



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

NÁVRH DESIGNU STOLNÍ FUNDUS KAMERY

DESIGN OF FUNDUS CAMERA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Magdalena Danková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. David John

BRNO 2022

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování
Studentka: **Bc. Magdalena Danková**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. David John**
Akademický rok: 2021/22

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Návrh designu stolní fundus kamery

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Fundus kamera je lékařský přístroj pro elektronické snímání obrazu sítnice a duhovky. Jeho tvarování většinou vychází z technického a konstrukčního řešení přístroje. Tento stav otevírá nové možnosti pro návrh moderního a charakteristického designu.

Typ práce: vývojová – designérská

Výstup práce: aplikovaný výsledek (Fužit, Fprum, Gprot, Gfunk, R)

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem je návrh uspořádání přístroje a jednotlivých dílů krytu, návrh designu zařízení s důrazem na ergonomii a návrh uživatelského rozhraní ovládacího panelu.

Dílčí cíle diplomové práce:

- analýza současného stavu a identifikace silných a slabých stránek,
- návrh koncepce krytu,
- návrh tvaru, skladby, barevnosti a materiálů,
- řešení ergonomie,
- návrh informačních prvků uživatelského rozhraní.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 – 50 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://ustavkonstruovani.cz/texty/magisterske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

KRÁL, Miroslav. Ergonomie a její využití v technické praxi II: Normativy lidského těla. Biomechanika a bioenergetika. Ostrava: Alexandr Vávra-Vava, 1998. ISBN 80-86168-04-2.

LIDWELL, William a Gerry MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

LORKO, Martin a Zuzana JAMBRICHOVÁ. Ergonómia. Prešov: Technická univerzita v Košiciach, 1998. ISBN 8070993928.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá designom stolnej fundus kamery. Cieľom práce je návrh kladúci dôraz na kompozičné prepojenie jednotlivých prvkov, zlepšenie stability pacienta pri vyšetrení a záber na širšiu vekovú kategóriu. Práca vychádza z identifikácie charakteristických prvkov súčasných produktov a inovácií. Zaoberá sa najmä ergonomickou a konštrukčnou stránkou problému.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

fundus kamera, optometrický prístroj, retina, vyšetrenie zraku, design

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the design of a desktop fundus camera. The aim of the work is a proposal emphasizing the compositional interconnection of individual elements, improving the stability of the patient during the examination and the coverage of a wider age category. The work is based on the identification of characteristic elements of current products and innovations. It deals mainly with the ergonomic and design side of the problem.

KEYWORDS

fundus camera, optometric device, retina, eye examination, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

DANKOVÁ, Magdaléna. *Design stolnej fundus kamery*. Brno, 2022, 97 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí diplomové práce Ing. David John.

POĎAKOVANIE

Na tomto mieste by som sa rada poďakovala vedúcemu práce Ing. Davidovi Johnovi za konštruktívne rady a dohľad. Ďalej ďakujem kamarátom a rodine za podporu počas celého môjho štúdia.

PREHLÁSENIE AUTORA O PÔVODE PRÁCE

Prehlasujem, že diplomovú prácu som vypracovala samostatne, pod odborným vedením Ing. Davida Johna. Súčasne prehlasujem, že všetky zdroje obrazových a textových informácií, z ktorých som čerpala, sú riadne citované v zozname použitých zdrojov.

.....

Podpis autora

OBSAH

ABSTRAKT	5
KLÚČOVÉ SLOVÁ	5
ABSTRACT	5
KEYWORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA	6
POĎAKOVANIE	8
PREHLÁSENIE AUTORA O PÔVODE PRÁCE	8
OBSAH	
1 ÚVOD	13
2 PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA	14
2.1 Rešeršné metódy	14
2.2 Dotazníkové šetrenie	15
2.2.1 Výskumné metódy	16
2.2.2 Výsledky	17
2.2.3 Diskusia	18
2.2.4 Záver	20
2.3 Rešerš na stav techniky	21
2.3.1 Analýza oftalmologických odborných článkov	21
2.3.2 Analýza firemnej dokumentácie jednotlivých produktov	21
2.3.3 Analýza technického stavu produktu	34
2.4 Zhrnutie hlavných zistení	39
2.4.1 Identifikácia novosti a príležitostí	41
3 CIELE PRÁCE	42
3.1 Vymedzenie problému	42
3.1.1 Názov produktu a jeho klasifikácia	42
3.1.2 Špecifikácia zákazníka	42
3.1.3 Špecifikácia spotrebiteľa	42
3.1.4 Špecifikácia výrobných technológií, možného trhu a ceny	43
3.1.5 Vymedzenie atribútov a cieľov produktu	43

3.2	Ciele vývoja	44
4	KONCEPČNÝ NÁVRH	46
4.1	Analýza cieľov a špecifikácia obmedzení	46
4.2	Technická funkčná analýza	48
4.3	Návrh alternatívnych riešení	50
4.3.1	Variant 1	50
4.3.2	Variant 2	51
4.3.3	Variant 3	52
4.4	Analýza alternatívnych riešení a výber najlepšieho	52
5	PREDBEŽNÝ NÁVRH	54
5.1	Určení tvarov, rozmerov a materiálov	54
5.1.1	Vývoj finálneho tvarového riešenia	54
5.1.2	Použité materiály	54
5.2	Odhad výrobných nákladov	55
6	DETAILNÝ NÁVRH	56
6.1	Tvarové riešenie	56
6.1.1	Celkový tvar, kompozícia a princíp tvarovania	56
6.1.2	Tvarovanie meracej hlavy	57
6.1.3	Tvarovanie opierky brady a čela	60
6.1.4	Tvarovanie základne	61
6.2	Konštrukčne technologické riešenie	62
6.2.1	Rozmerové riešenie	62
6.2.2	Rozmiestnenie vnútorných komponentov	64
6.3	Ergonomické riešenie, bezpečnosť a hygiena	65
6.3.1	Ergonómia opierky	65
6.3.2	Ergonómia ovládania	69
6.4	Farebné a grafické riešenie	72
6.4.1	Farebné riešenie	72
6.4.2	Grafické riešenie softvéru	74
6.4.3	Logotyp	76
6.5	Udržateľnosť produktu	78
6.6	Hodnotenie kľúčových parametrov	78
6.6.1	Tvarovanie	78
6.6.2	Ergonómia lekára	78

6.6.3	Tvarovanie opierky a ergonómia pacienta	78
6.6.4	Estetické previazanie prístroja	79
6.6.5	Psychologická funkcia	79
6.6.6	Ekonomická funkcie	79
6.6.7	Sociálna funkcia	80
7	ZÁVER	81
8	VÝSLEDOK VÝSKUMU PODĽA RIV	83
9	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	84
10	ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOV	88
11	ZOZNAM TABULIEK	90
12	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	91
13	ZOZNAM PRÍLOH	92
13.1	Zmenšený sumarizačný poster	93
13.2	Zmenšený designérsky poster	94
13.3	Zmenšený ergonomický poster	95
13.4	Zmenšený technický poster	96
13.5	fotografia plastových výtlačkov	97

1 ÚVOD

Oko je jedným z najdôležitejších orgánov človeka. Až tri štvrtiny informácií prijmem vizuálnym kontaktom. Strata zraku je pre človeka veľkým handicapom. K zdravotným problémom a ochoreniam postihujúce dnešnú modernú spoločnosť patria vo veľkej miere poškodenia zraku v dôsledku genetickej predispozície, veku, rôznych chorôb ako cukrovka a veľmi často má na poruchách zraku v dnešnej dobe veľký podiel životný štýl. Napríklad krátkozrakosť postihuje až 30 percent populácie a postihnutých prudko pribúda. 70 miliónov ľudí má začínajúce problémy s očami, o ktorých ešte nevedia a až 8,5 miliónom ľudí hrozí totálna slepota, pritom mnohým očným vadám sa dá včas predísť. [1]

Očné vady obvykle bývajú zachytené u odborníka optometrickými diagnostickými prístrojmi. Fundus kamera, ktorou sa bude zaoberať táto diplomová práca je zariadenie na vyšetrenie očného pozadia – fundu. Je to optický prístroj, ktorý umožňuje fotografovať očné pozadie. Fundus kamera ako jediné zariadenie na trhu umožňuje rýchlo a neinvazívne fotografovať očné pozadie.

Zariadenie sa na trhu vyskytuje už pomerne dlho, preto je ergonomicky a funkčne veľmi dobre vyriešené. Rôznorodé tvarové riešenia rešpektujú estetický aspekt medicínskeho prístroja. Napriek tomu je tu stále priestor pre vylepšenia z ergonomickej stránky. Problémom súčasných prístrojov je že sú navrhnuté pre zdravého dospelého človeka. So starnúcou populáciou bude treba zariadenie prispôbiť aj širšej vekovej kategórii. Problematické v tejto oblasti je tiež meranie očných väd u novorodencov. Na súčasnom trhu konkrétne pre novonarodené deti nie je žiadny prístroj takéhoto charakteru, ktorý by rýchlo odhalil začínajúcu novorodeneckú retinopatiu. Potenciálnym zlepšením zariadenia môže byť aj uľahčenie prístupu ku kamere, ktorá potrebuje časté kalibrovanie.

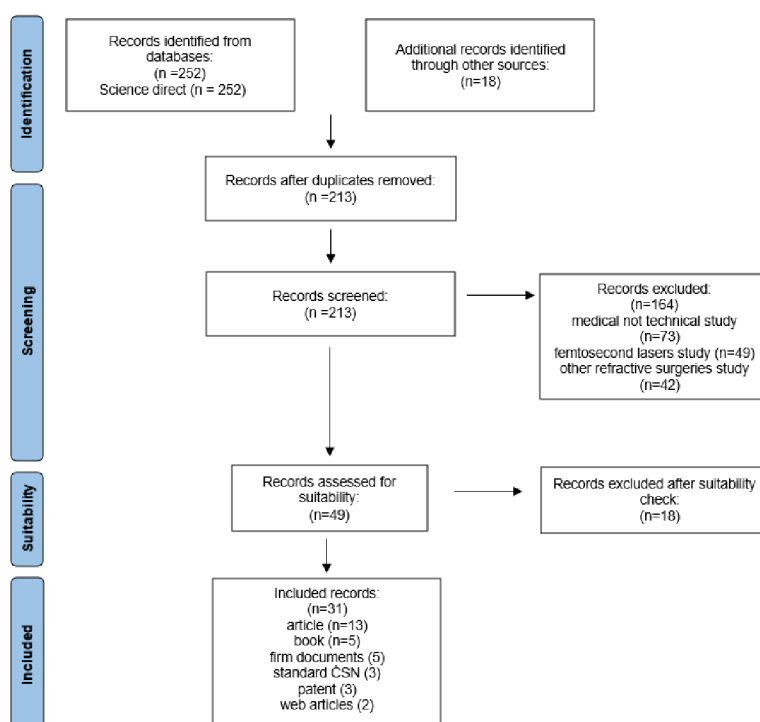
Táto práca sa zaoberá návrhom stolnej fundus kamery, skúma nové inovácie v zobrazovaní sietnice, možnosť implementácie tele medicíny pri návrhu, zvýšením stability a zlepšením kvality snímok, čo bude v budúcnosti viesť k rýchlejšiemu procesu diagnostiky očného pozadia. Návrh zohľadňuje prepojenie medzi pracovným prostredím človekom a strojom a zohľadňuje medicínsky charakter zariadenia.

2 PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA

2.1 Rešeršné metódy

Za účelom vyhľadávania identifikácie a preskúmania kľúčových prameňov k spísaniu prehľadnej a kompletnej rešeršnej kapitoly v diplomovej práci zaoberajúcej sa designom oftalmologického prístroja - fundus kamerou a výberu vhodných odborných zdrojov bol vytvorený Systematický prehľad literárnych prameňov.

Rešeršná stratégia pre túto prácu bola vybudovaná na základe postupu a taktiky stavebných kameňov. Vyhľadávanie prebehlo hlavne v databázy vedeckých odborných zdrojov ScienceDirect. Pre vyhľadávanie boli kľúčové slová a ich kombinácie zadané v anglickom jazyku. Pod najzákladnejším zadaným kľúčovým slovom (teda témou diplomovej práce): „fundus camera“ bolo vo vyššie spomínanej databázy odborných publikácií nájdených 8446 výsledkov vyhľadávania.

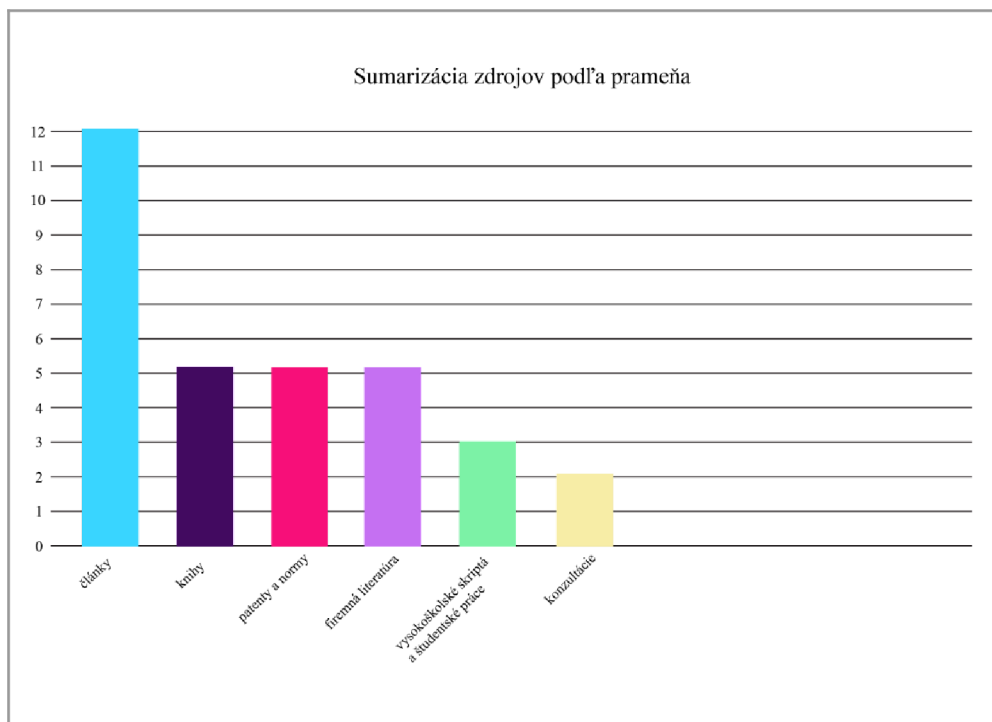


Obr. 2 - 1 prisma diagram

Dokumenty a podklady vymedzujú určité parametre, ktoré sú dôležité pre návrh tohto zariadenia. Téma diplomovej práce bola zvolená: Design fundus kamery. Zadanie vychádza z trendu rozvoja a smerovania vývoja týchto zariadení k rozšíreniu vekovej kategórie používajúcej tieto presné prístroje. Načrtnúť a viac nahliadnuť do problematiky designu medicínskych prístrojov ale už aj konkrétne sa zamerať na design fundus kamery. Dokumenty obsiahnuté v rešerši prinášajú hlbší pohľad do problematiky nielen z

technického hľadiska, vnútorného usporiadania súčastí ale aj designu a ergonómie, komfortu lekára a pacienta, interakcie človeka s prístrojom, požiadaviek lekára, ale aj potrieb spoločnosti a možných zlepšeníach v rámci zdravotnej starostlivosti zrak.

Ako vhodné zdroje do diplomovej práce bolo vyhodnotených 12 odborných článkov, 5 kníh, 3 normy, 2 patenty a 5 firemných dokumentov a 2 skriptá a 1 študentská záverečná práca zaoberajúca sa problematikou designu fundus kamier.



Obr. 2 - 2 sumarizácia zdrojov podľa prameňa

Diplomová práca nie je výskumného ani vedeckého charakteru nepredpokladajú sa konštrukčné alebo funkčné zmeny zasahujúce do vnútorných štruktúr zariadenia. Práca je zacielená na celkový design prístroja a jeho ergonómiu s dôrazom na interakciu stroj - človek a z toho plynúce problémy. Motivačná analýza dokázala, že návrh fundus kamier má pre dnešnú spoločnosť význam a kvôli starnúcej populácii, zvyšovaním kvality života a rastúcim počtom očných onemocnení sa bude jeho potreba prehĺbovať.

2.2 Dotazníkové šetrenie

V koncepcnej časti výskumu sa bude venovať pozornosť formovaniu výskumných otázok, ktoré sú stavebným kameňom pre formuláciu požadovaného výstupu výskumnej časti DP.

2.2.1 Výskumné metódy

Výskum rozoberá 3 základné výskumné problémy, ktoré boli rozdelené na základe výskumného subjektu a jeho potrieb. Prvý výskumný problém sa sústreďuje na problematiku očných ochorení a potreby diagnostiky očných väd. Zmena životného štýlu, zvyšovanie životnej úrovne a starnúca populácia sú faktory, ktoré vedú k nárastu počtu ľudí, ktorí budú potrebovať oftalmologické vyšetrenie. Tento celosvetový problém (možná nová civilizačná choroba) sa netýka len starších vekových kategórii ale aj mladších ľudí trpiacich myopiou a astigmatizmom. Je základným stavebným kameňom pre definovanie cieľov práce. Prvá výskumná otázka sa teda pozerá na situáciu vo vzťahu očných chorôb ich vyšetrenia analyzuje populáciu, vekovú kategóriu a dôvody návštevy oftalmológa. Druhý výskumný problém sleduje fundus kameru pri jej používaní a práci s prístrojom. Tu je najpodstatnejším problémom ergonómia - kedy bola sledovaná najmä pohodlnosť a komfort pacienta a komfort lekára v súvislosti s ovládaním prístroja teda ovládačmi. Druhá výskumná otázka je teda zameraná na ovládače a ergonómiu prístroja. Tretia časť výskumu sa zameriava na vnútorné usporiadanie komponentov a technickú stránku. Fundus kamery sú zariadenia ktoré majú pomerne dlhú životnosť 15-20 rokov a teda ich treba často servisovať a kalibrovať. Tiež bude problém zameraný aj na najviac namáhané súčiastky a to ako zlepšiť celkovú životnosť prístroja ktoré časti sú najviac namáhané.

Cieľom výskumu je získanie uceleného obrazu o výhodách možných inováciách a nedostatkoch súčasného produktu. Tento cieľ bude dosiahnutý vďaka výskumným otázkam ktoré cielia na jednotlivé možnosti vylepšenia z hľadiska dizajnu. Otázky boli formulované konkrétne pre oblasť záujmu subjektu, teda lekára, pacienta, servisného pracovníka.

Ešte pred samotným výskumom teda na začiatku plánovania bolo nutné zvoliť výskumný objekt a metódu výskumu. Objektom skúmania boli v prvom rade pacienti, lekári, optometriсти a pracovníci technici zaoberajúci sa medicínskymi zariadeniami ktorý boli podrobený dotazníkovému šetreniu alebo štandardizovanému rozhovoru. Metodika bolazvolená nasledovne. Pre výskum a zodpovedanie položených výskumných otázok boli zvolené 2 konkrétne postupy: dotazníkové šetrenie a štandardizované rozhovory. Metóda dotazníkového šetrenia cielila na čo najširšie spektrum ľudí, ktorí prichádzajú s produktom do styku. Ako nástroj pre túto metódu bol použitý dotazník vytvorený pomocou platformy Google Forms, ktorá ponúka dobré šírenie dotazníka medzi rôzne vekové kategórie a skupiny - respondenti odpovedali online. Dotazník bol rozdelený na 3 sekcie na základe toho ako respondent prichádza do kontaktu s prístrojom. Prvú sekciu vyplňali

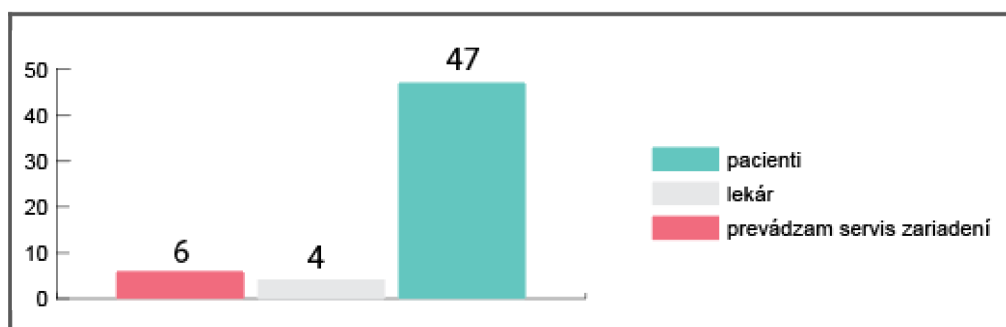
pacienti – respondenti, ktorí podstúpili vyšetrenie na fundus kamere. Tu bolo cieľom overiť hypotézy z hľadiska budúcnosti využívania prístroja. Sekcia 2 bola zameraná na servisných pracovníkov a technické parametre fundus kamier. V sekcii 3 boli otázky zamerané priamo na lekára a jeho potreby. V dotazníku boli vo väčšine prípadov použité otvorené otázky.

Štandardizované rozhovory boli cielené na odborníkov v oblasti optometrie a medicínskych prístrojov a ich potreby. Podstatnejšie pri tejto metóde bolo získať odborný pohľad na problematiku.

2.2.2 Výsledky

Zber dát bol realizovaný pomocou online dotazníku na platforme google forms. Vytvorený dotazník bol rozposlaný najprv medzi okruh známych ľudí, ktorí podstúpili vyšetrenie a doktorov, následne do facebookovej skupiny Slovenskej asociácie optometristov, neskôr servisným pracovníkom a produktovým manažérom zariadení. Predpokladaný počet respondentov spolu bol minimálne 25, aby sa mohli dáta relevantne spracovať. Dotazník pre pacientov obsahoval viac škálovaných otázok, otázky pre lekárov a servis boli viac otvorené.

Pre odborníkov a vysokoškolsky vzdelaných odborníkov bol vytvorený štandardizovaný rozhovor. Štandardizované rozhovory prebehli 3. Odpovede boli získané od Mgr. Ondřeja Vlasáka (optometrista - klinika Lexum, Brno), doktorka MUDr. Alena Menšíková (klinika PRO Care, Žiar nad Hronom) a Ing.doc. Radimom Kolářom, Ph.D. (Ústav biomedicíny FEKT, VUT Brno). Celkovo na dotazník odpovedalo 57 respondentov, z toho 7,1% lekárov (4 respondenti), 10,5% servisných pracovníkov (6 respondentov) a 82,4% pacientov (47 respondentov)



Obr. 2 - 3 podiel respondentov podľa zamerania

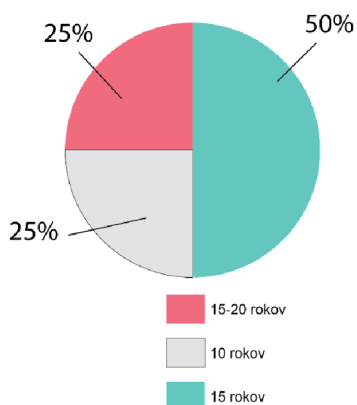
Je opierka prispôsobená na meranie u detí?



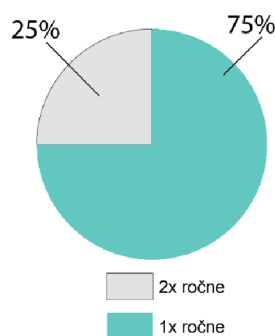
Majú ľudia s horšou stabilitou problém pri meraní?



Aká je životnosť zariadenia?



Ako často je potrebné servisovať zariadenie?



Obr. 2 - 4 sumarizácia dôležitých zistení v grafoch

2.2.3 Diskusia

Z dotazníkového šetrenia vyplynuli poznatky, ktoré sú štruktúrované z jednotlivých hľadísk vyhodnotených nasledovným spôsobom.

