-7013-347-3.
- [2] DLOUHÁ, Šárka. AntiqueSpectacles and Other Vision Aids: TheOn-Line Museum and Encyclopediaof Vision Aids. Optika Ivana Dlouhá: Brýle v průběhu věků [online]. 2016 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <http://www.optikadlouha.cz/bryle-jako-vynalez>
- [3] Moje brýle: Historie a vznik brýlových obrub [online]. 2014 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <http://www.mojebryle.cz/zprava/13-historie-a-vznik-brylovych-obrub>
- [4] JÍLEK, František. Zrození velkých vynálezů. Praha: Práce, 1988. ISBN 24-001-88.
- [5] BEGENI, Peter. Astronomické oko: Čo bymalhviezdny tulák vedieť o ľudskom oku, aby samoholsprávneďívateľ do vesmíru. Hurbanovo: Slovenská ústredna hviezďareň Hurbanovo, 2015. ISBN 978-80-85221-83-1
- [6] PŘÍPLATOVÁ, Miroslava. Fyzikální metody ve zdravotnictví. Brno, 2010. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Prof. RNDr. Vladislav Navrátil, CSc
- [7] BAUER, Jan. Převratné události v dějinách lidstva. Frýdek-Místek: Alpress, 2016. ISBN 978-80-7543-287-2.
- [8] Profesor Otto Wichterle (1913-1998). Vysoká škola chemicko-technologická v Praze [online]. 6. 10. 2014 [cit. 2020-07-08]. Dostupné z: <https://www.vscht.cz/skola/historie/wichterle>
- [9] Fokus Optik: Brýle jsou i ve 21. století nejoblíbenější korekcí zraku! [online]. Praha [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://fokusoptik.cz/zrakopedie/bryle-jsou-i-ve-21-stoleti-nejoblibenejsi-korekci-zraku/>
- [10] Česká oční optika. 2019. Praha: EXPO DATA spol. s r.o., listopad 2019. ISSN 1211-233X.

- [11] Silmo: Eyewear Show in Paris, France: Paris Trade Show [online]. 2018 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://insight-eyecare.ca/2018/10/26/silmo-eyewear-show-in-paris-france/>
- [12] JAMES: JAMES 5-11 for THEO EYEWEAR 2012 [online]. 2020 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://jamesvanvossel.com/james-5-6/>
- [13] Česká oční optika. 2019. Praha: EXPO DATA spol. s r.o., květen 2019. ISSN 1211-233X.
- [14] Česká oční optika. 2019. Praha: EXPO DATA spol. s r.o., únor 2019. ISSN 1211-233X
- [15] Adaptech: ORCAM MYEYE 2 [online]. [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://www.adaptech.cz/kat/orcam-myeeye2>
- [16] Veletrhy Brno: OPTA 8.-10.3. 2019 [online]. [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://www.bvv.cz/opta/top-opta/2019/prihlasene-exponaty/08-model-wiggles-kolekce-lumberjack/>
- [17] Eyecare Business: BOLD BLING [online]. 2019 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://www.eyecarebusiness.com/ebnewproducts/2019/safilo,-jimmy-choo-ss19>
- [18] FLooks.net: A-Morir Sunglasses Collection; Spring/Summer 2014 [online]. 2014 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <http://flooks.net/accessories/a-morir-sunglasses-collection-springsummer-2014/>
- [19] ŠEFČÍK, Vladimír a Jiří KONEČNÝ. Procesní inženýrství: bezpečné a spolehlivé vedení procesů. Uherské Hradiště [i.e. Ve Zlíně]: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 106 s. ISBN 978-80-7454-280-0.
- [20] SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-7296-7.
- [21] ŠMÍDA, Filip. Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-6380-4.
- [22] Management mania: Proces [online]. 2018 [cit. 2020-07-18]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/proces>
- [23] ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování. Druhé vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-6722-2.

