

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2020**

**DENISA KAMÍNKOVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra přírodovědných oborů

## **Porovnání barevného vnímání mužů a žen**

## **Comparison of color perception of men and women**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

**Autor bakalářské práce: Denisa Kamínková**

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jana Urzová, Ph.D.



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kamínková** Jméno: **Denisa** Osobní číslo: **474275**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra přírodovědných oborů**  
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**  
Studijní obor: **Optika a optometrie**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Porovnání barevného vnímání mužů a žen**

Název bakalářské práce anglicky:

**Comparison of colour appreciation of men and women**

Pokyny pro vypracování:

Student v teoretické části své práce zpracuje formou rešerše problematiku vidění po stránce anatomické a fyziologické se zřetelem na téma projektu, tj. vnímání barev. Na základě poznatků získaných z dostupné literatury vysloví předpoklady o rozdílech ve vnímání barev mezi oběma pohlavími. Součástí práce bude přehled metod posuzování barvocitu - historických i současných a porovnání jejich výhod a nevýhod. Jednotlivé testy a postupy student podrobně popíše, do tohoto přehledu mohou být zahrnuty i laické testy, které je možné vyzkoušet online. Student vybere vhodný test, či kombinaci testů, a vyzkouší je na vybrané skupině sledovaných osob. Obsahem práce je kromě testování barvocitu vybraných osob také posouzení vnímání barev, např. porovnávání odstínů, zapamatování si konkrétní barvy a výběr stejné barvy z nabídky podobných apod. Pro tento účel sestaví vhodný test, který na vybrané skupině respondentů použije. Cílem práce je porovnání barevného vnímání obou pohlaví.

Seznam doporučené literatury:

- [1] ŠIKL, Radovan, Zrakové vnímání, ed. 1, Grada, 2012
- [2] KUCHYŇKA, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2007, 812 s., ISBN 978-80-247-1163-8
- [3] ROZSÍVAL, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Galén, Karolínum, 2006, ISBN 80-7262-404-0
- [4] AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ, Nauka o zraku, Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002, ISBN 80-7013-362-7
- [5] BENEŠ, Pavel, Přístroje pro optometrii a oftalmologii, Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015, ISBN 978-80-7013-577-8

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Mgr. Jana Urzová, Ph.D.**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **10.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **19.09.2021**

  
doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.  
podpis vedoucí(ho) katedry

  
prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## **Název bakalářské práce:** Porovnání barevného vnímání mužů a žen

### **Abstrakt:**

Cílem bakalářské práce je shromáždění a zpracování informací týkajících se barvocitu, poruch barvocitu a zpracování metod pro jeho zjišťování, ať už současných, či dříve využívaných. V teoretické části této práci jsou také popsány jednotlivé části oka podílejících se na zrakovém vnímání, především sítnice s fotoreceptory, je zpracován princip barevného vidění a poznatky týkající se barev a jejich mísení. V práci je zpracován podrobný popis jednotlivých testů pro zjištění barvocitu, které mohou být jak laické, tak i odborné. Následně byly porovnány jejich výhody a nevýhody. Součástí práce je zpracování podmínek kvality barevného vidění pro přijetí do vybraných profesí jako např. strojvedoucí nebo pilot. V praktické části je používán vybraný test a pomocí něj jsou provedena vyšetření na barvocit. Byl vytvořen vlastní test na barevné vnímání a následně použit při vyšetření probandů. Ze zjištěných výsledků byly vyvozeny závěry.

### **Klíčová slova:**

Barevné vnímání, barva, barvocit, poruchy barvocitu, testy barvocitu

**Bachelor's Thesis title:** Comparison of color perception of men and women

**Abstract:**

The aim of this bachelor thesis is gathering and analysing data mainly related to colour vision, colour vision disorders and on determination of current and previously used methods for colour determination. The theoretical part of this thesis also describes the various parts of the eye involved in visual perception, especially the retina with photoreceptors, the principle of color vision and knowledge about colors and their combinations. This thesis contains a detailed description of the detecting tests either laical or proffessional follows. Subsequently, their advantages and disadvantages were compared. Part of this thesis is the processing of color vision quality conditions for admission to selected professions such as train driver or pilot. In the practical part, a selected test is used and color vision examinations are performed using it. A custom test for color perception was created and subsequently used in the examination of probands. Conclusions were drawn from the obtained results.