Hľadisko lekára:

- 4/4 lekárov vidí potenciál v fundus kamere ako jediný prístroj na trhu, ktorým sa dá ľahko a neinvazívne fotografovať sietnica
- 3/4 lekárov potvrdilo, že nepresnosti na snímkach boli spôsobené zle stabilizovaným pacientom
- 3/4 lekárov by privítali odnímateľný tablet ako súčasť zariadenia
- 2/4 lekárov by privítalo inováciu v rámci grafického prevedenia softvérového rozhrania a rozloženia ovládačov

Hľadisko pacienta:

- 44/47 opýtaných pacientov považuje vyšetrenie kde lekár komunikuje a popisuje vyšetrenie za výrazne menej stresujúce
- 35/47 pacientov sa necíti úplne stabilne
- 15/47 pacientov považuje opierku za málo pohodlnú a subtílnu

Hľadisko servisného pracovníka:

- 6/6 servisných kontrolórov prevádza kalibráciu zariadenia každého pol roka
- celé zariadenie sa kalibruje 1-krát až 2-krát za rok
- najviac mechanicky namáhané sú mechanické časti
- najčastejšie menené časti - optika na fotoaparáte
- 6/6 si myslí, že je nutné, aby bol vnútorný priestor kamery dobre odvetraný

Zo štandardizovaného rozhovoru s Mgr. Vlasákom bolo pre ďalší návrh produktu dôležité zistenie:

- vyšetrovanie širokej vekovej škály pacientov
- zariadenie sa používa celý deň na jednom mieste aj 40 x - nemá význam ho robiť prenosnejšie
- neoplatí sa zariadenie navrhovať do "terénu"
- pracuje so zariadením len lekár alebo optometrista
- starší pacienti majú problém so stabilitou

Zo štandardizovaného rozhovoru s MUDr. Alenou menšíkovou bolo pre návrh produktu dôležité zistenie:

- hlavná je stabilizácia pacienta
- podobné zariadenia ktoré dokážu to čo kamera sú lasery ale tie sú veľmi drahé a sú súčasťou iba veľkých kliník
- zariadenie má veľký potenciál vo využití, pretože ide o jedinú neinvazívnu metódu skúmania sietnice
- zariadenie má obmedzenie na vyšetrovanie len pacientov v sede tu by bol možno priestor na inováciu
- zariadenia sa používajú aj v rámci preventívnych prehliadok, sú súčasťou vybavenia každej oftalmologickej ambulancie
- tlačidlo na vytvorenie fotografie by malo byť umiestnené do madla na nastavenie kamery

Zo štandardizovaného rozhovoru s Ing. doc. Radimom Kolářom Ph.D z FEKT VUT bolo pre návrh produktu dôležité zistenie:

- vysvetlenie procesu snímania, dôležité je biele LED svetlo, ktoré vysiela lúč až dnu do oka a vytvára „ donut shape “
- z hľadiska dizajnu: nemôžu byť použité mobilné telefóny kvôli ich spracovaniu obrazu a veľkosti čipu, majú inú architektúru a uloženie čo sa týka elektroniky, zariadenie vyžaduje použitie digitálnej kamery



Obr. 2 - 5 vybavenie oftalmologickej ambulancie ProCare Žiar nad Hronom

2.2.4 Záver

Výskum priniesol odpovede na výskumné otázky a z hľadiska dizajnu produktu poskytol nové poznatky. V diskusii bolo zhrnutých niekoľko významných zistení, ktoré budú zapracované do cieľov diplomovej práce a finálneho riešenia. Výskum a výsledky z dotazníkového šetrenia a štandardizovaných rozhovorov vytvorili podklady pre formuláciu kapitoly 4–7.

2.3 Rešerš na stav techniky

2.3.1 Analýza oftalmologických odborných článkov

Väčšina odborných oftalmologických článkov sa venuje algoritmom na vyhodnocovanie obrazu, tele medicíny a konštrukciám menších prenositeľných ručných kamier, poprípade smartphone base. Rozvoj tele medicíny uľahčí diagnostiku. Kamery majú prístup k databázam, nové vyhodnocovacie algoritmy uľahčujú nastavenie a vyhodnocovanie snímok. Odborné články sa zaoberajú a skúmajú fundus kamery s použitím smartfónu a ručných zariadení, ktoré sú výrazne ľahšie a menšie. Po preštudovaní týchto článkov a konzultácii s odborníkmi z praxe bolo upustené od návrhu zariadenia tohto typu. Záver z tohto skúmania je, že spomínané konštrukcie majú svoje limity, ktoré zatiaľ nie sú zlučiteľné s klinickým použitím týchto zariadení. Žiadna ručná kamera nebola schválená ako oficiálne použiteľné zariadenie s klinickým významom v roku 2016 ani v roku 2020 neboli žiadne tieto zariadenia schválené a ani na čakacom liste. Okrem toho, stanovený štandard rozlíšenia obrazovky je 1920 x 1200 px a viac. [15] [16] [17] [18]

2.3.2 Analýza firemnej dokumentácie jednotlivých produktov

Fundus kamery sú zložené z hľadiska dizajnu a ťažko sa vyrábajú podľa klinických štandardov. Existuje len niekoľko výrobcov, ktorí pokrývajú svetovú produkciu fundus kamier. Patria sem hlavne korporáty Carl Zeiss, NIDEK a SCHWIND eye-tech-solutions, Optovue a KOWA. V posledných rokoch sa na trh dostávajú prevedenia od firiem zaoberajúcich sa primárne výrobou fotoaparátov ako firmy Nikon alebo Canon a produkty nových menších startupov. Firmy sa svojim kvalitným designom prezentujú aj na dizajnerských súťažiach ako napríklad Red dot. Analýza popisuje, porovnáva a hodnotí fundus kamery z dizajnerskeho, ergonomického a grafického hľadiska. Analýza sa zameriava najmä na celkovú tvarovú previazanosť produktu, ergonomické riešenie opierky brady a čela, riešenie a umiestnenie obrazovky. [2], [3],[4]

Fundus kamera Zeiss VISUCAM

Dizajnerské riešenie

Fundus kamera VISUCAM 524 sa radí medzi najkvalitnejšie produkty na trhu od celosvetovo známej a renomovanej nemeckej firmy ZEISS. Kamera aj s opierkou brady a čela má rozmery 410 mm x 480 mm x 735 mm a hmotnosť 27 kg. Súčasťou sústavy je polohovateľný stôl s integrovaným monitorom s veľkosťou 1920 x 1080. Softvér sa dá prepínať do auto fluorescenčného módu, kompenzuje myopiu so šošovkami +35 D -35 D.

Pracovná vzdialenosť je 40 mm od pacientovho oka. CCD senzor má 24 -megapixelov. Kamera tiež disponuje tlačiarňou a USB portálom. [5]

Tvar pôsobí vyvážene, ale nie kompaktné. Hranatý charakter zariadenia je mierny iba menšími oblými krivkami definujúcimi celkový objem. Napojenie hlavy na pohybovú časť platformy je v porovnaní s ostatnými produktami špecifické. Oblasť napojenia púta pozornosť a oživuje pomerne jednoduché strohejšie tvarovanie. Hmota je pomerne rovnomerne rozdelená po celej dĺžke objemu. Vo vrchnej časti kamery sú vetracie otvory kopírujúce krivku tvarujúcu hlavu fundus kamery. Opierka brady a čela je hranatejšia, tvarovom korešponduje s jednoduchým menej zaobleným tvarom celého zariadenia. S týmto charakterom je vhodne zladené aj materiálové prevedenie opierky. Opierka pôsobí stabilne. Monitor nie je súčasťou zariadenia ale príslušenstva. Ovládače sú zjednodušené len na madlo ovládajúce polohovateľnosť v osiach x, y, z.



Obr. 2 - 6 Fundus kamera Zeiss VISUCAM 524 [5]

Ergonomické riešenie

Z ergonomického hľadiska je dôležité analyzovať prístroj zo strany lekára a až potom zo strany pacienta a servisného pracovníka. Polohovateľnosť opierky brady je zaistená skrutkovým mechanizmom na boku. Toto polohovanie nie je dobré pre lekára. Lekár musí vstať a manuálne ho nastaviť, menšia presnosť. Pacient môže mať tiež tendenciu sa zachytiť o mechanizmus a narušiť tak svoju polohu hlavy. Madlo na ovládanie je umiestnený pod objem tela kamery a neumožňuje pohodlné umiestnenie ruky lekára.

Monitor nie je súčasťou kamery, preto nie je veľkostne limitovaný. Zákazník si teda musí kúpiť celú sústavu, čo môže viesť k zbytočnému predraženiu produktu.

Farebné a grafické riešenie

Bielo-šedé prevedenia sú typické pre väčšinu produktov firmy Zeiss. Toto prevedenie je neutrálne a adekvátne zvolené vo vzťahu s nemocničným prostredím. Farby nevyvolávajú negatívne emócie a pôsobia čisto a upokojujúco. Na boku je čiernou farbu názov produktu nadväzujúci na krivku z bočného pohľadu.

SW-8800 Fundus Camera

Dizajnérske riešenie

SW-8800 Fundus Camera od firmy je hlavným výrobcom firmy Souer. Rozmery zariadenia sa odvíjajú od ergonómie a antropometrie ľudského tela. Rozmery kamery sú: 430 x 450 x 570. Zariadenie váži 10 kg. Kompenzuje šošovky s rozsahom -25 to +25D. Pracovná vzdialenosť kamery je 15 mm. Obrazovka je súčasťou polohovateľného stolíka. V tomto prípade je ňou znovu LCD monitor. [6]

Kamera má jemné a čisté prevedenie. Meracia hlava má jednoduché tvarovanie s veľkým zaoblením v hornej časti. Pozornosť púta zadná časť otočená smerom k lekárovi s výrazným prelisom a vlnkovým zaoblením. Previazanosť prvkov je narušená mohutnou hadicou, ktorá napája kameru na pohyblivý mechanizmus a opierku.



Obr. 2 - 7 SW-8800 Fundus Camera [6]

Ergonomické riešenie

Kamera disponuje mohutným joystickom na ovládanie a nastavenie meracej hlavy. Znížená platforma umožňuje lekárovi pohodlnejšie opretie rúk pri manipulácii. Opierka má jednoduché tvarovanie ladiace k elegantného a jednoduchého konceptu, ale nie je ergonomicky tvarovaná. Na opierke chýba polstrovanie pre zvýšenie komfortu pacienta. Monitor nie je súčasťou kamery. Lekár si môže vybrať veľkosť a nastavenie.

Farebné a grafické riešenie

Kombinácia bielej farby so striebornými a šedými prvkami je veľmi vhodná pre medicínske zariadenia. Nie sú tu umiestnené žiadne rušivé grafické elementy. Farebné prevedenie pôsobí čisto a elegantne. Šedý pás v prednej časti vytvára elegantný detail na zariadení.

Cobra+ Fundus Camera

Dizajnérske riešenie

Fundus kamera je produktom talianskej firmy CSO s rozmermi 420 x 315 x 255 mm a váhou 16 kg. Kamera operuje v pracovnej vzdialenosti od oka 20 mm. [7]

Organické tvarovanie prístrojov patrí k medicínskemu prostrediu. Fundus kamera Cobra+ má dynamický charakter. Pôsobí na človeka nebezpečným dojmom. Tvarovanie preto nerešpektuje požiadavky a charakter medicínskych prístrojov na vytvorenie príjemného prostredia pri vyšetrení. Ostré hrany sa zjemňujú smerom k platforme avšak v hornej časti pôsobia agresívne a upriamujú pozornosť na objektív.



Obr. 2 - 8 Cobra+ Fundus Camera [7]

Ergonomické riešenie

Fundus kamera nedisponuje integrovanou obrazovkou. Tvarovanie základne je ergonomicky zaoblené a rešpektuje priestor na polozenie ruky. Ovládač je modelovaný vo forme kruhového valca. miesto s ovládačom sa nachádza v oblúkovom vykrojení. Masa objemu v očnej časti lekára môže vadiť vo výhlade. Opierka je jednoducho tvarovaná a nie je prispôbena na meranie malých detí do 3 rokov.

Farebné a grafické riešenie

K tvarovému riešeniu je vhodne zvolené jednofarebné šedo strieborné riešenie. Okrem liniek upúta pozornosť smerom na objektív aj umiestnenie grafiky logo typu. Logo typ je farebne zladený s kamerou v odtieňoch šedej a sivej farby.

VIVICON Non-Mydriatic Ophthalmic Camera

Dizajnérske riešenie

Fundus kamera Vivicon od známej firmy Optovue je plne automatizovaný prístroj s rozmermi 280 x 483 x 483 mm a pracovnou vzdialenosťou 25 mm. [8]

Dominantným prvkom je mohutná meracia hlava. Svojim tvarom vychádza z jednoduchého kvádra so zaoblenými hranami. V hornej časti meracej hlavy púta pozornosť výstupok, ktorý nie je esteticky začlenený do plochy a pôsobí rušivo. Z vonkajšej strany je krytovanie viac zaoblené. Zaoblenia a skosenia v strednej časti spolu nekorešpondujú a noha s hlavou pôsobia nesúrodo. Telo kamery nie je zladené s opierkou, ktorá je viac pretvarovaná a organickejšia.



Obr. 2 - 9 VIVICON Non-Mydriatic Ophthalmic Camera [8]

Ergonomické riešenie

Fundus kamera Vivicon je plne automatizované zariadenie. Ovládače chýbajú a zariadenie sa nastavuje pomocou tabletu umiestneného v dolnej časti platformy vyhradenej zväčša pre umiestnenie joysticku na ovládanie. Tablet zároveň v tomto prípade plní aj funkciu obrazovky. Opierka brady a čela je ergonomicky tvarovaná v dolnej časti vyplnená materiálom. Pacient nemusí mať strach oprieť i pohodlne hlavu.

Farebné a grafické riešenie

Celé zariadenie je krémovo bielej farby. Biela farba je spätá s nemocničným prostredím. Použitie jednej farby napomáha prístroju pôsobiť kompaktnejšie aj keď sa skladá z viacerých nesúrodých častí. Na boku meracej hlavy je umiestnená jemná grafika a logo typ.

KOWA nonmyd 7

Dizajnérske riešenie

Fundus kamera od firmy KOWA s rozmermi 310 504 548 mm pracovná vzdialenosť je 30mm. [9]

Tvarovanie zariadenia vychádza z kubického pojatia, je geometrické bez výraznejších zakrivení a plynulých kriviek. Jediným zaoblenejším tvarom je prvok vystupujúci z hlavného hranolu, ale je nelogicky previazaný so zvyšným objemom.. Výrazným prvkom na ktorý, sa upriamuje pozornosť kruhový prelís je farebne odlišené nastavovací ovládač na odstránenie dioptrií. meracia hlava je umiestnená na masívnej platforme.

Fotoaparát nie je zakrytovaný ale je upevnený zvonku. Táto konštrukcia je výhodná v tom že fotoaparát sa dá ľahko demontovať, opraviť a kalibrovať, bez nutnosti otvorenia celého zariadenia. Platforma je masívna. Opierka vo vzťahu k celému tvaru pôsobí subtilne a je napojená na prístroj spredu na jednej nohe. Napojenie na jednej nohe je menej stabilná možnosť napojenia opierky. Jeho tvarovanie vychádza z kubického pojatia.



Obr. 2 - 10 KOWA nonmyd [9]

Ergonomické riešenie

Opierka hlavy a čela nie je ergonomicky prispôsobená tvaru hlavy najmä v oblasti čela. Opierka je subtilná čo môže spôsobovať problémy pri stabilite pacientovej hlavy. Nevyhovujúce je aj umiestnenie obrazovky v návaznosti na vystupujúci diel - fotoaparát, ktorý je v tejto kompozícii rušivým elementom. Lekár nemá dobrý výhľad na obrazovku.

Farebné a grafické riešenie

Zariadenie je typickej bielej farby. Obsahuje niekoľko výrazných prvkov, ktoré farebnosťou pútajú pozornosť napríklad čierne ovládače fotoaparát a výrazný tyrkysový nastavovač dioptrií. Ovládače sú čiernej a šedej farby. Grafika nie je inovatívna.

1CX-1 Hybrid digital retinal camera

Dizajnérske riešenie

Fundus kamera od firmy Canon, ktorá sa zaoberá najmä výrobou fotoaparátov a techniky na fotografovanie. Na základe uloženia vnútorných komponentov a optiky kamery 1CX-1 Hybrid digital retinal camera bolo navrhnuté aj finálne riešenie diplomovej práce.

Celkový tvar a kompozícia je členitá. Tvarovo jednotlivé prvky - uchytenie fotoaparátu, vystúpenie priznávajúce objektív, nastavovacie tlačidlo na boku, zaoblená platforma na seba

nenadväzujú. základné objemy vychádzajú z kubického tvarovania a majú výraznejšie zaoblenie na jednej z hrán. Veľký rádius na meracej hlave prebieha smerom k pacientovi.



Obr. 2 - 11 1CX-1 Hybrid digital retinal camera [10]

Ergonomické riešenie

Ovládače sú síce umiestnené na naklonenej rovine, ale výstupok na uchytenie fotoaparátu prekáža vo výhlade lekára na ovládací panel. Nastavovacie tlačidlo pri používaní môže rozbiť nastavenia kamery pri snímaní. Opierka brady a čela je z hľadiska pacienta aj lekára vyriešená s ohľadom na komfort a potreby pacienta, je stabilná a plne prispôsobiteľná rôznym veľkostiam hlavy dospelého človeka. Kamera nedisponuje monitorom, čo je z pohľadu lekára nevyhovujúce.

Farebné a grafické riešenie

Typická biela farba týchto zariadení je kombinovaná s jemnou modrou, ktorá má upokojujúci účinok na pacienta. Z bočného pohľadu je vidieť jemnú grafiku logotypu a označenie stupnice. Farebné riešenie oživuje jednoduchý tvar a veľkú plochu bez výraznejších prelisov.

Canon CR 2 AF Digital Non-Mydriatic Fundus kamera

Dizajnérske riešenie

CR 2 AF Digital Non-Mydriatic Fundus kamera je ďalším zástupcom produktu od spoločnosti Canon. Kamera má iné vnútorné usporiadanie šošoviek a filtrov, čo odzrkadľuje aj odlišné tvarovanie. Fotoaparát je oddeliteľný a ľahko demontovateľný od zvyšku zariadenia. Fotoaparát je zakrytovaný a tvorí ďalší kompozičný prvok. Platforma opierka a meracia hlava spolu tvarovo korešpondujú a sú medzi nimi z hľadiska tvarovania logické nadväznosti. oblúkovitý jemný prelis na opierke opakovaný na tele meracej hlavy tvorí príjemný detail a prepája spolu hlavu s opierkou. Z hľadiska dizajnového prevedenia púta pozornosť neobvyklé napojenie opierky na platformu.[11]



Obr. 2 - 12 Canon CR 2 AF Digital Non-Mydriatic Fundus kamera [11]

Ergonomické riešenie

Opierka brady a čela je pekne tvarovaná, pacient sa v nej cítil komfortne a stabilne. Opierka na bradu je dostatočne veľká a automaticky nastaviteľná. Komfortu pacienta prispieva aj polstrovanie v hornej časti. Lekár ovláda a nastavuje kameru manuálne pomocou madla na ovládanie v zadnej časti. Obraz vidí v tomto prípade na obrazovke digitálneho fotoaparátu. Toto riešenie nie je z pohľadu lekára vhodné pretože fotoaparát bráni výhľadu a zároveň jeho obrazovka nie je dostatočne veľká

Farebné a grafické riešenie

Biele farebné prevedenie doplnené o decentné modré detaily je vkusné a upokojujúco pôsobí na pacienta. Logotyp firmy šedou farbou. Čierny fotoaparát púta pozornosť na lekárovej strane. Modrým pásom je odlišené aj joystick na ovládanie prístroja.

Nikon Retina Station

Dizajnérske riešenie

Retina station je zariadením ktoré získalo v roku 2020 významnú dizajnérsku cenu Red Dot. Produkt je výsledkom dizajnérov firmy vyrábajúcej fotoaparáty, premieta sa to aj do tvarového riešenia pohyblivej hlavy.

Meracia hlava je vizuálne rozdelená na dva základné stavebné jednotky. Horná časť s optikou a snímačmi, pripomína fotoaparát. Zakrivenia a oblúky ladia so zaoblenia na opierke. Tieto dva prvky sa tak pekne prepájajú. Stredná časť je odľahčená a menej zaoblená. V spodnej časti celý prístroj stojí na štyroch gumových protišmykových nožičkách. Kamera je esteticky detailne vyladená, jednotlivé prvky sú previazané a ladia spolu.



Obr. 2 - 13 Nikon Retina Station [12]

Ergonomické riešenie

Kamera je prispôsobená na automatické fungovanie a nastavuje sa cez tablet. Ovládanie a monitor sú spolu prepojené. Tablet je zároveň aj monitorom, kedy lekár vidí snímok v reálnom čase. Umiestnenie na naklonenej rovine je ergonomicky vhodne vyriešené, avšak z pohľadu lekára by bolo výhodnejšie umiestniť obrazovky do zorného poľa vyhovujúceho jeho pracovnej polohe. V ideálnom prípade by mala byť obrazovka oddeliteľná od zariadenia, kvôli často meniacej polohe sedu a stoja. Opierka hlavy je v spodnej časti je vyplnená materiálom, pacient má pocit bezpečia a stability. V hornom oblúky je ergonomicky tvarovaná a polstrovaná časť na opretie čela.

Farebné a grafické riešenie

Farebne riešenie vizuálne rozčleňuje kompozíciu a odľahčuje objem kamery. Čierna farba má prepojenie s fotoaparátom a kamerou nemá však prepojenie s čistým medicínskym prostredím. Logo typ sa okrem bočnej časti nachádza aj na viditeľnej prednej časti na opierke.

Nexy fundus kamera

Dizajnérske riešenie

Automatizovaná fundus kamera Nexy od Next Sight je jednoducho použiteľná a poskytuje vysoko kvalitné obrázky. Má rozmery 340 x 430 x 460 mm a váhu 14kg. Nexy je plne automatizovaná a vhodná na rutinnu diagnostiku a pozorovanie pacientov. V tele medicínskych aplikáciách má toto zariadenie veľký potenciál, pretože obrázky môžu byť uložené lokálne v sieti aj v cloudovom softvéri. [13]

Produkt je výrazne odlišný od ostatných jestvujúcich zariadení na trhu. Môže za to čiastočne aj plná automatizácia zariadenia a inovácie, ktoré reflektuje tvarovanie. Horná časť meracej hlavy kopíruje geometriu okrúhlych šošoviek a je plynulo napojená na zvyšok tela prepájajúci meráciu hlavu s platformou. Platforma je výrazne odľahčená. Kamera nie je uložená vodorovne ale pod uhlom. Toto naklonenie vychádza z tvarového pojatia platformy ktorá výrazným spôsobom dynamizuje prevedenie produktu. Celkovo produkt na pacienta pôsobí čisto a prívetivo.



Obr. 2 - 14 Nexy fundus kamera [13]

Ergonomické riešenie

Kamera nedisponuje žiadnymi ovládacími prvkami. Je prispôbená na plné automatické ovládanie pomocou tabletu. Tablet slúži na nastavenie kamery a módu vyšetrenia a zároveň aj ako monitor pre lekára. Neobvyklým tvarovaním opierky sa Nexy odlišuje od konkurenčných produktov. Opierka má papierový charakter. Je napojená na platformu z boku a pri väčšom zaťažení od pacientovej hlavy hrozí riziko ohybu. Vystúpené tvarovanie tiež z lekárovho hľadiska nie je ergonomicky vhodne vyriešené. Opierka je prispôbená na fixovanie čela a lícných kostí, chýbajúca opierka brady je výrazným nedostatkom tohto produktu. Pacientova hlava nie je potom dostatočne stabilizovaná a môže dôjsť k fotografovaniu rozostrených snímok. Z hľadiska antropometrie ľudskej tváre je nutné fixovať čelo a bradu.

Farebné a grafické riešenie

Originálne prepojenie oranžovej farby pôsobí na zariadení sviežo a originálne. Použitím tejto farebnej kombinácie sa výrazne odlišuje od ostatných konkurenčných produktov. Logo typ a grafika je umiestnená na prednej časti aj z bočného pohľadu.

Accuon

Dizajnérske riešenie

Kamera Accuon je koncepčným návrhom kórejskej firmy Moou. Keďže je toto zariadenie konceptom a ešte sa nepredáva na trhu nie sú k nemu dohľadateľné informácie ohľadne rozmerov a váhy.

Koncept pôsobí futuristicky, výrazovo pripomína malého robota. Všetky hrany sú zaoblené. Jednotlivé prvky, opierka, hlava a platforma sú esteticky prepojené. Zariadenie má kompaktný design. Oblé linky a zaoblenia na seba nadväzujú a sú logicky prepojené v najmenších detailoch. Aj deliáce škáry a výlis pre tablet sú zaoblené a pekne kompozične rozdeľujú zariadenie. Hrany sú zaoblené väčšími rádiusmi. Mäkké a oblé tvarovanie je vhodné pri návrhu medicínskych prístrojov, ktoré bezprostredne interagujú s človekom.



Obr. 2 - 15 Accuon kamera [14]

Ergonomické riešenie

Opierka poskytuje veľkorysý priestor na uloženie brady, je k telu pripevnená masívnou nohou. Ovládače sú zredukované iba na nutné, zostáva madlo na polohovanie meracej hlavy

Farebné a grafické riešenie

Farebne je zariadenie typickej kombinácie bielo sivej farby s prevládajúcou bielou doplnenou a šedé prvky. Minimalistické drobné detaily v podobe bledomodrého podsvietenia odlišujú zariadenie od konkurenčných produktov.