- [24] NAJMAN, Ladislav. Dílenská praxe očního optika. Brno: Národní centrum ošetřovatelství (NCO NZO), 2010. ISBN 978-80-7013-529-7.
- [25] Moje brýle: Názvosloví brýlí [online]. 2015 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <http://www.mojebryle.cz/zprava/38-nazvoslovi-bryli>
- [26] ROUBCOVÁ, Zuzana. Individuální parametry brýlových obrub. Brno, 2019. Diplomová práce. Masarykova univerzita.
- [27] ZEMANOVÁ, Lucie. Hypermetropie a myopie: specifika refrakčních vad. Brno, 2014. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [28] KONEČNÁ, Petra. Presbyopie a její řešení multifokální brýlovou korekcí. Olomouc, 2020. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci
- [29] HANZALOVÁ, Eliška. Povrchové úpravy brýlových čoček, fyzikální princip. Brno, 2015. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [30] Optika Jarka Korcinová: Čočky [online]. [cit. 2020-07-21]. Dostupné z: <https://www.optika-korcinova.cz/cocky>
- [31] BENEŠ, Pavel. Přístroje pro optometrii a oftalmologii. Brno: Národní centrum ošetřovatelství (NCO NZO), 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.
- [32] BARTOŠOVÁ, Magdaléna. Vliv kamerových centrovacích systémů na rozvoj designu brýlových čoček v uplynulých desetiletích. Brno, 2019. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [33] BAŠTECKÝ, Richard. Praktická brýlová optika. Praha: R+H Optik, 1997.
- [34] Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): Referenční příručka. Čtvrté vydání. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008. ISBN 978-1-60534-136-1.
- [35] VALIŠ, David. Prediktivní analýzy spolehlivosti a možnosti jejich využití: Materiál z 60. přednášky odborné skupiny pro spolehlivost. Brno: Česká společnost pro jakost, 2015. ISBN 978-80-7231-965-7.
- [36] MYKISKA, Antonín a Pavel VOTAVA. Úloha a aplikační možnosti metody FMEA při zabezpečování spolehlivosti: Materiály z 5. setkání odborné skupiny pro spolehlivost. Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1: ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST, 2001, 51s.

- [37] VODIČKOVÁ, Marie. Věkem podmíněná makulární degenerace. Brno, 2016. Bakalářská práce. Masarykova univerzita.
- [38] ČEKIOVÁ, Kristýna. Komunikace oční optika v prodeji. Brno, 2015. Absolventská práce. Střední zdravotnická škola a Vyšší odborná škola zdravotnická, Brno, Merhautova 15. Vedoucí práce Mgr. Blanka Dočkalová.
- [39] VOKURKA, M.; HUGO, J.: Velký lékařský slovník. 6. vydání. Praha: Maxdorf, 2006. 1024 s. ISBN 80-7345-105-0.
- [40] ŘIHOŠKOVÁ, Šárka. Eliminace astenopických potíží správně zhotovenou brýlovou korekcí. Brno, 2011. Diplomová práce. Masarykova univerzita.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AR	Antireflexní vrstva
CR 39	Columbia Resin 39
ČR	Česká republika
D	Detection
D	Dioptrie
Dec	Vzdálenost decentrované čočky
EP	Epoxidové pryskyřice
F'_B	Obrazové ohnisko korekční brýlové čočky
F'_{BO}	Obrazové ohnisko systému brýlové čočky a oka
F'_O	Obrazové ohnisko oka
FMEA	Failure and Mode Effect Analysis
FMECA	Failure modes, Effects and Criticality Analysis
NASA	National Aeronautics and Space Administration
O	Occurrence
P	Poloha blízkého bodu
P'	Obraz blízkého bodu
PA	Polyamid
PC	Polykarbonát
PD	Pupilární distance
PMMA	Polymethylmetakrylát
PP	Přímý pohled
R	Poloha dalekého bodu
R'	Obraz dalekého bodu
RPN	Risk Priority Number

S	Severity
S'	Vrcholová lámavost korekční čočky
SK	Slovenská republika
SOO	Střed otáčení oka
ZP	Zorné pole
Δ	Klínový účinek

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Čtecí kameny. Museum optiky, Německo[2].....	11
Obr. 2: Nýtované brýle[2].....	12
Obr. 3: Lorňon [3].....	13
Obr. 4: Nůžkové brýle [3].....	13
Obr. 5: Monokl [3].....	14
Obr. 6: Časová posloupnost významných historických dat souvisejících s vývojem optiky[1][4][5][6][7][8].....	16
Obr. 7: Současné módní trendy 2 [12].....	17
Obr. 8: OrCam MyEye 2.0 – čtecí zařízení [15].....	18
Obr. 9: Wiggles - BEKWOOD EYEWEAR [16].....	18
Obr. 10: JIMMY CHOO BEE/S [17]	18
Obr. 11: Nýtované brýle [2].....	19
Obr. 12: : Extravagantní brýlové obruby [18]	19
Obr. 13: Popis brýlové obruby [25]	20
Obr. 14: Pantoskopický úhel [26]	23
Obr. 15: Hypermetropické oko [27]	24
Obr. 16: Korekce hypermetropického oka [27]	25
Obr. 17: Myopické oko [27]	25
Obr. 18: Korekce myopického oka[27]	26
Obr. 19: Bifokální brýlová čočka [24].....	27
Obr. 20: Trifokální brýlová čočka [24].....	27
Obr. 21: Pohled přes multifokální čočku [28]	28
Obr. 22: Brýlové čočky bez, i s antireflexní úpravou – pohled do očí [30]	30
Obr. 23: Brýlové čočky bez, i s antireflexní úpravou – eliminace nežádoucích odlesků [30].....	31
Obr. 24: Antireflexní vrstva [29]	31
Obr. 25: Nesmáčivý povrch [29]	32
Obr. 26: Působení antistatické vrstvy [29].....	32
Obr. 27: Visionoffice – Essilor [32]	35
Obr. 28: Terminal mobile – Zeiss [32]	35
Obr. 29: Obr. 30: Schéma procesu (vlastní tvorba)	39
Obr. 31: Diagram vzájemných vztahů z pohledu DFMEA [34].....	43