**Key words:**

Color perception, color, color sens, color vision disorders, colour sens tests

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Janě Urzové, Ph.D za vedení mé práce a za odbornou pomoc, kterou mi v průběhu práce poskytla. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za jejich podporu po celou dobu mého studia.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Porovnání barevného vnímání mužů a žen“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V *Kladně* dne .....

.....

podpis

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Okno .....	2
2.1	Sítnice .....	3
3	Zrakové vnímání .....	6
3.1	Světlo .....	6
3.2	Zraková dráha .....	6
3.3	Adaptace na světlo a tmu .....	7
4	Barva a barevné vnímání .....	8
4.1	Atributy barvy .....	10
4.2	Munsellův strom barev .....	11
4.3	Mísení barev .....	11
4.4	Barevné vidění .....	13
4.4.1	Trichromatická teorie .....	14
4.4.2	Teorie oponentního procesu (Heringova teorie).....	14
5	Poruchy barevného vidění .....	16
5.1	Vrozené poruchy .....	16
5.2	Získané poruchy .....	17
5.3	Vliv barev při výběru povolání .....	18
5.4	Kompenzace poruchy barvocitu .....	20
6	Testy barvocitu .....	21
6.1	Pseudoizochromatické tabulky .....	21
6.2	Testy barevné preference .....	22
6.3	Testy založené na základě mísení barev .....	23
6.4	Pojmenovávací test .....	24
7	Experimentální část .....	25
7.1	Výběr metody testování experimentální části.....	25
7.2	Průběh experimentální části .....	28
7.3	Vyhodnocení .....	30
	Závěr .....	34
	Seznam použité literatury .....	35
	Seznam obrázků.....	40
	Seznam tabulek a grafů.....	41



# 1 Úvod

Zrak považujeme za nejdůležitější smysl. Seběmenší vada zraku může člověku způsobit problémy a omezení jak v osobním, tak v pracovním životě. Díky barvocitu jsme schopni vnímat kromě tvarů předmětů i jejich barvy a lépe si předměty můžeme představovat.

Barvy ovlivňují naše pocity a prožívání. Barvy v nás mohou budit pocit strachu, ale i bezpečí, působit teple nebo studeně, ale mohou také ovlivňovat vnímání velikosti prostoru kolem nás.

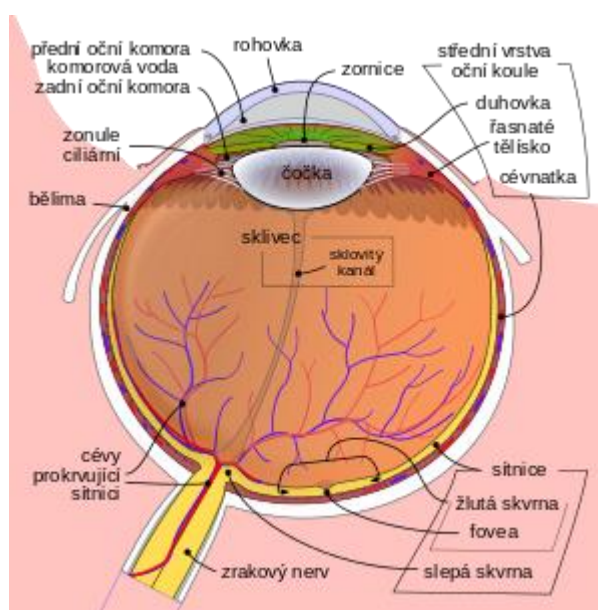
Toto téma jsem si zvolila kvůli blízké osobě s poruchou barvocitu pro červenou a zelenou barvu a její nepřijetí do práce na pozici, kde se musí podstoupit testy na barvocit. Také bych se ráda pokusila zjistit, jestli se vnímání barev liší u mužů a žen, hlavně kvůli tomu, že genderová problematika je v dnešní době poměrně často řešena.