2.3.3 Analýza technického stavu produktu

V podkapitole bude popísané zariadenie z technickej stránky. Pozornosť bola venovaná najmä popisu vonkajších prvkov prístroja.

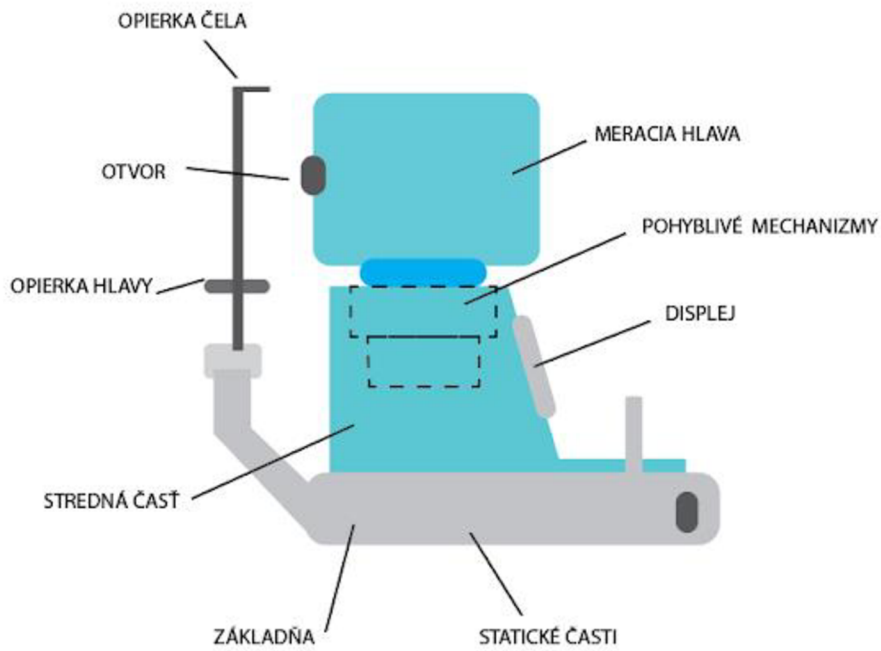
Prvá fotografia ľudského očného pozadia vznikla v roku 1886. Farebná fotografia fundusu bola popísaná v roku 1929, širokohlé pozorovanie v roku 1970. Najnovšia technológia je laserové pozorovanie, ktoré prišlo v 90. rokoch. Konštrukcia a princíp mikroskopu sa od prvého snímania nezmenila. Dnes sú všetky fundus kamery digitalizované. [19]

Na zobrazovanie zadného očného segmentu - fundu sa v súčasnosti používajú 2 prístroje: fundus kamera a konfokálny skenovací laser. Konfokálny laser pracuje na inom princípe osvetlenia sietnice a je rádovo drahší ako fundus kamera. Fundus kamera je sofistikovaný prístroj na zobrazenie zadného segmentu oka, zrakového nervu, makuly a periférnej časti sietnice. Ako jediné zariadenie na trhu umožňuje zobraziť fundus a jeho štruktúru, analyzovať odchýlky od bežného stavu, detegovať morfológické zmeny pri bežných ochoreniach. Využíva sa na diagnostiku makulárnej degenerácie, glaukómu, diabetickej retinopatie, diabetickej retinopatia, novorodeneckej retinopatie, oklúzie sietnicovej žily. Výsledky merania sa zaznamenávajú v digitálnej forme. Kamera pracuje s rôznymi nastaveniami podľa diagnostických možností. Monochromatické zobrazenie filtruje svetlo rôznych vlnových dĺžok, fluorescenčná angiografia, autoflorescencia, stereo zobrazenie, širokohlé zobrazenie. [20]

Na trhu existujú aj ručné fundus kamery. Najväčším prínosom týchto zariadení je, že pacient nemusí byť v polohe sedu čo značne uľahčuje snímanie sietnice u imobilných pacientov, avšak tieto zariadenia doposiaľ nevyhovujú medicínskym štandardom a nemajú v praxi klinický význam. Preto sa táto práca a návrh bude zaoberať výlučne stolnými zariadeniami. [21] [17]

Vonkajšie zloženie

Zvonku sa komponenty delia na statické a pohyblivé časti. Hlava musí byť pohyblivá, aby sa zabezpečila nastaviteľnosť a prispôbenie antropometrie ľudskej tváre.



Obr. 2 -16 schéma vonkajších komponentov [19]

Vnútorne zloženie

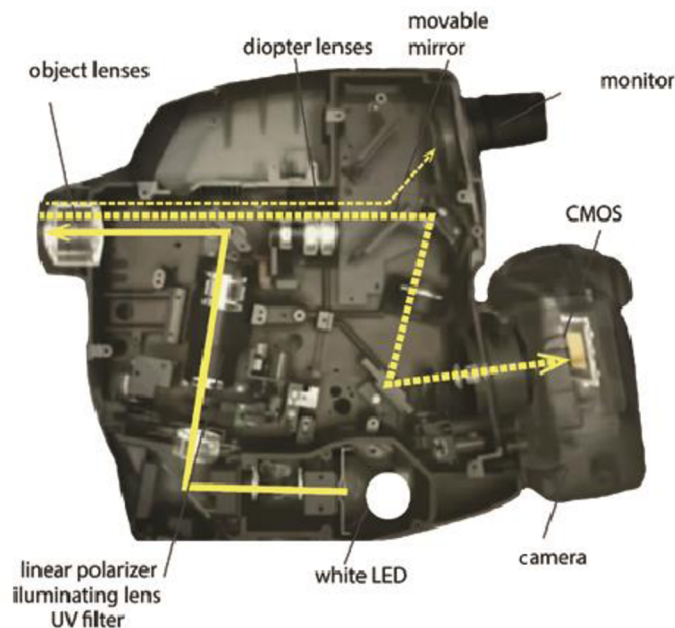
Z hľadiska vnútorných komponentov chod kamery zabezpečujú komponenty, ktoré možno rozdeliť na 3 kategórie. Elektronika, mechanika, optika. Elektroniku tvorí CCD čip, vyhodnocovacia jednotka, napájanie a monitor. Mechanická časť sú pohyblivé mechanizmy, posúvacie skrutky, koľajničky a elektromotory. Optickú časť tvoria šošovky, filtre a objektívy.



Obr. 2 - 17 servisovanie fundus kamery Zeiss [22]

Pre finálny návrh bolo zásadné zistiť uloženie jednotlivých súčiastok a hlavne zistiť optické dráhy a ich vzdialenosti. Tieto parametre sú firemných tajomstvom. Aj keď je konštrukcia a každá firma si optickú sústavu prispôbuje podľa výrobných nákladov a požadovaných parametrov a meracích módov, preto nie sú voľne dohľadateľné presné parametre optického uloženia. Pre túto prácu bola zvolená približná vnútorná konštrukcia podľa návrhu od firmy Canon.

Optika funguje na základe nepriamej oftalmoskopie. Hlavná časť prístroja je osvetľovací a pozorovací systém. Zdroj je biele svetlo zabudované vnútri prístroja. Toto svetlo je následne modifikované rôznymi druhmi farebných filtrov. Svetelný lúč prechádza cez zrkadlo s otvorom, asférickou šošovkou a potom do pacientovho oka kde sa odrazí a mieri naspäť do zariadenia. Svetlo odrazené od sietnice prechádza cez neosvetlený otvor v prstenci tvorenom osvetľovacím systémom, pomocou ďalších filtrov a optického systému je upravené a zaznamenané na digitálny CCD čip s rozlíšením 18 MPx. Vďaka prepracovaným technológiám už dnes nie je podmienkou vyšetrenie očného pozadia v mydriáze. Non Mydriatický režim uľahčuje čakaciu dobu a odľahčuje lekárom prácu keďže pacientom nemusia rozkvapkávať oči. [23]



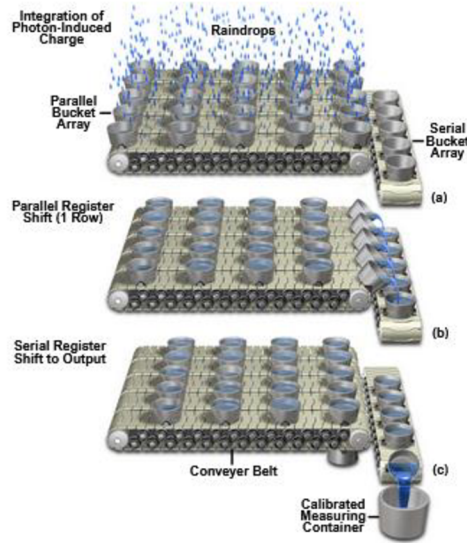
Obr. 2 - 18 schéma optických dráh v hlave kamery [26]

Elektronika

Celý systém kamery je napájaný z elektrickej siete 220V, 60Hz. Hlavnou úlohou elektroniky v kamere je premeniť fotóny zo svetelného lúča odrazeného z rohovky na obraz, tento obraz zachytiť v dostatočnej kvalite a spracovať. Tento jav zabezpečuje CCD fotónový detektor alebo CMOS zariadenie. Svetlo zachytáva tenkým kremíkovým plátkom rozdeleným do geometricky pravidelného poľa tisícov svetlo citlivých oblastí, ktoré zachytávajú a ukladajú obrazové informácie vo forme lokalizovaného elektrického náboja. Premennivý elektrický signál je spojený s každým obrazovým prvkom (pixelom) detektora. Následne sa obraz fotografuje a zobrazí na obrazovke alebo tablete. Kvalita obrázku závisí na počte svetlo citlivých buniek, preto sa v medicínskych zariadeniach používajú čipy s čo najväčšou plochou a fotoaparáty v súčasných smartfónoch nie sú dostatočne prispôbené pre tieto potreby. [24] [19]

Firma Canon, ktorej vnútorné usporiadanie bude použité pri finálnom návrhu tejto diplomovej práce používa vlastné zariadenia a využíva EOS (Electronic and Optical System). Tieto fotoaparáty sú vyrábané špeciálne s rozmermi 146x124x78 mm pri starších typoch 150x142x87,2 mm. [25]

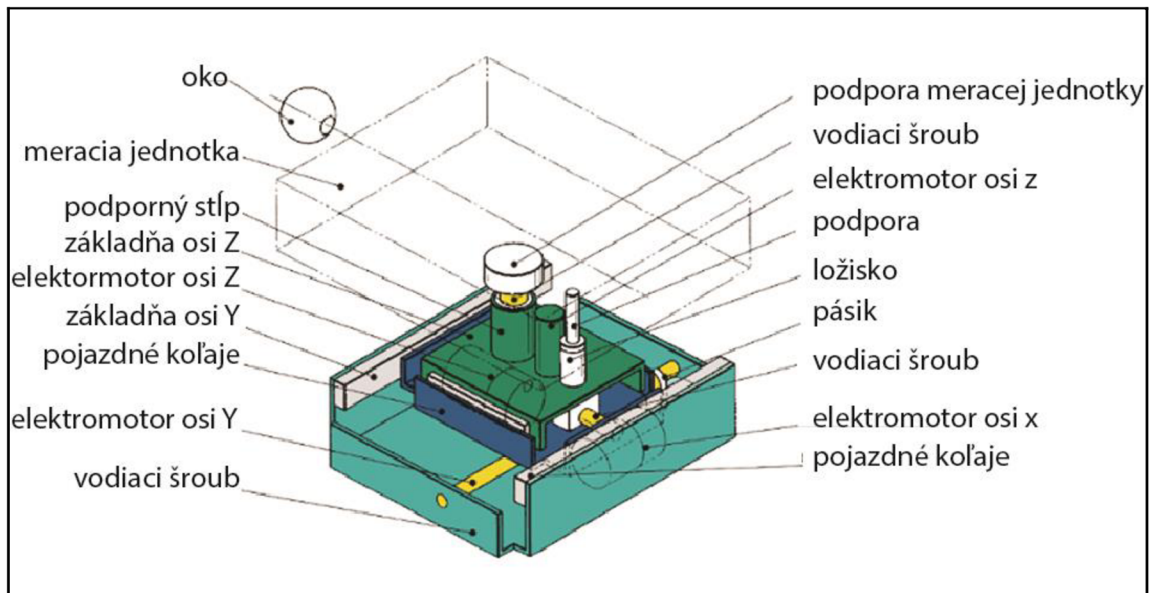
Figure 5 - Bucket Brigade CCD Analogy



Obr. 2 - 19 princíp zaznamenávania obrazu digitálnym CCD čipom [27]

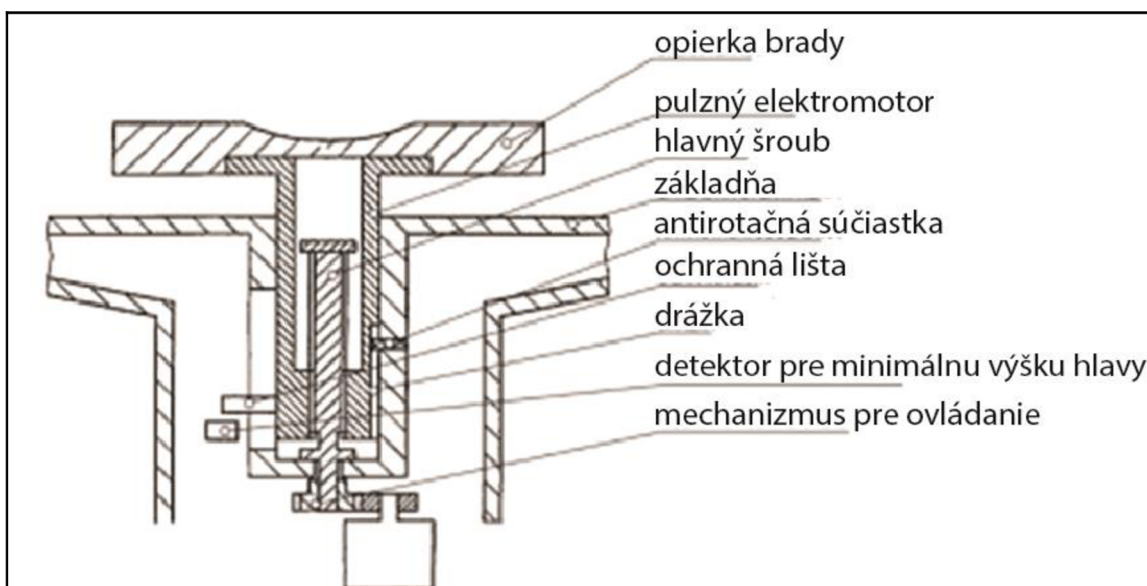
Mechanická časť

Hlava sa pohybuje v troch osiach. Horizontálne v osiach X, Y a vertikálne v smere Z. Pohyb základne zabezpečuje elektromotor a podporný stĺp. V stĺpe sú umiestnené ložiská a vodiaca skrutka. Motor je poháňaný cez posúvaciu skrutku. Plynulý pohyb zabezpečujú koľajničky. Mechanizmus v ose Y koriguje vzdialenosť kamery od pacientovho oka.



Obr. 2 - 20 posuvný mechanizmus [41]

Rozdiel medzi maximálnou a minimálnou výškou opierky čela sa koriguje nastaviteľnou opierkou brady. Opierka sa ovláda elektricky pomocou elektromotoru. Rozsah pohybu vyplýva z antropometrie a ergonómie ľudskej tváre. Najmenšia výška hlavy ženy sa odpočíta od najvyššej hodnoty u mužov. Rozsah hybnosti v osi z je 61 mm.



Obr. 2 - 21 mechanizmus opierky brady [42]

Joystick predstavuje vstupné zariadenie, ktoré prenáša pohyb ruky do nastavenia meracej hlavy. Princíp spočíva vo vychýlení vertikálnej súčiastky a zaznamenaný je senzormi. Väčšina joystickov sa delí podľa počtu konfigurovaných osí na dvoj-osé (pohyb v rovine X,Y). V prípade fundus kamier ide o 3 osú rotáciu. Vychýlenie v rovine Z je prevedené rotáciou alebo vysunutím a zasunutím vo vertikálnom smere. [42]

2.4 Zhrnutie hlavných zistení

Po detailnej dizajnerskej analýze a preskúmaní technického stavu fundus kamier v predošlých kapitolách, vyplynulo niekoľko zásadných zistení a problémov, ktoré prístroje na súčasnom trhu majú. Problémy spadajú do oblasti techniky alebo designu a podľa týchto oblastí boli roztriedené.

Tvarovanie, ergonomické a estetické hľadisko.

Pri hľadaní problémov a posudzovaní tvarovania a designu prístroja bolo prihliadnuté najmä na stanovisko a komfort pri práci lekára. Pre kvalitné prevedenie merania je dôležitá optimalizácia pracovného prostredia obsluhy a návrh stabilnej a pohodlnej opierky brady a čela.

Celkový vzhľad a tvar

Produkty sú na veľmi vysokej úrovni čo sa týka ergonómie aj celkového tvarového riešenia. Rôznorodosť tvarovania tela, ktoré vychádza z vnútorného rozloženia komponentov optického systému. Systém optiky a jednotlivé uloženie filtrov a šošoviek je firemným

tajomstvom a každá firma si navrhuje toto usporiadanie trochu inak. Z tohto uloženia potom vyplývajú aj proporcie kompozičné riešenie tvarovanie, umiestnenie a veľkosť meracej hlavy kamery. Ťažké je previazať jednotlivé prvky dohromady tak, aby nepôsobili ako rôzne telesá, ale spolu ladili.

Ovládanie

V súčasnosti je trendom prechod na poloautomatizované, automatizované zariadenia používajúce softvér a algoritmy na vyhodnocovanie obrazu. Tento vývoj má za následok aj úpravu ovládacieho panelu zmenu umiestnenia a interakcie lekára s monitorom. Problémom naďalej zostáva malý priestor pre opretie ruky lekára pri manipulácii s joystickom a ostré hrany v oblasti bezprostredného kontaktu s prístrojom.

Opierka

Tvarové prevedenie a konštrukčné riešenie opierok na zariadeniach je rôznorodé. Dôležité je že každá kamera má polohovateľnú opierku brady. Problémom pri väčšine zariadení je subtílna opierka, opierka nie je prispôbená väčšiemu rozsahu vekovej kategórie a snímaniu sietnice novorodencov, trpiacich novorodeneckou retinopatiou.

Monitor

Prevedenie monitoru sa líši pri jednotlivých modelov. Modernejšie prístroje disponujú polohovateľnosťou displeja.

Ďalším problémom vyplývajúcim z analýzy je umiestnenie fotoaparátu mimo vnútro zariadenia. Toto riešenie nie je praktické pre lekára a fotoaparát pôsobí ako rušivý element. Väčšina zariadení rieši tento problém začlenením fotoaparátu do vnútra Na druhej strane je výhodné, že je kamera ľahko prístupná.

	produkt	rozmery (výška/šírka/hĺbka) [mm]	pracovná vzdialenosť [mm]	monitor	hmotnosť [kg]
1	VISUCAM 524	280 x 483 x 483	25	bez obrazovky	27
2	SW-8800	430 x 450 x 570	15	bez obrazovky 7.0 inch Color LCD Monitor	12
3	Cobra+	-	25	bez monitoru	18
4	VIVICON	280 x 483 x 483	25	10.1" LCD monitor	20

5	KOWA nonmyd 7	310 x 504 x 548	30	5.7 inch LCD monitor	21
6	Canon 1CX-1	320 x 531 x 577	35	bez obrazovky - fotoaparát	26
7	Canon CR 2 AF	305 x 500 x 473	35	bez obrazovky - fotoaparát	19
8	Nikon	288 x 495 x 495	25	10.1" LCD Monitor, touch Panel	17
9	Nexy	340 x 430 x 460	-	10,4"tablet	14
10	Accuon	-	-	-	-

tab. 2 - 1 zhrnutie technických parametrov súčasných zariadení

2.4.1 Identifikácia novosti a príležitostí

Z analýzy trhu, dotazníkového šetrenia sú zariadenia z hľadiska ergonómie a technického stavu na veľmi vysokej úrovni. Napriek tomu je tu priestor na využitie inovácií a nových príležitostí.

Z hľadiska technických inovácií sa novosti smerujú hlavne v oblasti informatiky, programovania algoritmov na lepšie vyhodnocovanie a spracovanie obrazu, automatizácie, práce s dátami a lekáorskými databázami. Predpokladá sa využitie najmodernejších technológií, ktoré sa využívajú u ostatných produktov na trhu. Priestor pre inováciu z hľadiska technologického pokroku spočíva v nahradení integrovanej obrazovky vyberateľným tabletom a prepojení zariadenia s lekáorskými databázami. [15]

Z ekonomického hľadiska tu nie je veľký priestor pre inovácie. Cena sa odvíja hlavne od použitého fotoaparátu (ccd snímača) a kvality filtrov a optiky. Cenová kategória, v ktorej sa zariadenia pohybujú je od 5000 až po 15 000 eur za kus.

Spotrebiteľské hľadisko otvára najväčší priestor pre inovácie. Jedná sa o ergonómické a estetické parametre. Nedostatky ergonómie zo strany lekára a pacienta boli popísané v kapitole 2.4

3 CIELE PRÁCE

3.1 Vymedzenie problému

3.1.1 Názov produktu a jeho klasifikácia

Témou DP je design stolnej fundus kamery. Podľa normy ISO 10940 stolné fundus kamery spadajú do 2. bezpečnostnej triedy a radia sa medzi oftalmologické prístroje využívajúce lúč bieleho svetla. Väčšina zariadení pracuje na základe osvetlenia oka bielym svetlom ale niektoré zariadenia môžu používať aj červený alebo zelený lúč.

Stolná fundus kamera je súčasťou výbavy každej oftalmologickej ambulancie, je radená medzi medicínske zariadenia menšieho typu určené k diagnostike očného pozadia a sietnice. Je to jediné zariadenie na trhu, ktorým sa neinvazívne získať obraz sietnice. Výsledkom je obvykle fotografia fundu (očného pozadia).

Jedná sa o medicínsky produkt, môžeme ďalej špecifikovať ako materiálny produkt – výrobok, špeciálny spotrebný tovar. Je užívaný opakovane (aj 30 krát denne) a jeho životnosť sa pohybuje medzi 15-20 rokov.

3.1.2 Špecifikácia zákazníka

Motivácia pre navrhnutie produktu vzišla zo stále zvyšujúceho sa fenoménu civilizačnej choroby krátkozrakosti, glaukómu, novorodeneckej retinopatie. Najväčšou motiváciou pre neustály vývoj a úpravy produktu je fakt, že fundus kamera je zatiaľ jediným zariadením na trhu poskytujúcim obraz sietnice a krvného riečiska oka neinvazívnym spôsobom. [nejaka mudraknižka]

V súvislosti so zadaním DP nebol zákazník presnejšie špecifikovaný. Budem teda predpokladať, že sa jedná o väčšiu nadnárodnú korporáciu, ktorá sa zaoberá dizajnom a vývojom medicínskych zariadení. V tejto fázy zákazník nahradený autorom práce.

3.1.3 Špecifikácia spotrebiteľa

Keďže sa jedná o medicínske zariadenie, ktoré vyžaduje obsluhu personálu vzdelaného v oblasti medicíny spotrebiteľ je veľmi konkrétne definovaný. Jedná sa teda o odborný personál väčších očných kliník, nemocníc a ambulancií špecializovaných na diagnostiku očných väd a ochorení. Jedná sa o lekára so zameraním a atestáciou z oftalmológie, optometristu. Netreba zabúdať však, že do styku s prístrojom prichádzajú najmä pacienti a to vo veľmi širokej vekovej rozložení.

3.1.4 Špecifikácia výrobných technológií, možného trhu a ceny

Meracia hlava bude obsahovať hliníkovú konštrukciu a celý prístroj bude zakrytovaný výliskami z ABS plastu. Tento termoplast je zdravotne nezávadný, odolný voči mechanickému a chemickému namáhaniu a je hlavnou výrobnou surovinou používanou na krytovanie medicínskych zariadení. Jednotlivé časti krytovania budú vyrábané vstrekom do formy. Následne musí byť ich povrch upravený tak, aby sa splnili hygienické štandardy. Budú potiahnuté matným finišom. Opierka brady a čela sa bude vyrábať z odľahčeného hliníka reduxa, spracovávaný ekologickým a šetrným spôsobom, bude potiahnutá plastovým filmom. Polstrovanie na opierke brady a čela bude použitý materiál polyuretánová pena s uzavretými pórmí. [28][29][31]

3.1.5 Vymedzenie atribútov a cieľov produktu

Tabuľka 1 spracováva 5 najpodstatnejších parametrov, medzi ktoré sa radí: ergonómia, ovládacie prvky, tvarovanie, opierka brady a čela, kamera ako najviac menená a vyberaná súčasť. Každý z týchto parametrov je bližšie špecifikovaný v jednotlivých bodoch a zaradený do skupiny: C (cieľ), O (obmedzenie), F (funkcia) a P (prostriedok).