Obr. 32: Diagram vzájemných vztahů z pohledu PFMEA [34]	44
Obr. 33: Diagram procesu výběru a výroby dioptrických brýlí. (vlastní)	46
Obr. 34: Graf poměru zjištěných rizik procesu výběru brýlové obruby	67
Obr. 35: Graf poměru zjištěných rizik procesu výběru brýlových čoček.....	69
Obr. 36: Graf poměru zjištěných rizik procesu anatomické	70
Obr. 37: Graf poměru zjištěných rizik procesu centrace	72
Obr. 38: Graf poměru zjištěných rizik procesu zábrusu brýlových čoček do obruby	73
Obr. 39: Graf poměru zjištěných rizik procesu vsazování brýlových čoček do obrub.....	74
Obr. 40: NKÚ s bází dovnitř [24]	75
Obr. 41: NKÚ s bází ven [24].....	76

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Typy brýlových obrub [24]	21
Tab. 2: Materiály na výrobu brýlových obrub – kovové [24]	22
Tab. 3: Srovnání materiálů na výrobu brýlových čoček [24]	29
Tab. 4: Tabulka dvou metod centrování čoček ve vertikálním směru[24]	34
Tab. 5: Klasifikační tabulka závažnosti poruch	48
Tab. 6: Klasifikační tabulka výskytu poruch	48
Tab. 7: Klasifikační tabulka odhalitelnosti poruch	48
Tab. 8: Analýza FMEA – Výběr a výroba dioptrických brýlí	49
Tab. 9: Povolená odchylka od centrace (binokulárně) – pD (prizmatických dioptrií)[24]	75
Tab. 10: Povolená binokulární odchylka v mm[24]	76
Tab. 11: Odchylka od předepsaného úhlu cylindru astigmatické čočky[24].....	76

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA PI: NORMY V OČNÍ OPTICE

PŘÍLOHA PI: NORMY V OČNÍ OPTICE

ČSN EN ISO 7998. Oční optika – Brýlové obruby – Seznam ekvivalentních termínů a slovník.

ČSN EN ISO 8429. Optika a optické přístroje - Oftalmologie – Kruhová úhlová stupnice.

ČSN EN ISO 8596. Oční optika – Zkouška zrakové ostrosti – Normalizovaný optotyp a jeho zobrazení.

ČSN EN ISO 8624. Oční optika – Brýlové obruby – Způsob měření a terminologie.

ČSN EN ISO 8980-1. Oční optika – Dokončené nezabroušené brýlové čočky – Část 1: Požadavky na jedno a víceohniskové čočky.

ČSN EN ISO 8980-2. Oční optika – Dokončené nezabroušené brýlové čočky – Část 2: Požadavky na čočky s progresivní lámavostí.

ČSN EN ISO 8980-3. Oční optika – Dokončené nezabroušené brýlové čočky – Část 3: Specifikace propustnosti a zkušební metody.

ČSN EN ISO 8980-4. Oční optika – Dokončené nezabroušené brýlové čočky – Část 4: Specifikace a zkušební metody pro antireflexní vrstvy.

ČSN EN ISO 8980-5. Oční optika – Dokončené nezabroušené brýlové čočky – Část 5: Minimální požadavky na otěruvzdornost povrchu brýlových čoček.

ČSN EN ISO 9456. Optika a optické přístroje – Oční optika – Značení brýlových obrub.

ČSN EN ISO 10322-1. Oční optika – Jednostranně leštěné polotovary brýlových čoček – Část 1: Požadavky na polotovary jedno nebo víceohniskových čoček.

ČSN EN ISO 10322-2. Oční optika – Jednostranně leštěné polotovary brýlových čoček – Část 2: Požadavky na polotovary čoček s progresivní lámavostí.

ČSN EN ISO 11381. Optika a optické přístroje – Oční optika – Závitý šroubů.

ČSN EN ISO 12870. Oční optika – Brýlové obruby – Požadavky a zkušební metody.

ČSN EN ISO 13666. Oční optika – Brýlové obruby – Slovník.

ČSN EN ISO 14889. Oční optika – Brýlové čočky – Základní požadavky na dokončené nezabroušené brýlové čočky.