ERGONÓMIA	C	O	F	P
Telo kamery musí byť v rozmeroch (320 x 531 x 577) mm.		✓		
rozlíšenie obrazovky najmenej 1920x1800 px		✓		
Opierka brady a čela sa musí pohybovať v rozsahu 61 mm.		✓		
Opierka brady musí byť elektricky nastaviteľná.	✓		✓	
Umiestnenie monitoru a ovládacích prvkov musí vychádzať z pracovnej polohy lekára -sed	✓	✓		
Rozmery a výška musí vychádzať z polohy sedu pacienta		✓		
Návrh neráta s polohovateľným stolom	✓			
Maximálna výška prístroja, aby bola zabezpečená stabilita by mala byť 570 mm		✓		
Priestorová náročnosť prístroja - okruh 1.5m		✓		
		✓		
OVLÁDACIE PRVKY	C	O	F	P
ovládače musia byť prehľadne usporiadané na platforme	✓			
na displeji/monitore nesmú byť žiadne dôležité ovládače, môžu tam byť dodatočné menšie nastavenia fotoaparátu	✓			
ovládače budú prispôbené na obsluhu personálom - nie plne automatizovaný prístroj	✓		✓	
hmatník musí sa musí nachádzať v strede platformy nie na okraji platformy	✓			
hmatník musí mať kruhový tvar prispôbený dlani	✓			
monitor pre lekára bude v podobe odnímateľného tabletu	✓			
tlačidlo - spúšť na vyfotografovanie sietnice bude súčasťou hmatníka	✓			
Ovládacie prvky musia byť viditeľné a prehľadné		✓		
Ovládanie prístroja musí byť intuitívne		✓		
TVAROVANIE PRÍSTROJA	C	O	F	P

Tvarovanie musí byť vyhovujúce tak pre pacienta ako aj pre lekára	✓	✓		
Pracovný priestor pre lekára - optimálna pracovná vzdialenosť	✓	✓		
Opierka brady a čela by nemala byť subtílna	✓			
Opierka brady a čela by nemusí byť nutne spojená s telom prístroja	✓		✓	
Opierka s telom kamery a platformou musí spolu tvarovo korešpondovať.	✓			
Tvarové riešenie by malo odzrkadľovať neinvazívnosť zákroku (znižovanie stresu pacienta, oko je citlivý orgán)				
Jednotlivé časti by spolu mali vytvárať jeden celok	✓			
Pri návrhu musí byť zachovaná čistota a jednoduchosť tvarovanie kvoli zvýšenej požiadavke na hygienu.	✓			✓
OPIERKA BRADY A ČELA	C	O	F	P
Výška opierky brady by mala byť elektricky polohovateľná v rozsahu 50 mm		✓	✓	
Mala by poskytovať rozšírenie pre ruky pacienta.	✓			
Opierka musí byť prispôbená čo najväčšej vekovej škále		✓		✓
Opierka musí byť vhodne tvarovaná a musí poskytovať stabilitu.	✓			
TELO KAMERY	C	O	F	P
Telo musí vykonávať posuvný alebo rotačný pohyb.		✓		
Krytovanie tela musí byť riešené s požiadavkou na ľahký prístup ku kamere/fotoaparátu	✓			
Krytovanie tela sa nesmie davat preč celé pri oprave a kalibrácii fotoaparátu/kamery.	✓			
TECHNICKÉ POŽIADAVKY	C	O	F	P
Musí byť použitý CMOS čip (18.1 megapixels or more)		✓	✓	
najmenšie rozmery použitého čipu 35 mm : 36 x 25		✓		
Bude použité kamerové zariadenie EOS 142x99x73		✓		
Musí byť zabezpečená pohyblivosť platformy	✓			
Telo musí okrem optiky obsahovať aj fotoaparát s bleskom		✓	✓	
Kamera musí byť napojená do siete 230 V.	✓		✓	
Výstupný výkon je 1,5 kW		✓		
Kamera musí rešpektovať normy ISO 10940 a ISO 14971		✓	✓	
Kamera pracuje s bielym svetlom vlnovými dĺžkami medzi 780 - 380nm.		✓		
Šošovka pacienta musí byť vo vzdialenosti 35 mm od prístroja .		✓	✓	
Veľkosť prvého objektívu: 50 mm		✓	✓	
Automatická pohyblivosť bude zaistená elektromotorčekmi		✓		

tab. 3 - 1 list atribútov

3.2 Ciele vývoja

Hlavným cieľom práce je návrh designu stolnej fundus kamery určenej, na každodennú prevádzku v špecializovaných očných klinikách a oftalmologických oddeleniach s dôrazom na ergonomické riešenie opierky a návrh užívateľského rozhrania ovládacieho panelu.

Čiastkové ciele:

- vhodné tvarovanie prístroja vychádzajúce z funkcie a požiadaviek na použitie
- využitie špičkových technológií, ktorými disponujú súčasné zariadenia
- manipulácia a umiestnenie displeja s ohľadom na pracovnú polohu lekára a so zlepšením interakcie s pacientom
 - návrh a umiestnenie displeja s možnosťou oddeliteľnosti od zvyšku tela kamery a prenositeľnosti
- design rešpektujúci požiadavky lekára a optometristu:
 - ergonomické riešenie opierky s prihliadnutím na širší záber vekovej kategórie pacientov
 - umiestnenie nástavca pre novorodencov
 - navrhnuť vhodné riešenie opierok na ruky pre zlepšenie stability pacienta
- ovládače a pracovná poloha
 - v zariadení nebude integrovaná termotiskárna, všetky dáta sa budú posielat' rovno do počítača
 - vhodné umiestnenie ovládačov nastaviteľnosti a tlačítka na fotografovanie
- návrh krytovania jednotlivých dielov zabezpečujúci priamy prístup len ku kamere/fotoaparátu
 - zvoliť vhodné riešenie deliacich škár prístroja
 - prispôbiť zariadenie pre výber iba "fotoaparátu" bez zásahu do iných častí prístroja
- estetické previazanie prístroja:
 - rovnomerné rozloženie hmoty po celom objeme tela kamery
 - opierka bude robustnejšia

Čisté a elegantné prevedenie designu fundus kamery, ktoré bude rešpektovať umiestnenie do medicínskeho prostredia, jeho prvky budú tvarovo previazané s vhodne zvolenou farebnosťou a grafickým prevedením.

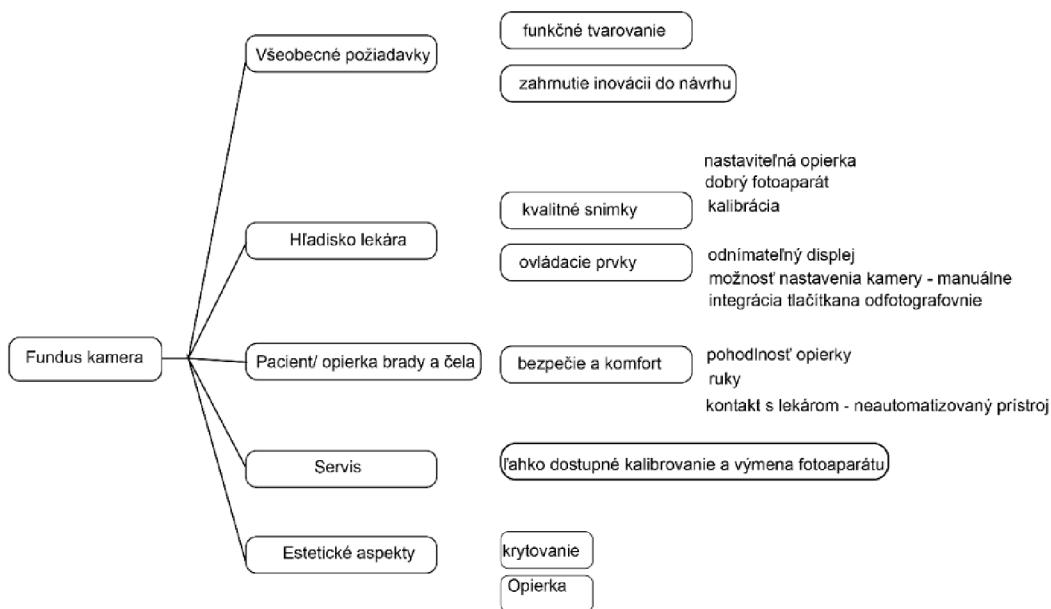
4 KONCEPČNÝ NÁVRH

4.1 Analýza cieľov a špecifikácia obmedzení

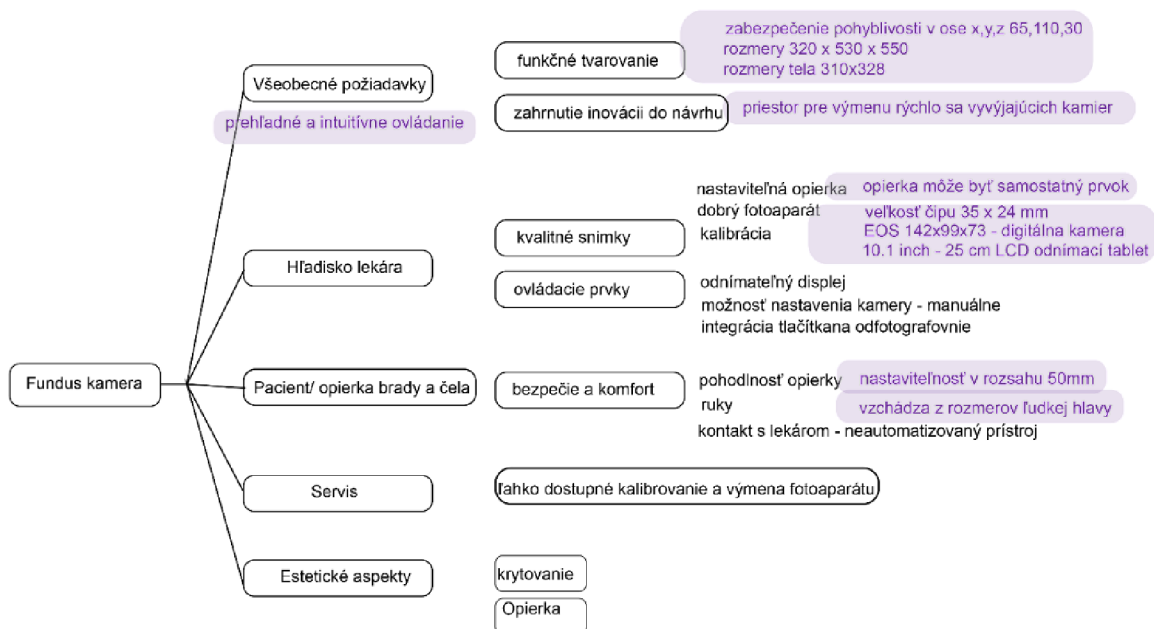
Výška opierky na bradu musí byť elektricky polohovateľná.
V rámci joysticku musí byť integrované tlačidlo na fotografovanie
Joystick na ovládanie platformy pohyblivosti musí byť kruhového tvaru do dlane .
Tvarovanie musí byť vyhovujúce tak pre pacienta ako aj pre lekára
Pracovný priestor pre lekára - optimálna pracovná vzdialenosť
Opierka brady a čela by nemala byť subtílna
Opierka brady a čela by nemusí byť nutne spojená s telom prístroja.
Opierka s telom kamery a platformou musí spolu tvarovo korešpondovať.
Tvarové riešenie by malo odzrkadľovať neinvazívnosť zákroku (znižovanie stresu pacienta, oko je citlivý orgán)
Jednotlivé časti by spolu mali vytvárať jeden celok
Pri návrhu musí byť zachovaná čistota a jednoduchosť tvarovanie kvôli zvýšenej požiadavke na hygienu.
Kamera musí obsahovať vhodne umiestnený monitor
Monitor by mal byť súčasťou tela kamery ale zároveň by sa mal dať ľahko vyberať
Monitor musí byť prepojený s kamerou
Umiestnenie monitoru a ovládacích prvkov musí vychádzať z pracovnej polohy lekára - sed.
Tvarovanie musí brať ohľad na lekára pacienta ale aj servisného technika.
Mala by poskytovať rozšírenie pre ruky pacienta.
Opierka musí byť vhodne tvarovaná a musí poskytovať stabilitu.
Krytovanie tela musí byť vyriešené s požiadavkou na ľahký prístup ku kamere/ fotoaparátu
Opierka brady musí byť elektricky nastaviteľná.
Musí byť zabezpečená pohyblivosť platformy
Telo musí okrem optiky obsahovať aj fotoaparát s bleskom
Kamera musí byť tvarovaná elegantne a čisto s ohľadom k umiestneniu do nemocničného prostredia.

tab. 4 - 1 zhrnutie cieľov

Bola vytvorená stromová hierarchia cieľov ku ktorej sa potom viažu nasledovné stromové štruktúry, podstatné boli obmedzenia ako ergonomické hodnoty, technické požiadavky, detaily k ovládaniu prístroja a popis funkcie opierky brady a čela. Stromová štruktúra vychádza z 5 hlavných atribútov ktoré sú ďalej rozvinuté a vytvárajú štruktúru, ktorá presnejšie a lepšie definuje produkt.



Obr. 4 - 1 stromová hierarchia cieľov

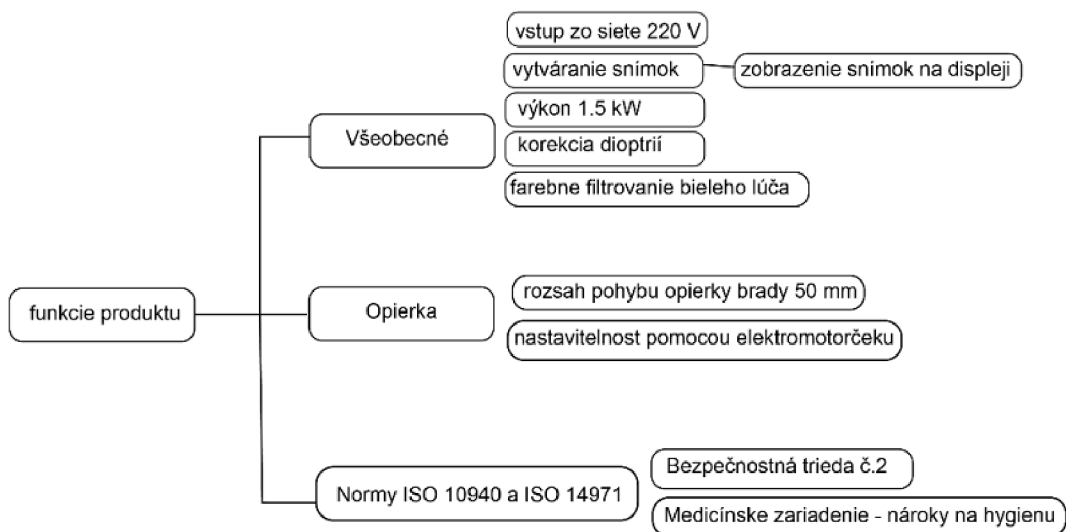


Obr. 4 - 2 stromová hierarchia cieľov doplnená o obmedzenia

4.2 Technická funkčná analýza

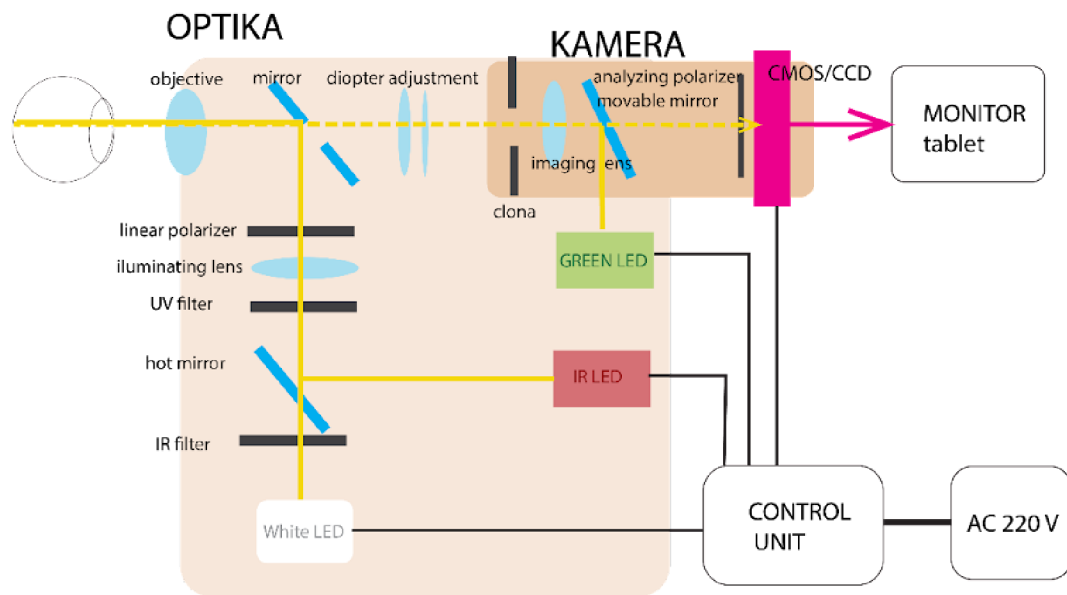
Táto kapitola obsahuje najmä schémy a venuje sa vnútornému usporiadaniu komponentov a lepšiemu zadefinovaniu produktu z technického hľadiska využitím techniky glass a black box.

Stromová štruktúra sa odvíja od 3 základných parametrov ktoré sa ďalej členia na špecifické a už konkrétne funkcie daného produktu.



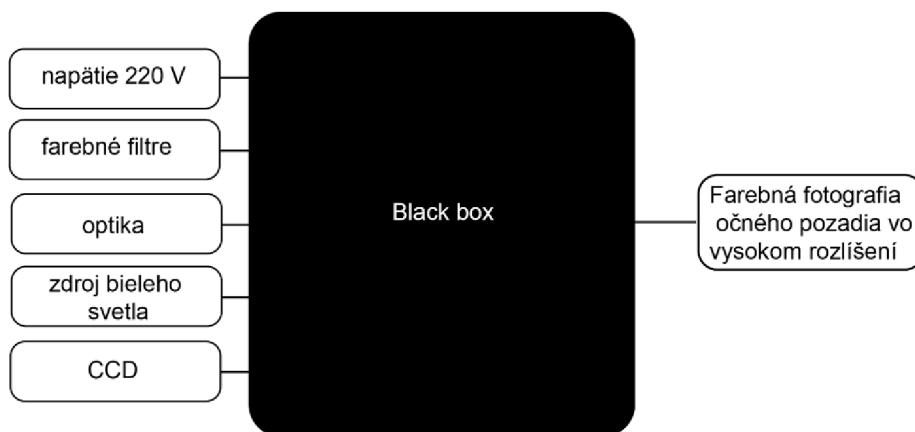
Obr. 4 - 3 stromová hierarchia funkcií [19]

Na lepšie zmapovanie a pochopenie princípu boli vytvorené grafy pomocou techniky black box, respektíve transparentná krabička - glass box sú zobrazené na funkčnej schéme vnútorných komponentov na nasledujúcich obrázkoch:



Obr. 4 - 4 vnútorná schéma – glass box [19]

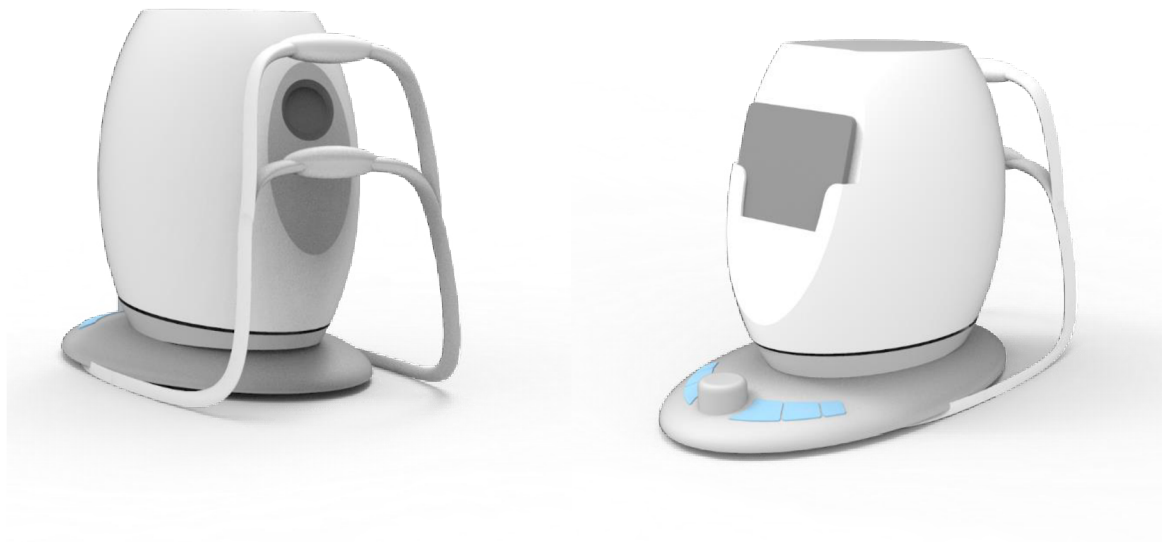
Black box v zjednodušenej fáze zobrazuje potrebné vstupy a požadované výstupy.



Obr. 4 - 5 vnútorná schéma – black box

4.3 Návrh alternatívnych riešení

4.3.1 Variant 1

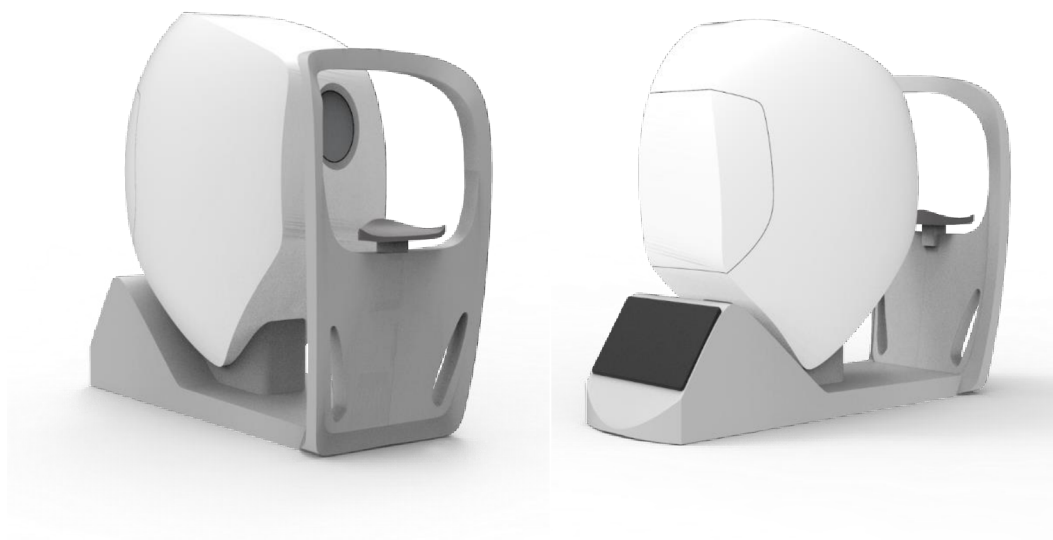


Obr. 4 - 6 variant 1

Tvarovanie: hlava varianty vychádza z elipsy s výrazne skosenými hranami. Platforma je zaoblená bez ostrých hrán. Opierka je tvarovaná do poloblúku s vypuklým polstrovaním tak, že kopíruje oblý tvar platformy. Umiestnenie obrazovky: obrazovka je riešená formou prenosného tabletu uloženého v krytovaní v hornej polovici. Opierky na ruky sú integrované v opierke. Počíta sa s tým, že zariadenie bude ovládané manuálne cez ovládače umiestnené na platforme. Opierka je tvarovaná do poloblúku s vypuklým polstrovaním tak, že kopíruje oblý tvar platformy, má tak zaistiť lepšiu stabilitu a lepšiu polohovateľnosť pacienta. Foto kamera ktorá sa zvykne kalibrovať sa nachádza vo vnútri prístroja a na jej kalibráciu je potrebné úplné rozobratie zariadenia. Pohyblivé mechanizmy sú zakrytované.

Prínosom tejto varianty je: kompaktné prívetivé tvarovanie, umiestnenie obrazovky vo forme tabletu a stabilne fixovaná opierka.

4.3.2 Variant 2

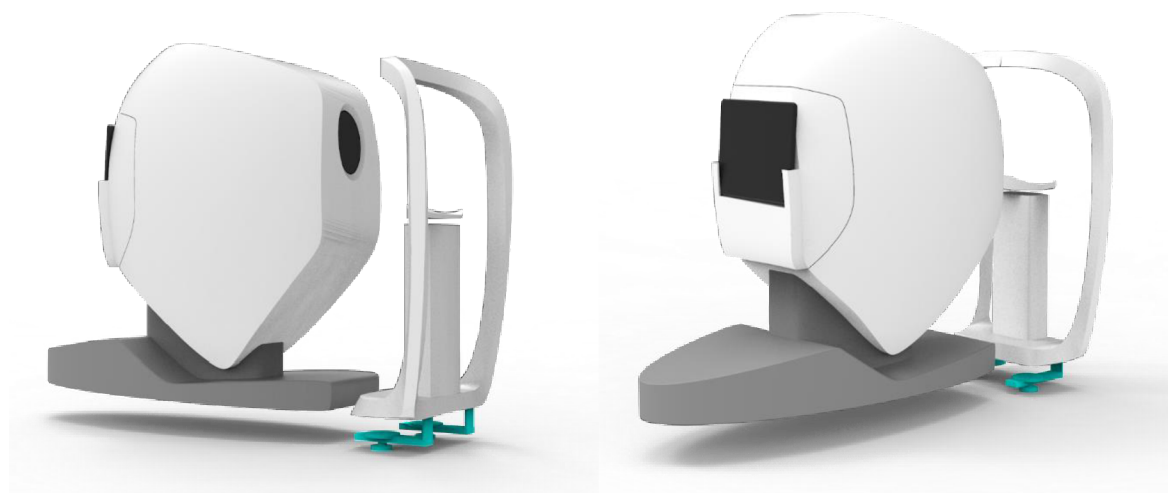


Obr. 4 - 7 variant 2

Obrazovka je umiestnená na naklonenej rovine vystupujúcej z platformy a do nej vstavaná. Masívny objem v zadnom priestore je úložisko pre riadiacu jednotku a závažie , aby sa kamera nepreklápala a bola stabilná. Opierka je v spodnej časti vyplnená materiálom kvôli stabilite a lepšiemu komfortu uloženia hlavy. Objem je odľahčený dvoma bočnými výkusmi, ktoré zároveň slúžia aj ako priestor na uloženie rúk pacienta. Ovládacie prvky sú prispôsobené. Krytovanie a deliace škáry sú rozmiestnené tak, aby poskytovali výhodný prístup k fotoaparátu.

Prínosom tejto varianty je: otvor pre jednoduché vybratie kamery, ergonomické umiestnenie obrazovky na naklonenej rovine, vyplnenie opierky materiálom pre lepšiu stabilitu a pohodlnejšie opretie rúk.

4.3.3 Variant 3



Obr. 4 - 8 variant 3

Tvarovanie hlavy kamery je podobné ako u varianty číslo 2. na otvore je umiestnený tablet takže pri prevádzke sa nedá otvoriť.

Platforma je v tomto prípade mierne znížená v zadnej časti je priestor pre joystick a ostatné ovládacie prvky. Obrazovka sa nachádza v hornej polovici. Dá sa vyberať - tablet, a jej umiestnenie vychádza z pracovnej pozície lekára. Opierka nie je mohutná. Výrazným prvkom je polohovateľná opierka na bradu. Opierka brady a čela nie je spojená so zvyškom zariadenia. K stolu je pripevnená pomocou sťahovacích skrutiek s podložkami. Zariadenie je navrhnuté s predpokladom plného manuálneho ovládania.

Prínos: opierka varianty č.3 nie je spojená s telom kamery. Opierka ako samostatný objekt zamedzuje v prípadnom vyosení tela kamery pri nechcenom pohybe od pacienta, zabezpečuje slobodnejšie uloženie pacienta a v priestore na lekárovom stole.

4.4 Analýza alternatívnych riešení a výber najlepšieho

Základný prínos každej varianty je zhrnutý v kapitole 4.3. pri každej z variantných návrhov. Pre sumarizáciu a porovnanie bola vytvorená prehľadnejšia tabuľka s bodovým ohodnotením najlepšej varianty. Hodnotilo sa 3 stupňami 1- úplne splňa, 0,5 – má obmedzenie, 0 - nespĺňa

Variant	1	2	3
Celkový tvar súlad s medicínskym prostredím, nároky na hygienu.	1	0,5	0

Tvarovanie odzrkadľuje požiadavky na prístroj od lekára pacienta a servisu.	0,5	1	1
Opierka brady a čela nie je subtílna.	0	1	1
Opierka obsahuje prvky na polozenie rúk.	1	1	1
Tvarové previazanie prístroja s opierkou.	1	0,5	0,5
Zaistenie pohodlnosti z pozície sedu.	1	1	1
Monitor je umiestnený na vhodnom mieste a reflektuje pripomienky lekára	1	0	1
Prístup ku fotoaparátu, vymeniteľnosť krytovanie zabezpečenie súladu.	0	1	1
Tvarovanie s ohľadom na pacienta a jeho stresujúci pocit z vyšetrenia	1	1	1
Stabilita opierky	0,5	0,5	1
Pomer veľkosti platformy ku kamere (šírka) stabilita	1	1	1
Odvetrávanie priestoru	0,5	1	1
Možnosť integrácie opierky pre novorodenca	0	0,5	1
	8,5	10	11,5

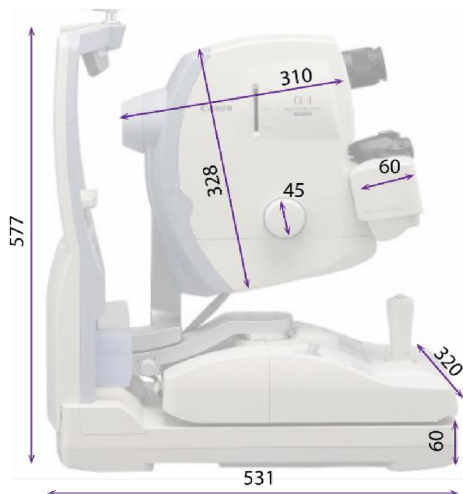
tab. 4 - 2 bodové hodnotenie variat

Z bodového hodnotenia vyššie určených parametrov vychádzajú veľmi dobre varianty 2 a 3 preto budú ďalej rozpracované do finálneho návrhu. Všetky varianty vychádzali zo základného rozmerového riešenia.

5 PREDBEŽNÝ NÁVRH

5.1 Určení tvarov, rozmerov a materiálov

Pred určením finálneho tvarového riešenia boli nadefinované návrhy z ktorých sa stanovili základné rozmery a ktoré sa už nemenili.



obr.5-1 znázornenie východiskových rozmerov

5.1.1 Vývoj finálneho tvarového riešenia

Finálny návrh vznikol prepojením varianty číslo dva a tri. Jednotlivé prvky boli spolu prepojené tak, aby bolo upustené od oddeliteľnej časti opierky. Všetky varianty vychádzali zo základného rozmerového riešenia.

5.1.2 Použité materiály

Návrh a výsledný design sa bude zaoberať predovšetkým krytovaním. Pre krytovanie celého zariadenia sa plánuje použitie plastových výliskov z ABS plastu, ktorý je najrozšírenejším termoplastom používaný pre medicínske zariadenia, hlavne z dôvodov medicínskej nezávadnosti a mechanickej a chemickej odolnosti. Krytovanie je vyrábané vstrekaním termoplastu do foriem a povrch následne upravený hladkým finišom aby sa docielilo jemnosti kvôli hygiene. Krytovanie, povrchová úprava, zvolenie zázemia a použitie materiálov tiež musí rešpektovať normu ISO 10940 a ISO 14970. Opierka brady a čela bude vyrobená z hliníku Reduxa. Tento profil sa bude vyrábať lisovaním. Materiál bol vybraný hliník vďaka lepšej pevnostnej odolnosti ako plasty. Tento materiál bude povrchovo

upravený a potiahnutý tenkou vrstvičkou termoplastu kvôli bezprostrednému kontaktu s ľudskou kožou, miesta budú polstrované. Celé zariadenie obsahuje aj oceľovú konštrukciu na ktorej sú prichytené vnútorné komponenty. Polstrovanie na opierke brady a čela bude vyrobené z polyuretánovej peny s uzavretými pórmami.

5.2 Odhad výrobných nákladov

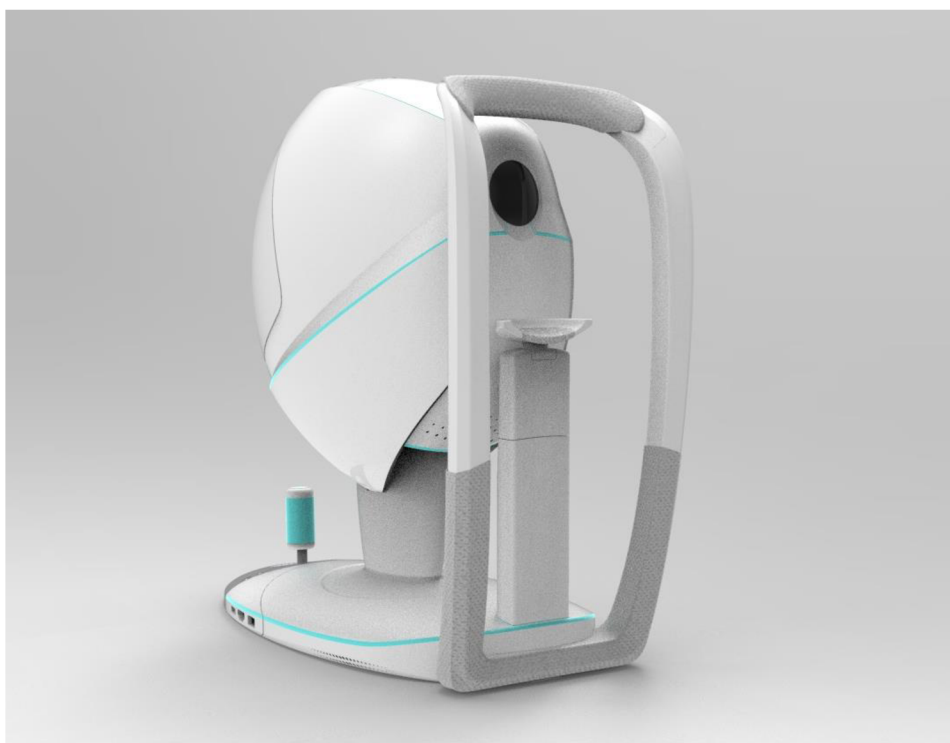
Cenové relácie pri tomto druhu medicínskeho prístroja sa pohybujú od 5000 eur (jednoduchšie zariadenia a menšou presnosťou) po 20 000cové multifunkčné kamery. Najviac finančne náročnou zložkou sú optické systémy, integrovaná kamera, riadiaca jednotka a elektronika. Každá firma si toto vnútorné usporiadanie komponentov šošoviek a optického systému uspôsobuje sama. Náročnosť na kvalitu a presnosť týchto komponentov majú najväčší podiel na cene produktu. Jedinou položkou, u ktorej môžeme znižovať cenu je návrh krytovania. Z výrobného hľadiska je produkt navrhnutý s predpokladom sériovej výroby.

Keďže zariadenie má pomerne dlhú životnosť (15-20 rokov) jedným z aspektov finálneho návrhu bolo aj zlepšenie prístupu k fotoaparátu, tým pádom menej náročná kalibrácia a nutnosť rozobratia celého prístroja čo môže viesť k zmenšeniu nákladov na údržbu prístroja.

6 DETAILNÝ NÁVRH

6.1 Tvarové riešenie

Finálne tvarové riešenie sa odvíjalo od požadovaných výstupov a cieľov diplomovej práce a v priebehu tvorby prechádzalo neustálymi zmenami tvarovania. Hlavnými prínosnými aspektami v tvarovaní je odľahčená stredná časť, výrazné zaoblenia v časti bezprostredného styku s prístrojom, inovatívna opierka brady a čela, tvarovanie krytovania a návrh deliacich škár s ohľadom na technickú obsluhu a v neposlednom rade aj úchytky na tablet zladené do celkového tvarovania.



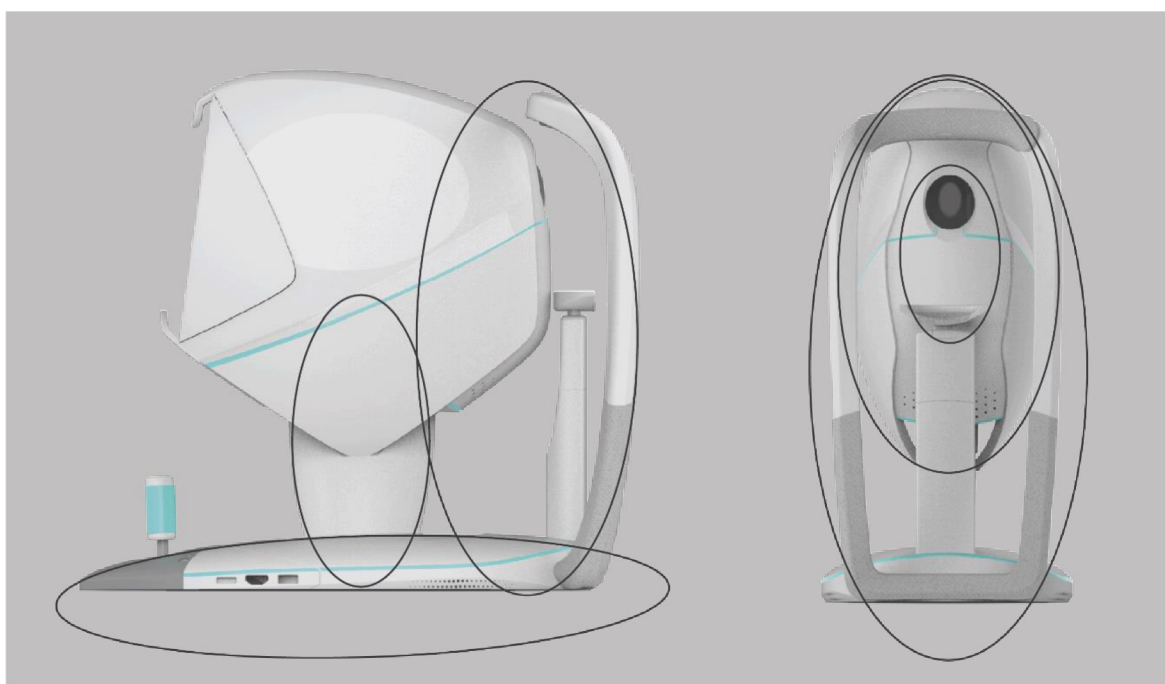
Obr. 6-1 finálne tvarové riešenie – perspektíva

6.1.1 Celkový tvar, kompozícia a princíp tvarovania

Základom pre návrh zariadenia bolo konštrukčné riešenie vnútornej optiky a požiadavky na ergonómiu. Na ergonómiu sa pri finálnom riešení obzvlášť prihliadalo, keďže sa jedná o medicínsky prístroj na vyšetrenie zraku.

Základným kompozičným prvkom je elipsa. Elipsa má plynulé naviazanie všetkých plôch pôsobí mäkkým a neagresívnym dojmom. Tieto vlastnosti boli jedny z najdôležitejších aspektov pri stavbe modelu. Celé zariadenie sa skladá z troch tvarovo odlišných prvkov,

ktoré bolo treba vizuálne medzi sebou previazať, aby sa docielila jednotnosť a model nepôsobil rozbito a nesúrodo. [35]



Obr. 6-2 kompozičné východisko

6.1.2 Tvarovanie meracej hlavy

Meracia hlava je najobjemnejšou časťou fundus kamery. Sú tu uložené optické sústavy a fotoaparát. Pri hľadaní tvaru a rozmerov bola snaha vytvoriť objem, ktorý nebude pôsobiť robustne. Základom bolo hmotu odľahčiť a navrhnuť tak tvarovanie, ktoré bude pôsobiť príjemným dojmom na pacienta. Spredu (pacientov pohľad) má kamera oblé hrany, môžeme spoznať tvar vychádzajúci z elipsy. Celkové tvarovanie môže pripomínať škrupinku v ktorej je uložené kamerové zariadenie. Toto uloženie vyvoláva pocit bezpečia. Z predného pohľadu bolo nutné myslieť na otvor pre objektív. Ten je kruhového charakteru, dotvára tak charakter zariadenia. Zospodu je jemné dierkovanie kvôli vetraniu vnútorného priestoru. Je umiestnené v dolnej časti. Nenarúša tak plynulosť plôch na viditeľnom mieste a zároveň neprepúšťa príliš veľa svetla do vnútra. Hlava je pripevnená na nosnej pohyblivej nohe. Táto časť bola výrazne odľahčená v porovnaní s konkurenčnými produktami.



Obr. 6 - 3 pohľad spredu

Tvarovanie z bokorysu najviac odráža vnútorné usporiadanie, ktoré ho definuje. Krivky boli natvarované podľa uloženia optiky a dôrazom na uloženie fotoaparátu, ktorý treba často kalibrovať. Pomerne veľká plocha bočného krytovania je rozrušená dynamickou funkčnou škárou a výrazným prelisom prebiehajúcim naprieč celou plochou.



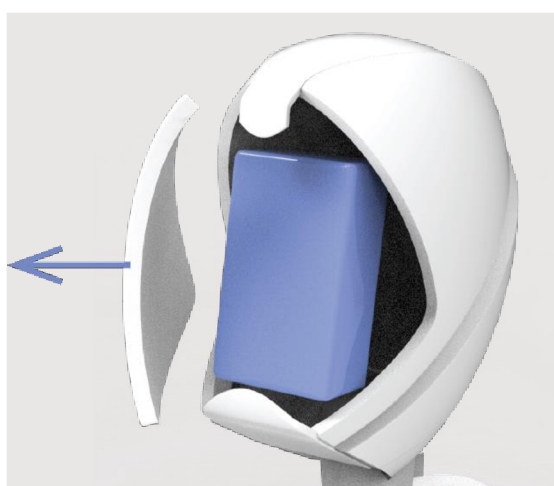
Obr. 6 - 4 perspektívny pohľad - prelis

V zadnej časti vybiehajú plochy smerom von. Vytvorili sa tak úchytky na prenosný tablet alebo obrazovku. Limitujúce v tomto prípade je umiestnenie a veľkosť tabletu. Zadná plocha má sklon 5°. Naklonenie vyplýva z pracovnej pozície lekára a umiestneniu tabletu.



Obr. 6 - 5 pohľad zozadu

Dynamické funkčné škáry sú umiestnené v zadnej časti presne na mieste kde sa nachádza fotoaparát. Boli tu zvolené kvôli častému servisovaniu a kalibrácii súčastky fotoaparátu. Dá sa k súčasti takto dostať bez toho, aby bolo rozobraté celé zariadenie, čo neprospieva šošovkám a vnútornej optike.



Obr. 6 - 6 prístup k fotoaparátu

6.1.3 Tvarovanie opierky brady a čela

Najviac namáhanou a najdôležitejšou súčasťou fundus kamier je opierka brady a čela, ktorá stabilizuje pacientovu hlavu. Stabilná hlava pri vyšetrení je základom kvalitných fotografií. Fotografie potom budú ostré a nebudú zašumené, čo je pre lekára obrovský prínos a nemusí vyšetrenie prebiehať zdlhavo alebo opakovane. Časti, o ktoré sa pacient opiera sú vystlané mäkkou výstužou a polstrovaním.



Obr. 6 - 7 opierka predný pohľad

Opierka brady je mechanicky nastaviteľná, umožňuje sa tak prispôbiť rôznym veľkostiam pacientovej hlavy.



Obr. 6 - 8 detail opierky

Diplomová práca sa zaoberala hlavne zlepšením stability pacienta a rozšírenie vekovej kategórie vyšetovaných pacientov a to hlavne novorodencov, ktorý potrebujú vyšetrenie na novorodeneckú retinopatiu. Do opierky na bradu je integrovateľná menšia opierka na celú hlavu. Keďže novorodenecké veľkosti hlavy sa neodlišujú v takom rozsahu ako u dospelých nie je treba nastaviteľnosť.



Obr. 5 - 9 umiestnenie opierky pre novorodenca

6.1.4 Tvarovanie základne

Celé telo a tvarovanie základne vychádza z elipsy. Pri Tvarovaní išlo o dosiahnutie čo najlepšie komfortu opretia rúk lekára a o oblý tvar bez ostrých hrán. V oblasti s ovládačom je navrhnuté polstrovanie pre opretie rúk lekára. Na bočnom prelise sú jemné vetracie otvory. A na bočnej hrane sú tiež otvory pre konektory. Rozmery základni sú navrhnuté s ohľadom na ťažisko a stabilitu celého prístroja.

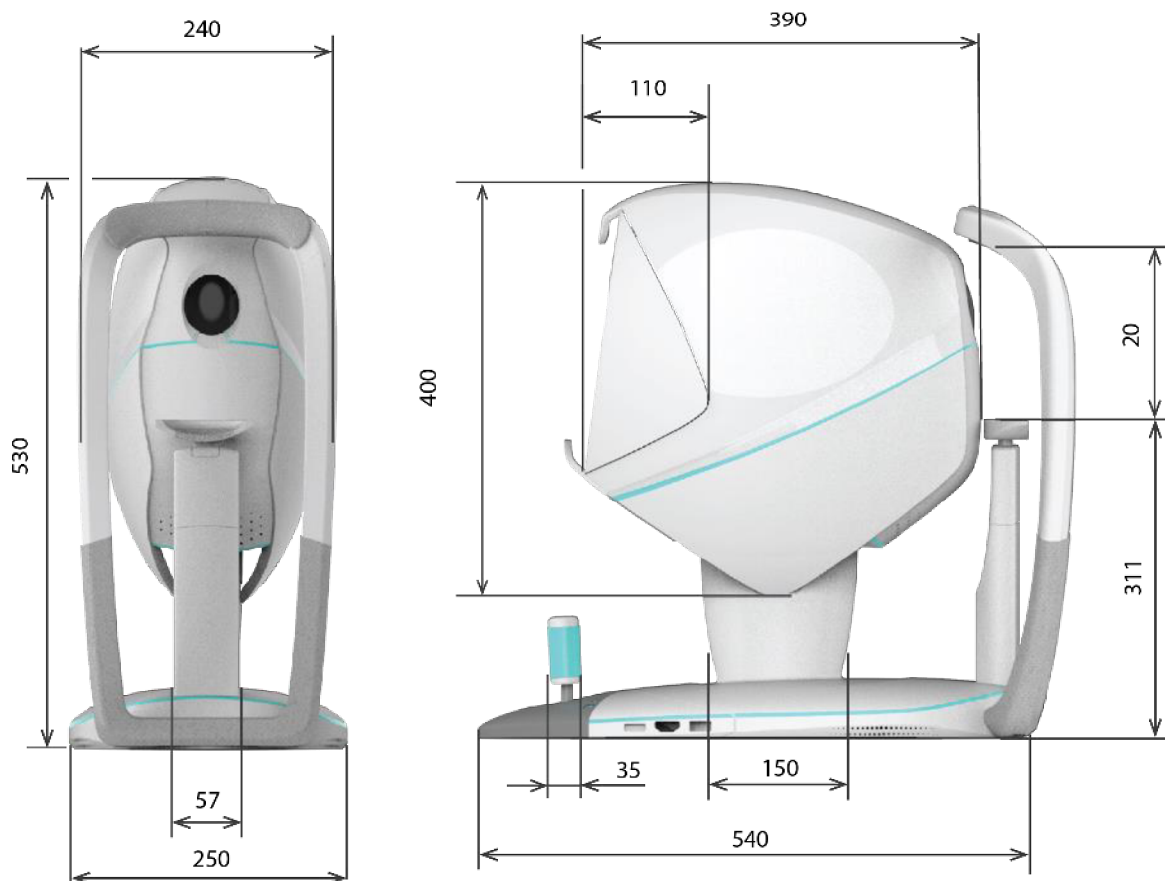


Obr. 6 - 10 základňa s opierkou

6.2 Konštrukčne technologické riešenie

6.2.1 Rozmerové riešenie

Rozmery prístroja vyplývajú z vnútornej optickej sústavy filtrov šošoviek. Toto usporiadanie si každá firma s menšími obmenami navrhuje sama, preto sú jednotlivé produkty tak výrazne tvarovo odlišné. Podkladom pre návrh rozmerového riešenia pre túto prácu bola vnútorná sústava fundus kamery od firmy Canon. Rozmery ďalej vyplývali z antropometrie človeka (viac popísané v kapitole 6.3) a porovnaním existujúcich produktov. Ďalším obmedzujúcim faktorom bola veľkosť fotoaparátu. Firma Canon používa svoju špeciálnu radu digitálnych fotoaparátov EOS s rozmermi Základné rozmery prístroja sú: (dĺžka x výška x šírka) 540 x 530 x 250 mm. [25]



Oobr. 6 - 11 základné rozmerové riešenie

Materiál pre krytovanie bol zvolený zdravotne nezávadný ABS plast. Je štrukturálne a degračne odolný, tvarovo stály a cenovo veľmi dobre dostupný. Vhodná technológia na spracovanie a vyrobenie požadovaných výliskov je vstrekovanie do formy alebo lisovanie z polotovaru dosky, tyče. Vstrekovanie umožňuje ekonomicky produkovať kvalitné, dostatočne presné výrobky. Výlisky môžu byť používané pri teplotách od -50°C do cca $+70^{\circ}\text{C}$ a môžu byť dodatočne kontaktne lepené, zvárané ultrazvukom a mechanicky pripevňované. [43]

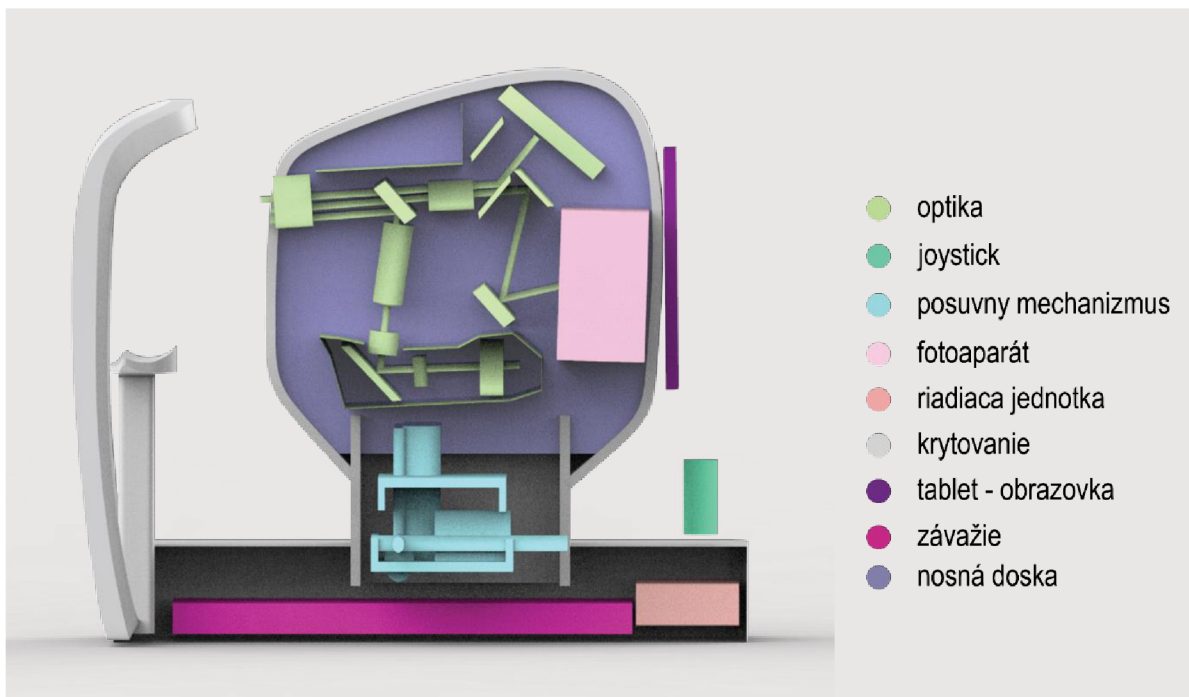
Najnamáhanejšia súčasť – opierka hlavy a brady sa bude vyrábať lisovaním hliníkového profilu konkrétne z hliníkového materiálu Reduxa, kvôli lepšej odolnosti a lepším pevnostným vlastnostiam ako plast. Profil bude povrchovo upravený a potiahnutý vrstvičkou plastu kvôli bezprostrednému kontaktu s ľudskou kožou. [29]



Obr. 6 - 12 časti krytu

6.2.2 Rozmiestnenie vnútorných komponentov

Vnútorné komponenty sú rozdelené do troch celkov. Tieto celky zabezpečujú funkčnosť fundus kamery. Je to optický celok, elektrotechnická a mechanická časť. Optický systém sa skladá z objektívu, sústavy šošoviek a zrkadiel. Aby sa správne mohlo zosnímať oko ľavé aj pravé musí sa hlava hýbať a to zabezpečujú posúvacie mechanizmy. V spodnej časti je riadiaca jednotka a závažie, preto majú zariadenia rôznu váhu a sú ťažké. Je dôležité zabezpečiť dobrú stabilitu prístroja.

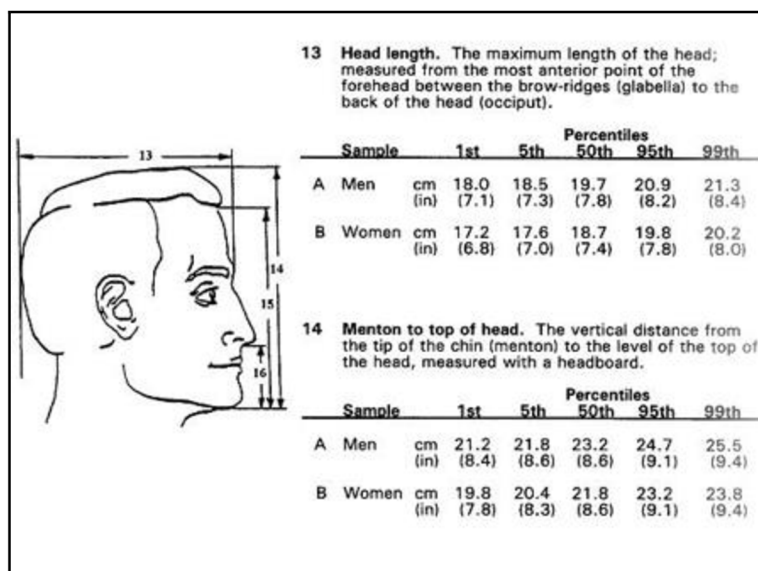


Obr. 6 - 13 vnútorná schéma

6.3 Ergonomické riešenie, bezpečnosť a hygiena

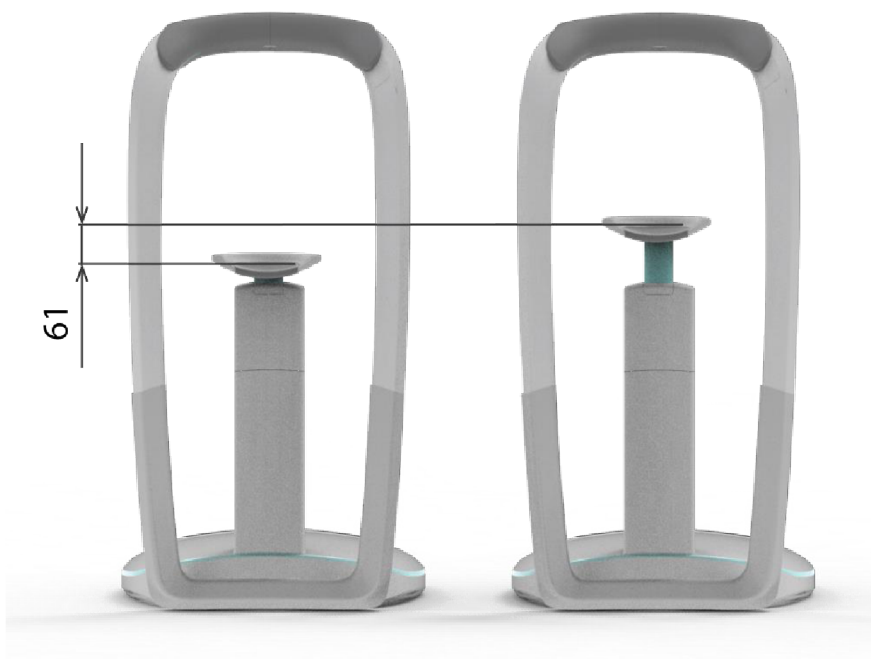
6.3.1 Ergonómia opierky

Ergonómie opierky sa týkali najhlavnejšie ciele tejto diplomovej práce. Fundus kamery sú zariadenia, ktoré sú veľmi dobre ergonomicky vyriešené. Opierka zabezpečuje stabilitu hlavy pacienta. Z dotazníkového šetrenia vyplynulo, že 60 % opýtaných sa opierka zdala málo robustná alebo, že by sa cítili pohodlnejšie a stabilnejšie pri prichytení sa. V rámci riešenia tohoto problému bola navrhnutá robustnejšia opierka s priemerom 30 mm. Profil je tvarovaný podľa zakrivenia ľudskej dlane pri úchope. Opierka je na základňu pripevnená na dvoch nohách. Je to z dôvodu zlepšenia stability keď je pripevnená na dvoch bodoch. Toto riešenie tiež ponúka uloženie rúk pacienta a lepšie si zastabilizovať svoju hlavu. Pri tomto riešení, ale treba počítať s väčšou hmotnosťou zariadenia, aby nehrozilo prevrhnutie. Zvýšenie hmotnosti nie je problémom keďže sa zariadenia sa nachádzajú na jednom mieste počas celej svojej životnosti. [34]

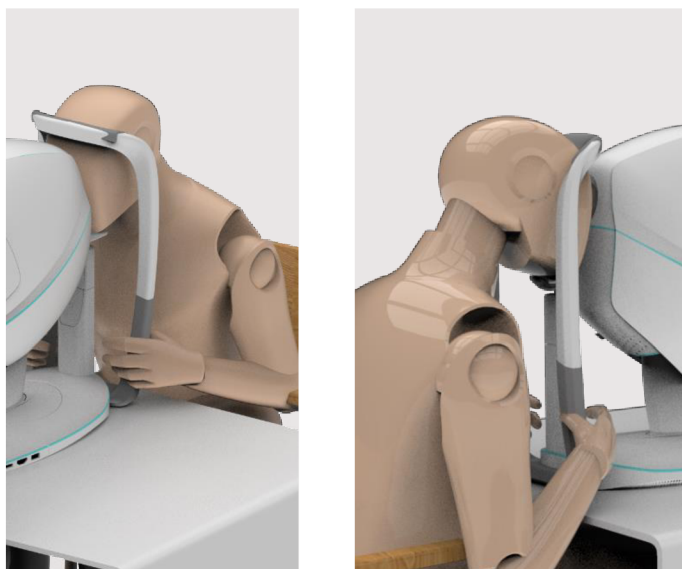


Obr. 6 - 14 parametre ľudskej hlavy [40]

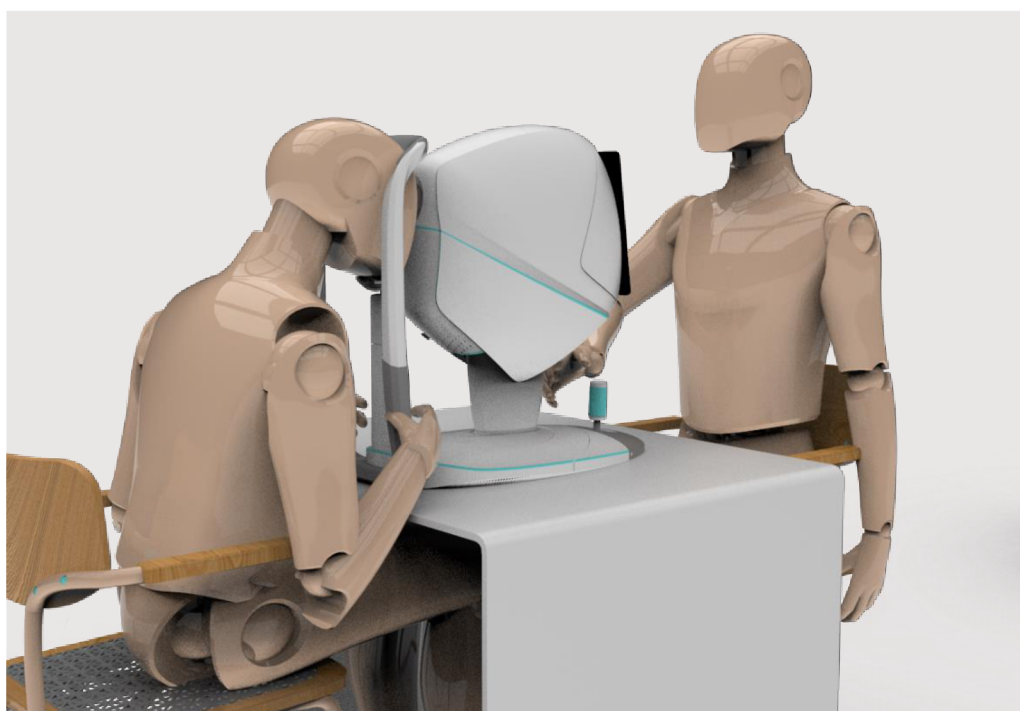
Najväčší rozmer medzi čelom a bradou je 216 mm najmenší je 155 mm. Tento rozdiel musí pokryť pohyblivá opierka brady. Jej rozsah pohybu je teda 61mm. [40][34]



Obr. 6 - 15 posúvna opierka brady [40] [34]



Obr. 6-16 uloženie pacientovej hlavy s pridržaním

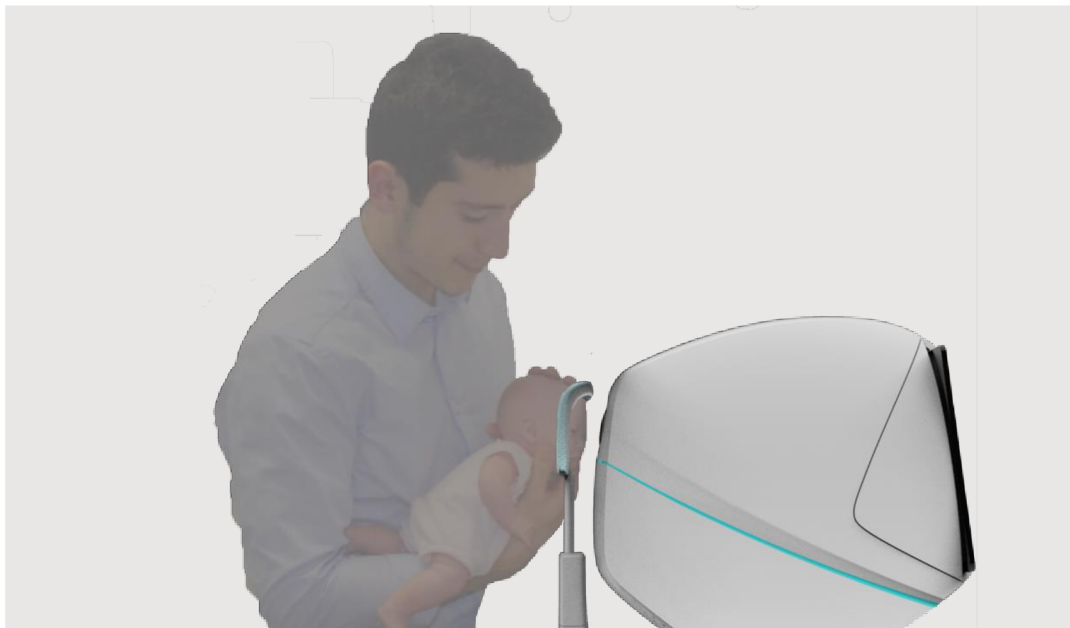


Obr.6 - 17 ergonómia opierky

Ďalším problémom, ktorý opierka rieši je snímanie novorodencov. Opierka brady je vymeniteľná a dá sa dnu vložiť opierka navrhnutá presne pre hlavu novorodenca. Lekár musí držať hlavičku dieťaťa aj jeho celé telo. Mechanizmus výmeny opierky je popísaný v kapitole 6.1.3. [32]

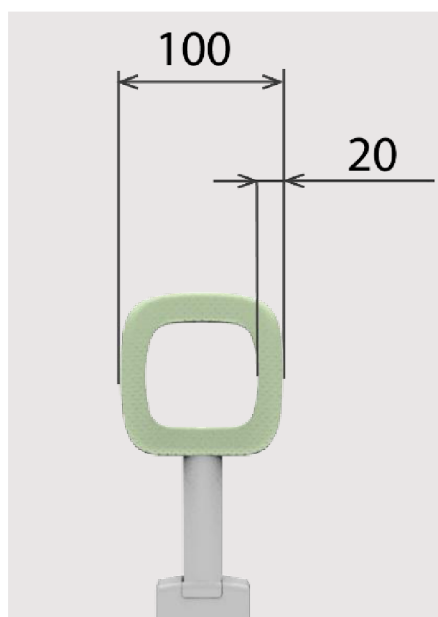


Obr. 6-18 snímanie novorodencov [32]



Obr. 6-18 snímanie novorodencov

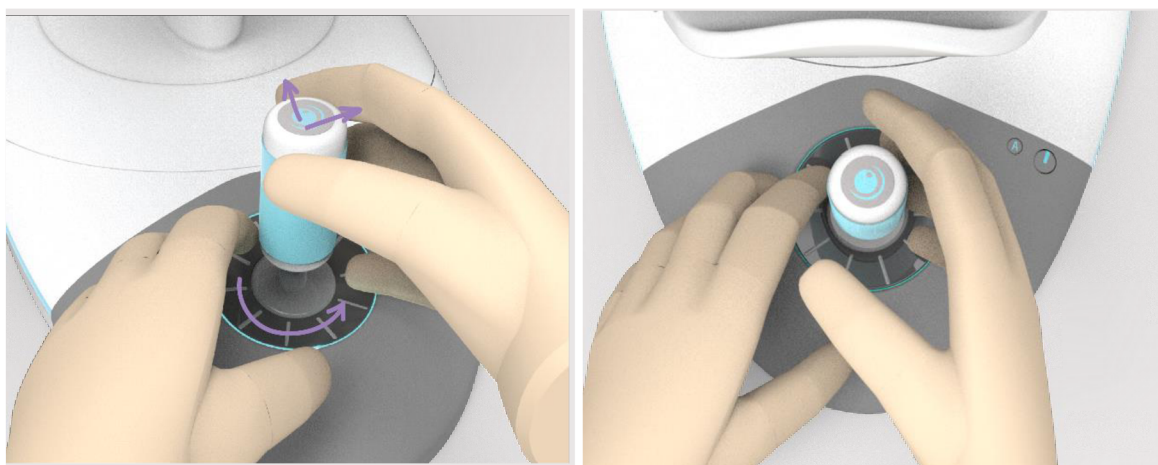
Opierka je po celej ploche polstrovaná a nemá žiadne ostré hrany.



Obr. 6-19 rozmery opierky [36]

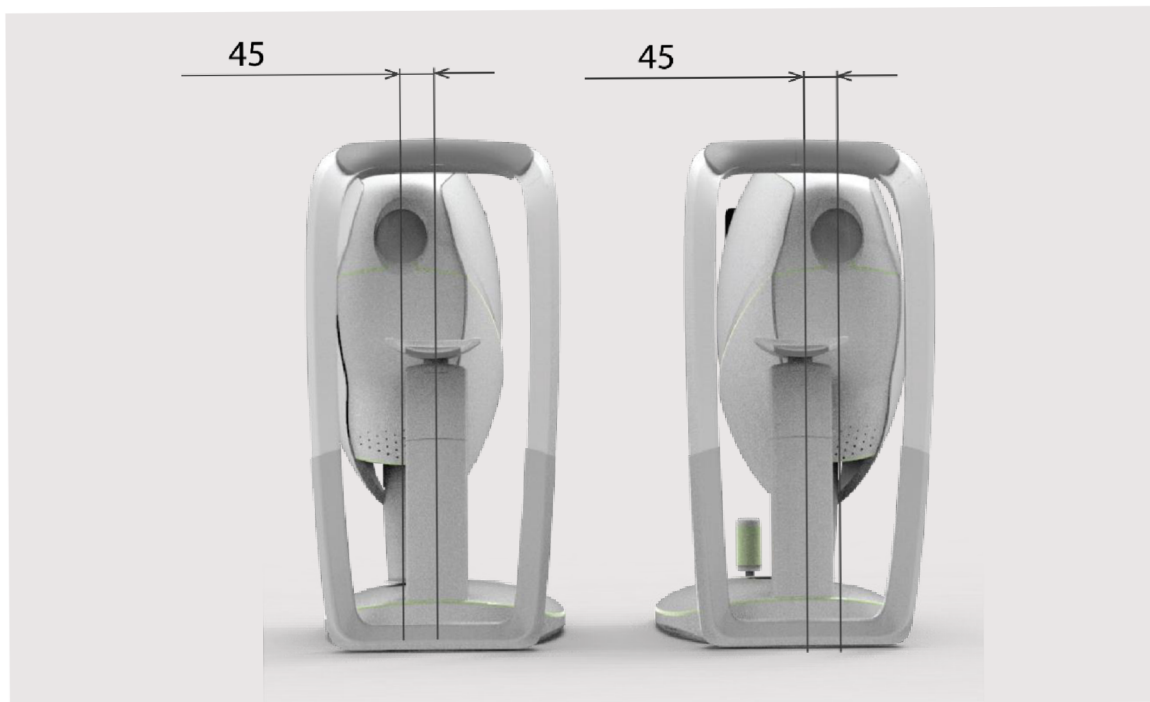
6.3.2 Ergonómia ovládania

Fundus kamery sú zariadenia, ktoré sa v posledných rokoch začali čoraz viac automatizovať. Z prieskumu však vyplýva, že nie je dobré v rámci interakcie s človekom úplne automatizovať proces vyšetrenia. Namiesto integrovanej obrazovky bol použitý 10 palcový tablet rozmermi. Hlavným ovládacím prvkom, ktorá uvádza manuálne do pohybu hlavu kamery je joystick s priemerom 15mm. [34]

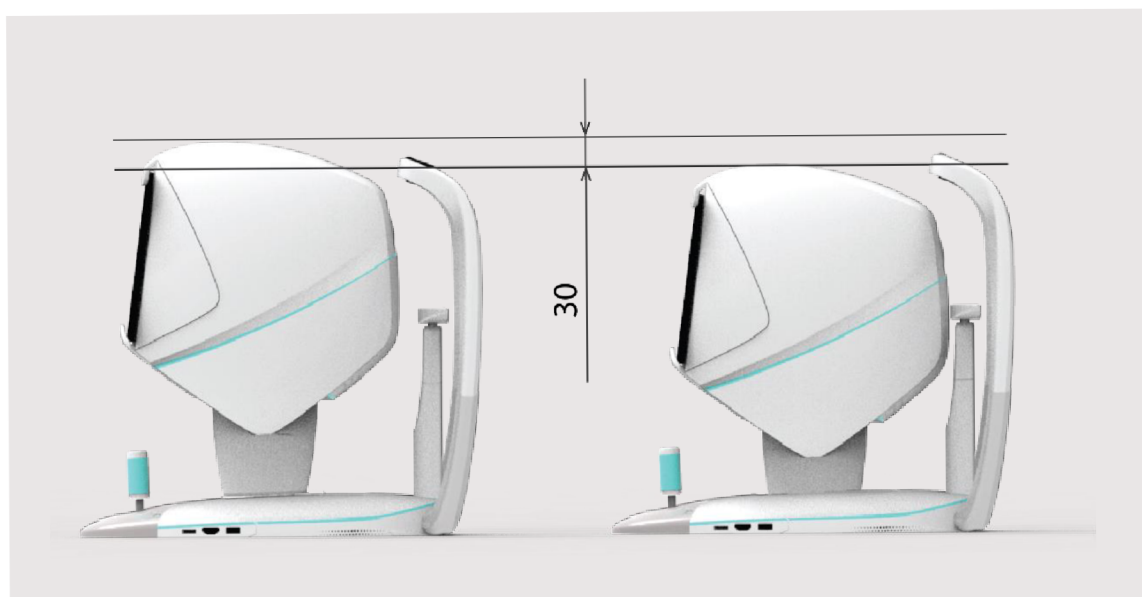


Obr. 6 - 20 joystick

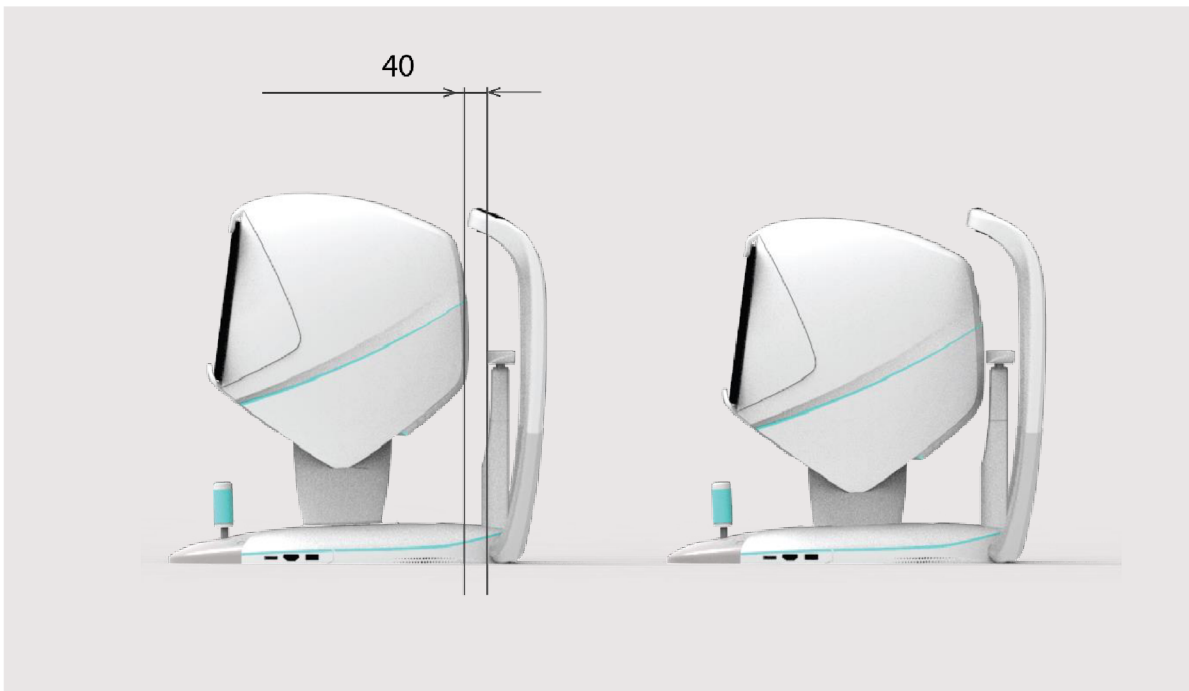
Joystickom lekár pohybuje meracou hlavou v osiach x, y, z. Rozsah pohyblivosti vychádza z konštrukcie optiky a väčšinou je rozsah v osi x (vľavo/vpravo) 90 mm, v osi y (dopredu dozadu) 30 mm a v osi z (hore/dole) 40 mm. [40] [34]



Obr. 6 – 21 rozsah pohybu v osi x

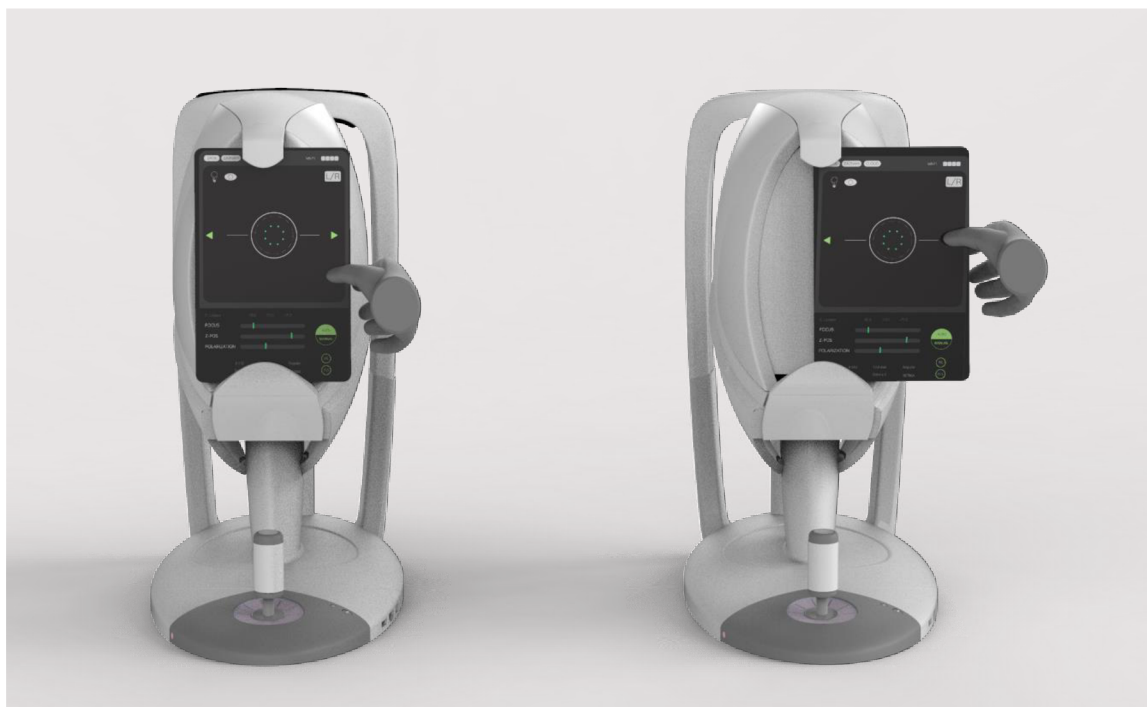


Obr. 6 – 22 rozsah pohybu v osi z



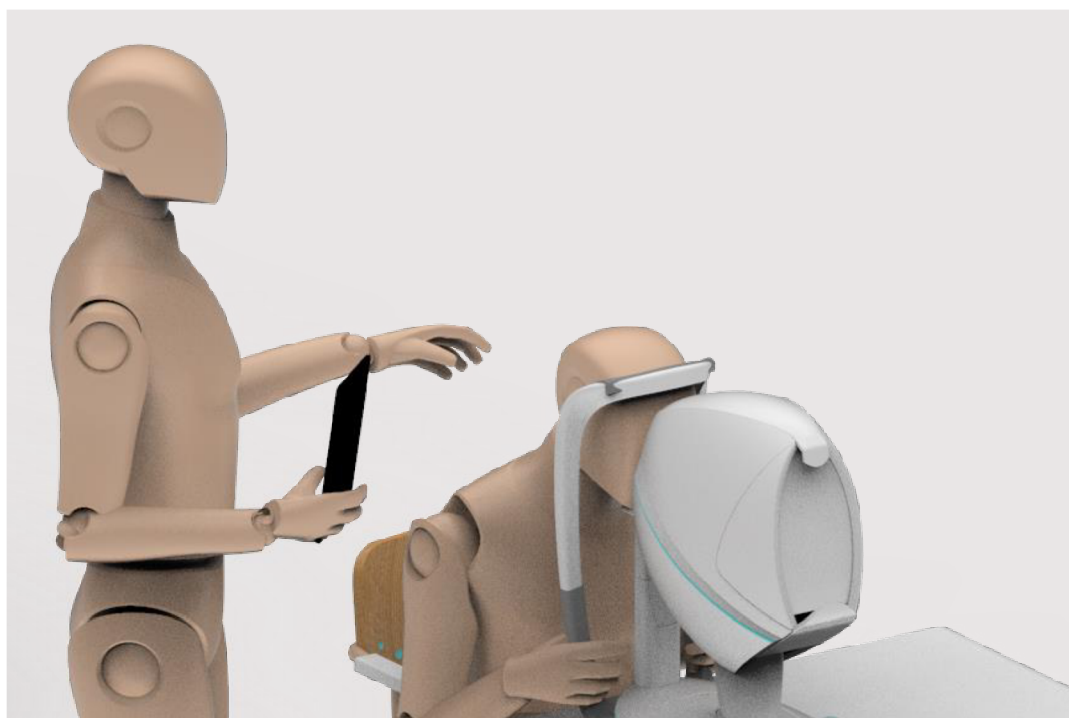
Obr. 6 – 23 rozsah pohybu v osi y

Obrazovka sa vo väčšine prípadov nachádza v zadnej časti. V tomto prípade je integrovaná obrazovka nahradená bežne dostupným tabletom, ktorý sa dá zastrčiť za úchytky v zadnej časti kamery.



Obr. 6 – 24 manipulácia s obrazovkou

Veľkým prínosom oddeliteľnej obrazovky je jej prenositeľnosť. Lekár tak môže zmeniť svoju pracovnú pozíciu, aby upravil pacienta a snímok bol tak kvalitnejší. [37]



Obr. 6 – 25 pracovná pozícia lekára

6.4 Farebné a grafické riešenie

6.4.1 Farebné riešenie

Medicínske prístroje tak ako v tvarovaní tak aj v riešení vizuálnych prvkov, značiek a grafiky by si mali zachovať profesionálny čistý charakter. Je vhodné použitie bielej farby, ktorá evokuje čistotu, slabo šedej doplnenej o kontrastné poastelové alebo výraznejšie farby v menšej miere jako modrá, zelená, žltá alebo fialová. Grafické prvky musia byť zreteľne čitateľné a nesmú vizuálne rušiť ekára při práci. Boli vybraté 3 farebné riešenia. Zvolené boli 2 výrazné farby vytvárajúce zaujímavý detail a jedna neutrálne šedá. [35]



Obr.6 - 26 RGB kód použitých farieb



Obr. 6 - 27 neutálna farebná varianta



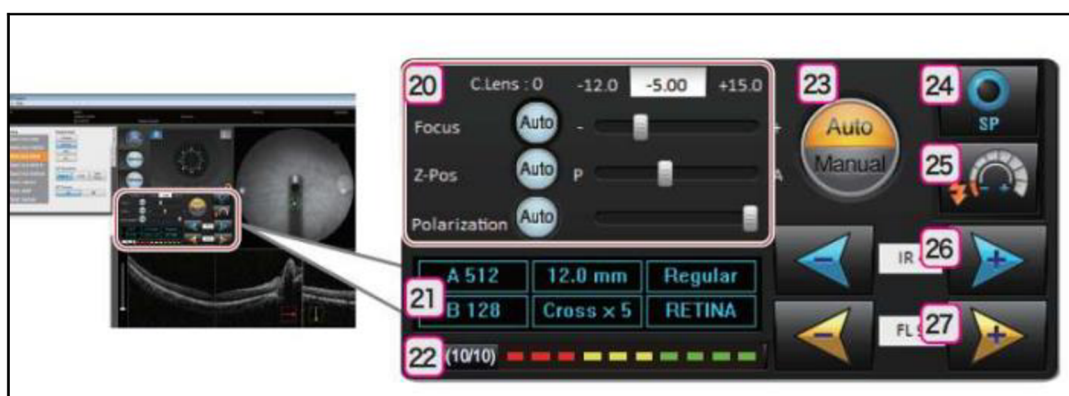
Obr. 6 - 28 zelené prevedenie



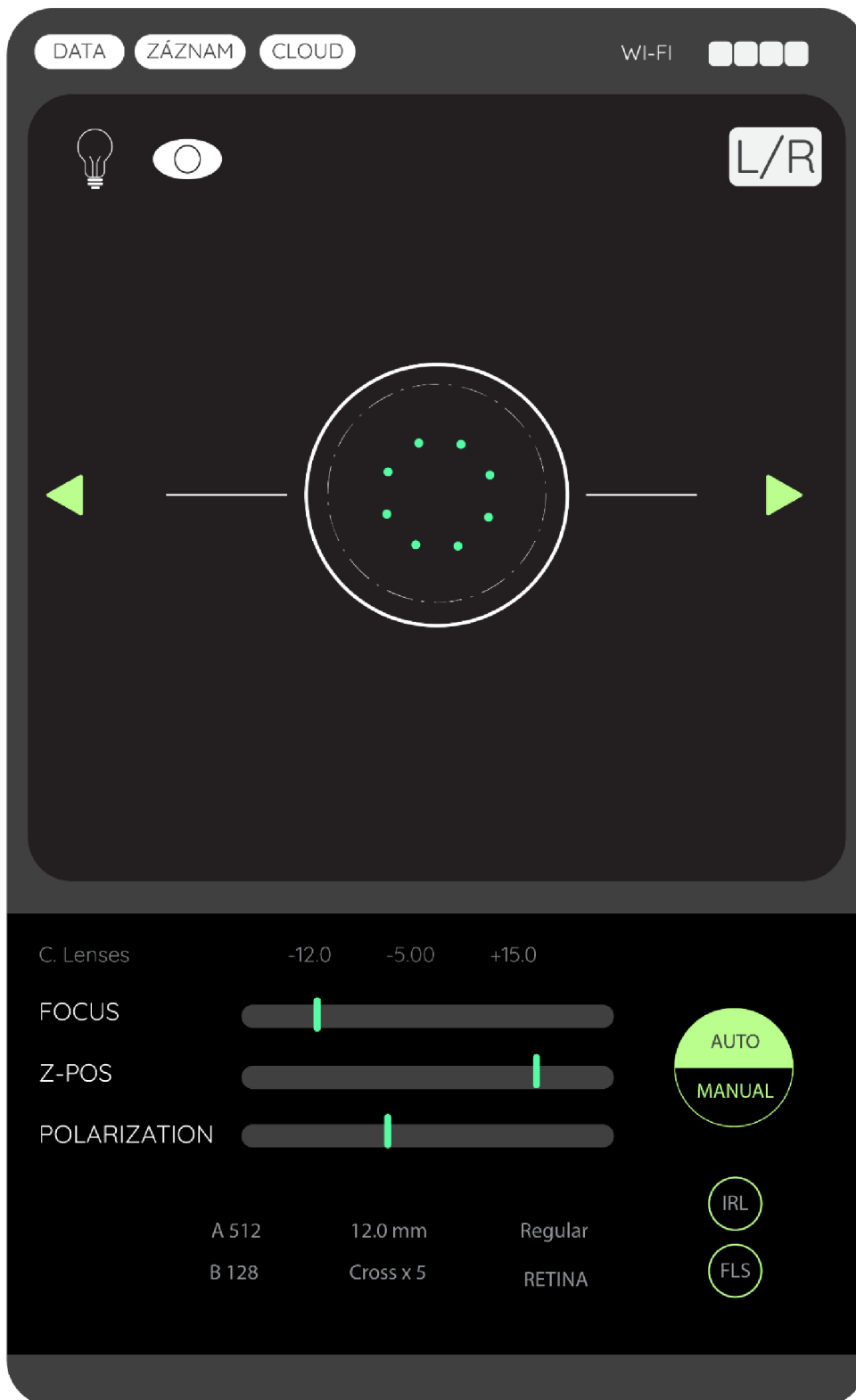
Obr. 6 - 29 modré prevedenie

6.4.2 Grafické riešenie softvéru

Súčasťou cieľov práce bolo aj navrhnuť grafické prostredie pre tablet. Boli použité neutrálne farby. Ikony sú logicky poukladané podľa potrieb vyšetrenia. Návrh ráta s poloautomatizovaným prístrojom a pripojením ku cloudu pomocou wi-fi pripojenia. Návrh potrebných ovládačov a typy použitých čiar vychádzajú z normy. Najväčšiu časť zaberá priestor na snímku.



Obr. 6 – 30 softvérové rozhranie ovládania [33]



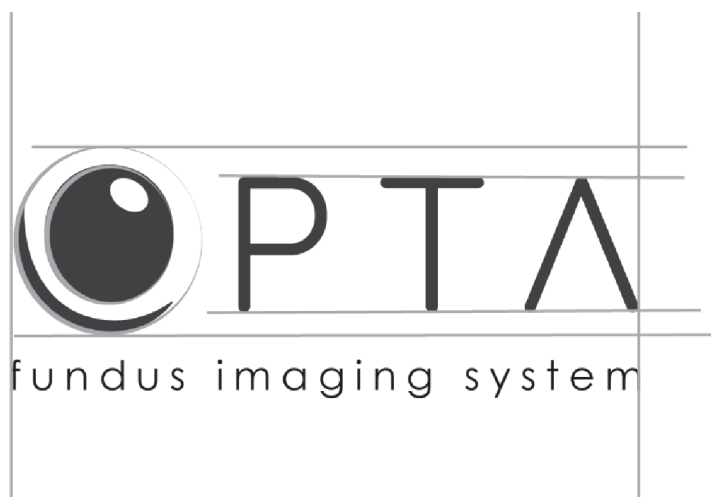
Obr. 6 - 31 grafický návrh rozhrania [33]

—————	značka požadovaného priemeru sietnice
- - - - -	značka najmenšieho priemeru sietnice
●	značka bodov nasvietených na rohovke
L/R	pravé/lavé oko
💡	zachytenie snímku pri slabom osvetlení
👁️	dostatočné otvorenie oka
AUTO MANUAL	prepínanie v auto/manuál móde
C. Lenses	použitie kompenzačných šošoviek
IRL, FLS	filtre
■ ■ ■ ■	baterka
DATA ZÁZNAM CLOUD	lišta

Obr. 6 - 32 vysvetlivky značiek [33]

6.4.3 Logotyp

Logotyp vychádza zo slova OPTA. Veľké písmeno O na začiatku slova bolo graficky pretransformované, tak aby znázorňovalo oko. Tvar vychádza z elipsy čo korešponduje s celkovým výrazom tvarovania prístroja. Bol zvolený bezpätkový jednoduchý font vo verzálkach.

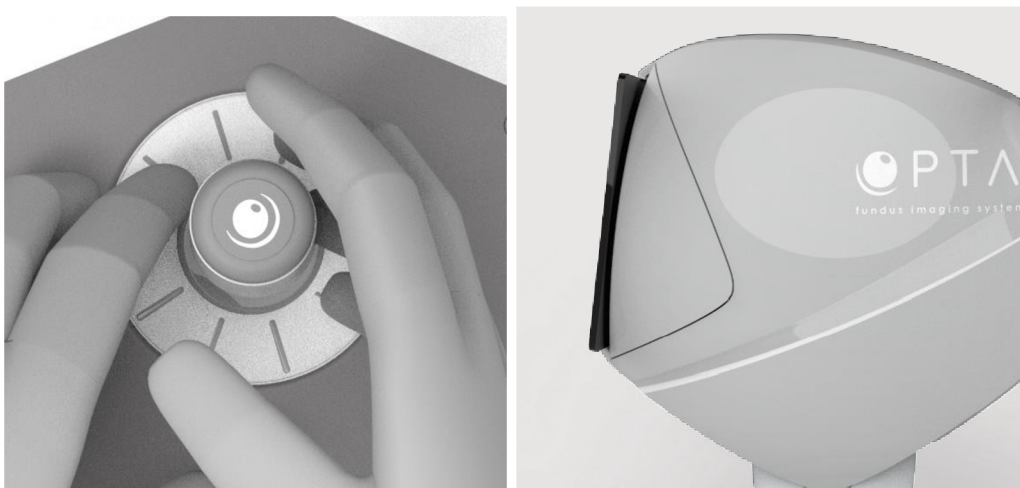


Obr. 6 - 33 východisko



Obr. 6 - 34 farebné varianty logotypu

Logotyp je aplikovaný z bočného pohľadu. Plocha ponúka veľkorysý priestor pre aplikáciu a vizuálne nenaruša priebeh vyšetrenia. Logo je samostatne ešte aplikované na podsvietenom ovládači.



Obr. 6 - 35 aplikácia logotypu

6.5 Udržateľnosť produktu

Finálne riešenie prispieva k lepšej udržateľnosti použitím hliníkovej konštrukcie na opierke. Bol vybratý materiál s menšou uhlíkovou stopou, ktorý sa už dnes vyrába a do budúcnosti sa pravdepodobne bude ešte rozširovať jeho výroba. Nový návrh krytovania tiež môže predĺžiť životnosť zariadenia, keďže nebude potrebné ho rozoberať pri každej kalibrácii alebo výmene CCD čipu.

6.6 Hodnotenie kľúčových parametrov

V poslednej časti šiestej kapitoly budú popísané základné kľúčové parametre fundus kamery zhodnotenie splnenia cieľov práce. Bude rozobraná psychologická, ekonomická a sociálna funkcia.

6.6.1 Tvarovanie

Tvarovanie vychádza z funkcie a požiadaviek na použitie a zároveň svojim designom reflektuje zaradenie do medicínskeho prostredia. Boli zvolené oblé krivky navodzujúce pokoj a pohodlie, dynamizujúcim prvkom je bočný prelis. Krytovanie kamery bolo navrhnuté s ohľadom na usporiadanie vnútorných komponentov a potrebu výmeny alebo ich opotrebenia. Jednotlivé kusy a škáry sú zvolené s ohľadom na potreby technických pracovníkov a častú kalibráciu fotoaparátu. Opierka je k platforme návazne pripojená. V strednej časti kde sa napája hlava na pohyblivé mechanizmy je vybraný materiál a zariadenie je tak výrazne odľahčené. V zadnej časti je krytovanie prispôsobené uchytieniu 10 palcového tabletu tabletu.

6.6.2 Ergonómia lekára

Pre potreby lekára bolo navrhnuté miesto na kamere pre odnímateľný displej v podobe tabletu ale zároveň zachovanie manuálneho ovládača v podobe joysticku. Umiestnenie týchto prvkov vychádza z pracovnej pozície lekára. Ovládače disponujú s optimálnym pracovným priestorom pre polozenie rúk.

Návrh rešpektuje požiadavky lekára na prispôsobenie prístroja pre širší záber vekovej kategórie, zosnímanie novorodencov s novorodeneckou retinopatiou a pacientov s horšou stabilitou. Čo bolo jedným z prioritných kritérií návrhu.

6.6.3 Tvarovanie opierky a ergonómia pacienta

Na opierku bol kladený pri návrhu najväčší dôraz kvôli špecifickým požiadavkám a z hľadiska, že pacient s ňou prichádza bezprostredne najviac do styku. Pohodlnú polohovateľnosť hlavy zabezpečuje elektrický mechanizmus. Opierka je tak prispôsobená rozmerovému rozsahu ľudskej tváre. Jedným z cieľov bolo aj rozšíriť vekovú kategóriu na

novorodencov. Riešením je doplnok opierky, ktorý umožňuje pohodlne umiestniť malú hlavičku a zosnímať sietnicu. Jednotlivé miesta dotyku ľudskej kože s opierkou sú polstrované.

Opierka je prispôbena menším pacientom tak, že si môžu oprieť ruky o boky opierky a lepšie sa tak zastabilizovať.

6.6.4 Estetické previazanie prístroja

V neposlednom rade bolo dôležitým cieľom estetické previazanie prístroja toto bolo dodržané medzi statickými prvkami, ktoré vychádzajú všetky z elipsy. Hlava môže z bočného pohľadu pôsobiť ako cudzie teleso ale z perspektívneho pohľadu zaobleniami ladí so zvyškom prístroja.

6.6.5 Psychologická funkcia

Psychologická funkcia je pri medicínskych zariadeniach jedným z najdôležitejších kritérií dizajnu. Prístroje by nemali disponovať ostrými hranami, ktoré z psychologického hľadiska vyvolávajú veľmi nepríjemný dojem u pacienta či lekára. Musia rešpektovať normu o zdravotníckych zariadeniach musia byť v súlade s hygienickým prostredím ambulancie a nesmú spôsobovať negatívne emócie alebo strach či už u lekára alebo pacienta. Tvarovanie by malo vzbudzovať dôveru. Finálny návrh vychádza z elipsovitého motívu a na všetkých hranách prebiehajú rádiusy s väčším polomerom zaoblenia.

K pozitívnemu vnímaniu prístroja prispieva nielen samotné tvarovanie, ale aj členenie a farebné riešenie. Miesta kontaktu zariadenia s ľudskou pokožkou sú polstrované alebo inak materiálovo odlišené.

6.6.6 Ekonomická funkcie

Na českom a slovenskom trhu nenájdeme jednoznačného výrobcu optometrických pomôcok. Môžeme tu nájsť hlavne veľkú skupinu distribútorov ako: Nidek, Topcon,

Huvitz a Rodenstock. Dominantnými krajinami vo výrobe je hlavne Japonsko, Korea a v európe Nemecko. (napr. Zeiss). Kvalita zraku je v súčasnej dobe dôležitou témou. Cena kamier na trhu je predovšetkým daná technológiami a kvalitou filtrov a fotoaparátu umiestnených vo vnútri prístroja. Identifikácia ceny medicínskeho zariadenia je dosť obťažná, avšak môžeme predpokladať že sa bude pohybovať v rozmedzí medzi 10 000 -30 000 eur. Práca prebrala konštrukčné riešenie od firmy Canon a zároveň prináša vlastné vylepšenia, čo môže cenu trochu zvýšiť.

V závere na lepšie zhodnotenie a popísanie ekonomických parametrov bola vypracovaná krátka SWOT analýza hodnotiaca vnútorné a externé slabé a silné stránky finálneho návrhu. [30]



Obr. 6 - 36 SWOT analýza finálneho produktu [30]

6.6.7 Sociálna funkcia

Produkt nájde uplatnenie hlavne v oftalmologických špecializovaných ambulanciách nemocníc. S ohľadom na pridanú funkciu opierky pre novorodencov sa môže využívať aj na pediatrických oddeleniach nemocníc. Jedným z cieľov bolo aj prispôbiť prístroj pre širšiu vekovú kategóriu a novorodencov. Prístroj ako jediný na trhu poskytuje neinvazívne vyfotografovanie očného pozadia čo je dôležitou súčasťou diagnostiky napríklad aj pri stúpajúcom počte laserových operácií. Seniori po veku 65 let musia chodiť na pravidelné prehliadky, aby mohli riadiť dopravný prostriedok.

7 ZÁVER

Diplomová práca sa venovala návrhu designu optometrického prístroja - fundus kamery pre vyšetrenie zraku. Hlavným cieľom bolo navrhnúť medicínske zariadenie, ktoré bude rešpektovať požiadavky lekára na čo najpresnejšie snímanie sietnice, bude rešpektovať čo najširšiu vekovú kategóriu pacientov. V rámci DP práce boli preskúmané nové konštrukčné riešenia ručných fundus kamier za účelom možnosti zníženia masívnosti meracej hlavy. Tieto konštrukčné riešenia však nespĺňajú požiadavky lekárov a kvality obrazu. (kvalita a šum závisí na veľkosti plochy čipu v snímači), preto bolo od zmenšovania hlavy upustené. Finálne riešenie sa odvíja od súčasne dostupných zariadení a ich konštrukčného riešenia a reaguje na súčasné požiadavky oftalmologických ambulancií.

V rámci analýzy problému z technického a užívateľského hľadiska bol vytvorený dotazník vyplnený 60 respondentmi, spracované 3 štandardizované rozhovory s pracovníkmi v tejto oblasti a návšteva oftalmologickej ambulancii na klinike Procure Žiar nad Hronom. Na základe týchto analýz boli vytvorené 3 variantné štúdie pojednávajúce o možných riešeniach a prístupoch k vyplynutým problémom.

Hlavným bolo kompozičné previazanie a zjednotenie jednotlivých prvkov zariadenia (opierka, základňa a hlava), aby na seba jednotlivé línie nadväzovali a pôsobili pokojným dojmom. Hlavným motívom z ktorého sa odvíjalo tvarovanie bola elipsa. Najväčšími zmenami prešla oblasť ergonomie a krytovania jednotlivých dielov. Návrh vychádzal z praxe, kedy personál operuje so zariadením celý deň (aj 40 vyšetrení). Dôležitý bol tiež poznatok, že so zariadením sa nehýbe a celú svoju životnosť (15- 20 rokov) je umiestnené na jednom pracovisku.

Pre návrh bol využitý bezdrôtový prenos dát do tabletu, bol zjednodušený panel s ovládačmi pre prispôbenie poloautomatického zariadenia, bolo zachované manuálne ovládanie v podobe joysticku. Krytovanie a deliace spary sú navrhnuté a rozčleňujú objem nielen z estetického hľadiska ale zisťujú aj dobrú funkčnosť a prihliadajú na častú potrebu kalibrácie kamery. Väčšia pozornosť bola venovaná opierke, ktorá vyšla z prieskumu ako najviac rizikový prvok. Opierka bola prispôbená širšiemu vekovému záberu pacientov vrátane novorodencov a pacientov s poruchou stability.

Napriek tomu, že zariadenia na trhu sú pomerne kvalitné a ergonomicky dobre riešené z rešerší vyplynulo niekoľko problémov, ktorými sa práca zaoberala. Výsledný návrh sa tvarovo odlišuje od súčasných modelov na trhu, má inak umiestnené deliace škáry pôsobí minimalistickým dojmom reflektuje určenie do nemocničného prostredia, ponúka ergonomické zlepšenie na strane lekára a prihliada na požiadavky technickej obsluhy.

Vývoj fundus kamier v najbližších rokoch pravdepodobne bude smerovať cestou zlepšovania algoritmov a informačných systémov vyhodnocovacích obraz a vývojom CCD čipov vo fotoaparátoch, čo umožní priniesť na trh viac automatizované zariadenia pracujúce úplne bez pomoci človeka. Z tohto hľadiska je ale otázne ako veľmi plne automatizovaný

proces bude zasahovať do komfortu pacienta pri vyšetrení. Z konštrukčnej stránky a usporiadania vnútornej optiky sa technologický posun nepredpokladá. Funkcie kamery závisia na usporiadaní optických filtrov a šošoviek, toto si každá firma navrhuje sama a je ťažké sa k týmto údajom dopátrať.



Obr. 7 - 1 vizualizácia

8 VÝSLEDOK VÝSKUMU PODĽA RIV

Druh výsledku	funkčná vzorka
Názov výsledku	Stolná fundus kamera
Autori	Bc. Magdaléna Danková
Pôvodca	-
Miesto uloženia	VUT Brno

9 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] HOLDEN, Brien A, Timothy R FRICKE, David A WILSON, Monica JONG, Kavin S NAIDOO, Padmaja SANKARIDURG, Tien Y WONG, Thomas J NADUVILATH a Serge RESNIKOFF, 2016. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* [online]. 123(5), 1036–1042. ISSN 15494713. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://doi:10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
- [2] Red dot. *Www.red-dot.org* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.red-dot.org/project/retinastation-45889>
- [3] Zeiss. *Www.zeiss.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.zeiss.com/corporate/int/home.html>
- [4] Medical4help. *Http://medical4help.blogspot.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <http://medical4help.blogspot.com/p/fundus-camera.html>
- [5] Zeiss. *Www.zeiss.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.zeiss.com/meditec/int/product-portfolio/retinal-cameras/visucam-fundus-imaging.html>
- [6] Ophthalmika. *Www.ophthalmika.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://ophthalmika.com/product/fundus-mate-camera-sw-8800/>
- [7] Csoitalia. *Www.csoitalia.it* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://www.csoitalia.it/app/public/files/prodotto/Cobra+_ENG_rev_02.pdf?
- [8] Optovue. *Www.optovue.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.optovue.com/products/vivicon>
- [9] Ophthalmic. *Www.ophthalmic.kowa-usa.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://ophthalmic.kowa-usa.com/wp-content/themes/kowa-eyecare/pdf/Kowa-Ophthalmic-Diagnostics-Nonmyd-7-Brochure.pdf>
- [10] Retina. *Www.retina.com.co* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://retina.com.co/wp-content/uploads/2017/03/cx1.pdf>
- [11] Retina. *Www.manualsbrain.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://manualsbrain.com/en/manuals/1565429/?page=47>
- [12] Nikon. *Www.healthcare.nikon.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.healthcare.nikon.com/en/sp/retinastation/outline/>
- [13] Nextsight. *Www.nextsight.info* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.nextsight.info/images/pdf/retina-today-nexy.pdf>
- [14] *Www.moou.co.kr* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: http://moou.co.kr/product/detail_portfolio.html?product_no=173&cate_no=33&display_group=1

- [15] PANWAR, Nishtha, Philemon HUANG, Jiaying LEE, et al., 2016. Fundus Photography in the 21st Century—A Review of Recent Technological Advances and Their Implications for Worldwide Healthcare. *Telemedicine and e-Health*. **22**(3), 198-208. ISSN 1530-5627. Dostupné z: doi:10.1089/tmj.2015.0068
- [16] RAJ, Aditya, Anil Kumar TIWARI, Maria G. MARTINI, et al., 2019. Fundus image quality assessment: survey, challenges, and future scope. *IET Image Processing*. **13**(8), 1211-1224. ISSN 1751-9667. Dostupné z: doi:10.1049/iet-*ipr*.2018.6212
- [17] Gov.uk. *Www.gov.uk* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/publications/diabetic-eye-screening-approved-cameras-and-settings/diabetic-eye-screening-guidance-on-camera-approval>
- [18] Gov.uk. *Www.gov.uk* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/publications/diabetic-eye-screening-approved-cameras-and-settings/diabetic-eye-screening-guidance-on-camera-approval>
- [19] J. SAINE, Patrick, Timothy J. BENNETT a Marshall E. Tyler E. TYLER, 2003. *Practical retinal photography and digital Imaging techniques*. Butterworth-Heinemann. ISBN 0750673710.
- [20] BENEŠ, Pavel, 2015. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 978-807-0135-778.
- [21] UPADHYAYA, Swati, Anushri AGARWAL, Venkatesh RENGARAJ, Kavitha SRINIVASAN, Paula Anne NEWMAN CASEY a Emily SCHEHLEIN, 2022. Validation of a portable, non-mydratic fundus camera compared to gold standard dilated fundus examination using slit lamp biomicroscopy for assessing the optic disc for glaucoma. *Eye*. **36**(2), 441-447. ISSN 0950-222X. Dostupné z: doi:10.1038/s41433-021-01485-2
- [22] Ziess Visucam Camera Fundus. *Www.youtube.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=r10zPxmrBek&t=211s>
- [23] Čes. a slov. Oftal., 71, 2015, No. 6, p. 302–308
- [24] *Www.microscopyu.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.microscopyu.com/digital-imaging/introduction-to-charge-coupled-devices-ccds>
- [25] Canon. *Www.canon.cz* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.canon.cz/cameras/eos-r3/>
- [26] Canon fundus camera operating. *Www.usa.canon.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://www.usa.canon.com/internet/portal/us/home/products/groups/healthcare/technologies-customertestimonials?cm_sp=Eyecare-_-Customer-Testimonials-VideoCallout-_-CustomerTestimonials-VideoPage

- [27] WILLIAMS, J.B. Williams, 2017. *The Electronics Revolution: Inventing the Future*. Springer. ISBN 3319490877.
- [28] Bmpmedical: what-plastics-are-used-in-medical-devices. *Www.bmpmedical.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://bmpmedical.com/what-plastics-are-used-in-medical-devices/>
- [29] Hydro. *Www.hydro.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.hydro.com/en/aluminium/products/low-carbon-aluminium/hydro-reduxa/>
- [30] OGRODNIK, Peter, 2012. *Medical Device Design: Innovation from Concept to Market*. Academic Press; 1st edition.
- [31] *Www.solvay.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.solvay.com/en/chemical-categories/specialty-polymers/healthcare/medical-device-classification-and-plastic>
- [32] MAGNUSDOTTIR, Vigdis, Wouter B. VEHMEIJER, Thorunn S. ELIASDOTTIR, Sveinn H. HARDARSON a Nicoline E. SCHALIJ-DELFOS, 09 April 2017n. 1. Fundus imaging in newborn children with wide-field scanning laser ophthalmoscope. *Acta Ophthalmologica*. **2017**, 842-844. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1111/aos.13453](https://doi.org/10.1111/aos.13453)
- [33] NIDEK CO., LTD, 2018. *NÁVOD K POUŽITÍ OPTICKÝ KOHERENTNÍ TOMOGRAF S NEMYDRIATICKOU FUNDUSKAMEROU RS-330*. Japonsko.
- [34] LORKO, Martin a Zuzana JAMBRICHOVÁ. *Ergonómia*. Prešov: Technická univerzita v Košiciach, 1998. ISBN 8070993928.
- [35] NORMAN, Donald A. *Design pro každý den*. Praha: Dokořán, 2010. ISBN 978-80-7363-314-1.
- [36] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. 3. vydání. Praha : Grada, 2011. 552 s. ISBN 978-80-247-3817-8.
- [37] HANKER, Jozef, 1978. *Ergonómia v priemysle*. Bratislava: Alfa. Edícia ekonomickej literatúry (Alfa).
- [38] *Www.ema-plasty.sk* [online]. [cit. 2022-06-03]. Dostupné z: <http://www.ema-plasty.sk/sk/absdosky/>
- [39] *Www.creativemechanisms.com* [online]. [cit. 2022-06-03]. Dostupné z: <https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-abs-plastic>
- [40] Ergonomics. *Www.mem50212.com* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <http://www.mem50212.com/MDME/MEMmods/MEM30008A-EcoErgo/Ergonomics/images/?DD>

- [41] CANON KABUSHIKI KAISHA. Ophthalmologic apparatus and auto-alignment method. Japan. US 6733129 B2. 11.5.2004
- [42] NIDEK, INC. Ophthalmic apparatus. Japonsko. US 20090195750A1. Uděleno 30.1.2009.
- [43] Wwww.creativemechanisms.com [online]. [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: <https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-abs-plastic>

10 ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOV

Obr. 2 - 1	prisma diagram	14
Obr. 2 - 2	sumarizácia zdrojov podľa prameňa	15
Obr. 2 - 3	podiel respondentov podľa zamerania	17
Obr. 2 - 4	sumarizácia dôležitých zistení v grafoch	18
Obr. 2 - 5	súčasnú vybavenie optometrických ambulancií	20
Obr. 2 - 6	Fundus kamera Zeiss VISUCAM 524	22
Obr. 2 - 7	SW-8800 Fundus Camera	23
Obr. 2 - 8	Cobra+ (Plus) Fundus Camera	24
Obr. 2 - 9	VIVICON Non-Mydriatic Ophthalmic Camera	25
Obr. 2 - 10	KOWA nonmyd	27
Obr. 2 - 11	1CX-1 Hybrid digital retinal camera	28
Obr. 2 - 12	Canon CR 2 AF Digital Non-Mydriatic Fundus kamera	29
Obr. 2 - 13	Nikon Retina Station	30
Obr. 2 - 14	Nexy fundus kamera	32
Obr. 2 - 15	Accuon kamera - Accuon	33
Obr. 2 - 16	schéma vonkajších komponentov	35
Obr. 2 - 17	servisovanie fundus kamery Zeiss	36
Obr. 2 - 18	schéma optických dráh v hlave kamery	37
Obr. 2 - 19	princíp zaznamenávania obrazu digitálnym CCD čipom	38
Obr. 2 - 20	posuvný mechanizmus	38
Obr. 2 - 21	mechanizmus opierky brady	39
Obr. 4 - 1	stromová hierarchia cieľov	48
Obr. 4 - 2	stromová hierarchia cieľov doplnená o obmedzenia	48
Obr. 4 - 3	stromová hierarchia funkcií	49
Obr. 4 - 4	vnútorná schéma – glass box	50
Obr. 4 - 5	vnútorná schéma – black box	50
Obr. 4 - 6	variant 1	51
Obr. 4 - 7	variant 2	52
Obr. 4 - 8	variant 3	53
Obr. 5 - 1	znázornenie východiskových rozmerov	55
Obr. 6 - 1	finálne tvarové riešenie – perspektíva	57
Obr. 6 - 2	kompozičné východisko	58
Obr. 6 - 3	pohľad spredu	59
Obr. 6 - 4	perespektívny pohľad – prelis	59
Obr. 6 - 5	pohľad zozadu	60
Obr. 6 - 6	prístup k fotoaparátu	60
Obr. 6 - 7	opierka predný pohľad	61

Obr. 6 - 8	detail opierky	61
Obr. 6 - 9	umiestnenie opierky pre novorodenca	62
Obr. 6 - 10	základňa s opierkou	63
Obr. 6 - 11	základné rozmerové riešenie	64
Obr. 6 - 12	časti krytu	65
Obr. 6 - 13	vnútorná schéma	66
Obr. 6 - 14	parametre ľudskej hlavy	67
Obr. 6 - 15	posúvna opierka brady	67
Obr. 6 - 16	uloženie pacientovej hlavy s pridržaním	68
Obr.6 - 17	ergonómia opierky	68
Obr. 6 - 18	snímanie novorodencov	69
Obr. 6 - 19	rozmery opierky	70
Obr. 6 - 20	joystick	70
Obr. 6 - 21	rozsah pohybu v osi x	71
Obr. 6 - 22	rozsah pohybu v osi z	71
Obr. 6 - 23	rozsah pohybu v osi y	72
Obr. 6 - 24	manipulácia s obrazovkou	72
Obr. 6 - 25	pracovná pozícia lekára	73
Obr.6 - 26	RGB kód použitých farieb	73
Obr.6 - 27	farebná varianta - neutrál	73
Obr.6 - 28	farebná varianta – zelená	74
Obr.6 - 29	farebná varianta – modrá	74
Obr.6 - 30	softvérové rozhranie ovládania	74
Obr.6 - 31	grafický návrh rozhrania	75
Obr.6 - 32	vysvetlivky značiek	77
Obr. 6 - 33	východisko	77
Obr. 6 - 34	farebné varianty logotypu	78
Obr. 6 - 35	alikácia logotypu	78
Obr. 6 - 36	SWOT analýza finálneho produktu	81
Obr. 7 - 1	vizualizácia	83

11 ZOZNAM TABULIEK

tab. 2 - 1	zhrnutie technických parametrov súčasných zariadení	41
tab. 3 - 1	list atribútov	45
tab. 4 - 1	zhrnutie cieľov	48
tab. 4 - 2	bodové hodnotenie variat	53

12 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

CCD	Charge-coupled device
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
EOS	Electro-Optical System
<i>mm</i>	milimeter
<i>px</i>	pixel

13 ZOZNAM PRÍLOH

Zmenšené postery:

- Designérsky poster – A4
- Sumarizačný poster – A4
- Ergonomický poster – A4
- Technický poster – A4

Samostatné prílohy:

- Designérsky poster – A1
- Sumarizační poster – A1
- Ergonomický poster – A1
- Technický poster – A1
- Model

13.1 Zmenšený sumarizačný poster

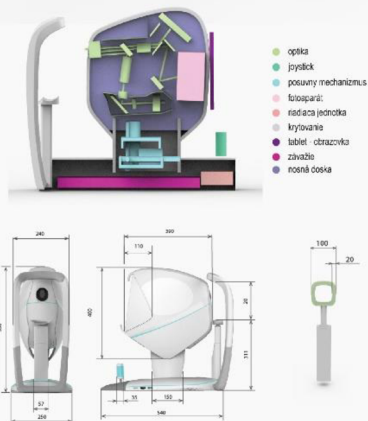
OPTA

Design stolnej fundus kamery

SUMARIZAČNÝ PLAGÁT



Diplomová práca sa venovala návrhu designu optometrického prístroja - fundus kamery pre vyšetrovanie zraku. Hlavným cieľom bolo navrhnuť medicínske zariadenie, ktoré bude rešpektovať požiadavky lekára na čo najpresnejšie snímanie sietnice, bude rešpektovať čo najširšiu vekovú kategóriu pacientov. V rámci DP práce boli preskúmané nové konštrukčné riešenia ručných fundus kamier za účelom možnosti zníženia masivnosti meracej hlavy. Tieto konštrukčné riešenia však nespĺňajú požiadavky lekárov a kvality obrazu. (kvalita a šum závisí na veľkosti plochy čipu v snímači), preto bolo od zmeňšovania hlavy upustené. Finálne riešenie sa odvíja od súčasne dostupných zariadení a ich konštrukčného riešenia a reaguje na súčasné požiadavky oftalmologických ambulancií a usmernení a iusto odlo dignissim



DESIGN STOLNEJ FUNDUS KAMERY / DIPLOMOVÁ PRÁCA / Autor: Bc. Magdaléna Danková / Vedoucí práce: Ing. David John / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021/22



13.2 Zmenšený designérsky poster

OPTA

Design stolnej fundus kamery

DESIGNÉRSKY PLAGÁT



VIZUALIZÁCIA



FAREBNÉ VARIANTY



GRAFICKÉ RIEŠENIE

DESIGN STOLNEJ FUNDUS KAMERY / DIPLOMOVÁ PRÁCA / Autor: Bc. Magdaléna Danková / Vedoucí práce: Ing. David John / VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2021/22



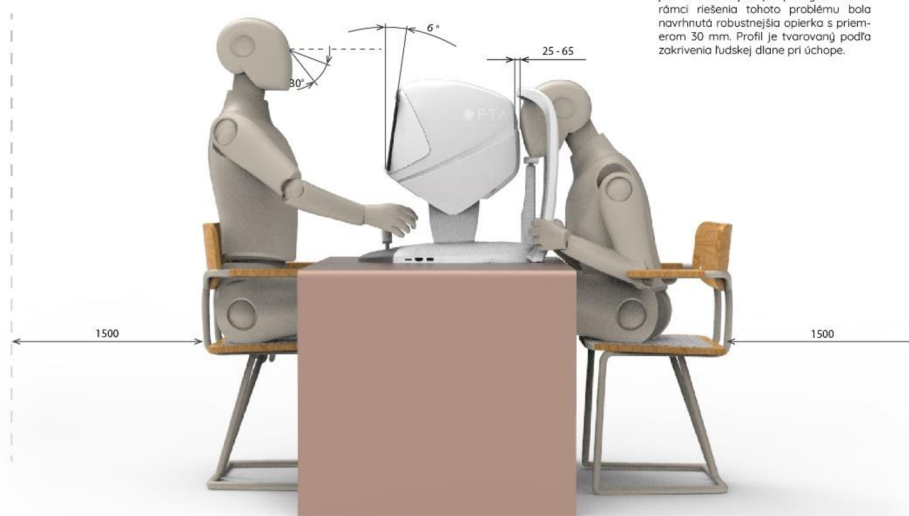
13.3 Zmenšený ergonomický poster



Design stolnej fundus kamery

DESIGNÉRSKY PLAGÁT

Ergonómie oplerky sa týkali najmä cieľov tejto diplomovej práce: Fundus kamery sú zariadenia, ktoré sú veľmi dobre ergonomicky vyriešené. Operka zabezpečuje stabilitu hlavy pacienta. Z dotazníkového šetrenia vyplynulo, že 60 % opýtaných sa ooperka zdala málo robustná alebo, že by sa cítili pohodlnejšie a stabilnejšie pri prichytení sa. V rámci riešenia tohoto problému bola navrhnutá robustnejšia ooperka s priemerom 30 mm. Profil je tvorený podľa zakrivenia ľudskej dlane pri úchope.



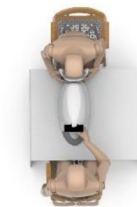
ZÁKLADNÝ POHĽAD ZBOKU



Perespektívny pohľad



Monitor



Joystick



DESIGN STOLNEJ FUNDUS KAMERY / DIPLOMOVÁ PRÁCA / Autor: Bc. Magdaléna Danková / Vedoucí práce: Ing. David John / VUT v Brně / FSI / UK / OPD / 2021/22

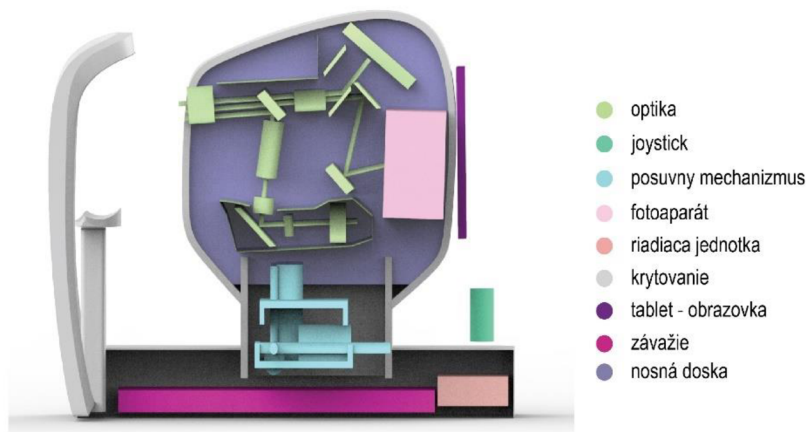


13.4 Zmenšený technický poster

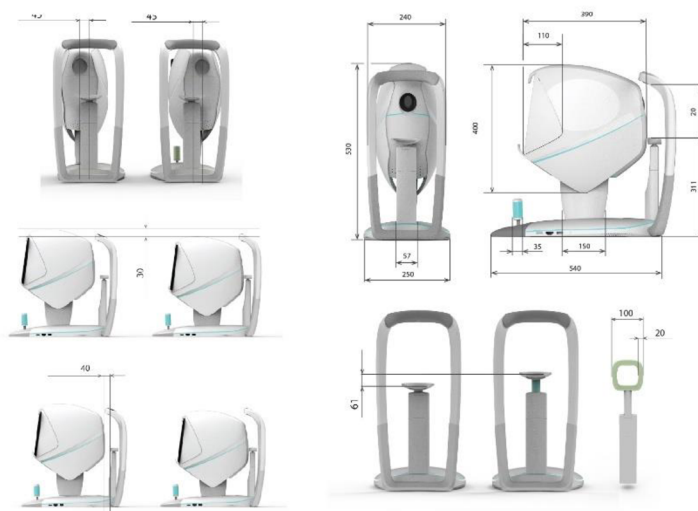
OPTA

Design stolnej fundus kamery

TECHNICKÝ PLAGÁT



VNÚTORNÁ SCHÉMA



POHYBLIVOSŤ

ZÁKLADNÉ ROZMERY

DESIGN STOLNEJ FUNDUS KAMERY / DIPLOMOVÁ PRÁCA / Autor: Bc. Magdaléna Danková / Vedoucí práce: Ing. David John / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2021/22



13.5 fotografia plastových výtlačkov