V této práci se budu zabývat problematikou barvocitu a rozdílným vnímáním barev v závislosti na pohlaví. V teoretické části zpracuji shromážděné informace týkající se barevného vnímání, barvocitu, jeho poruch, vyšetření a problematiky osob s poruchou barvocitu u získání konkrétní pracovní pozice. V praktické části za pomoci testů vyšetřím barvocit na vybrané skupině osob. Následně budu pomocí mnou vytvořeného testu zjišťovat schopnost vyšetřovaných osob vnímat a zapamatovat si barvy a jejich různé odstíny. Závěrem chci z výsledků testování zjistit, jestli muži opravdu vnímají barvy rozdílně než ženy.

## 2 Okno

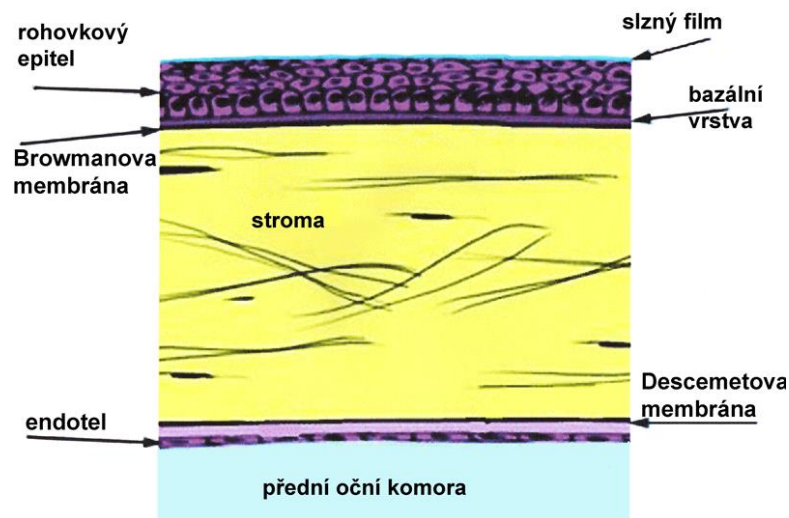
Okno je uloženo v očnici a jeho tvar se podobá kouli. Pohyby očí nám zajišťuje šest okohybných svalů. Vnitřní a zevní přímý sval, horní a dolní přímý sval, horní a dolní šikmý sval. Svaly jsou inervovány hlavovými nervy III, IV, VI. [1]

Je tvořeno třemi vrstvami - zevní, střední a vnitřní vrstvou. Zevní vrstva (*tunica fibrosa bulbi*) se podílí na pevnosti, tvaru a ochraně oka. Patří sem bělima pokrývající většinu předního segmentu oka a dále do zevní vrstvy patří rohovka pokrývající zbylou část oka. Střední vrstva (*tunica vasculosa bulbi*) nám obstarává výživu oka. Do této vrstvy patří žilnatka, duhovka, řasnaté těleso a cévnatka. Vnitřní vrstvu (*tunica interna bulbi*) tvoří sítnice, která nám umožňuje vytvoření zrakového vjemu. Stavbu lidského oka představuje obrázek číslo 1. [1, 2, 3]



Obrázek 1: Průřez lidského oka [1]

Mezi částmi oka podílející se na lomu světla patří rohovka, což je vypouklá, pětivrstevná, průhledná a bezcévná část oka tvořící přední segment oka s indexem lomu 1,376. Vrstvy rohovky jsou vyobrazené na obrázku č. 2. Mezi rohovkou a přední plochou duhovky nalezneme přední komoru, která obsahuje komorovou tekutinu s indexem lomu 1,336. Další část je bezcévná vypouklá čočka o indexu lomu 1,41 kolem středu a 1,38 na okraji. Akomodační schopnost umožňuje čočce měnit svou optickou mohutnost, která se pohybuje od 16 do 20 dioptrií. Vnitřní část oka vyplňuje sklivce s objemem 4 ml. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]

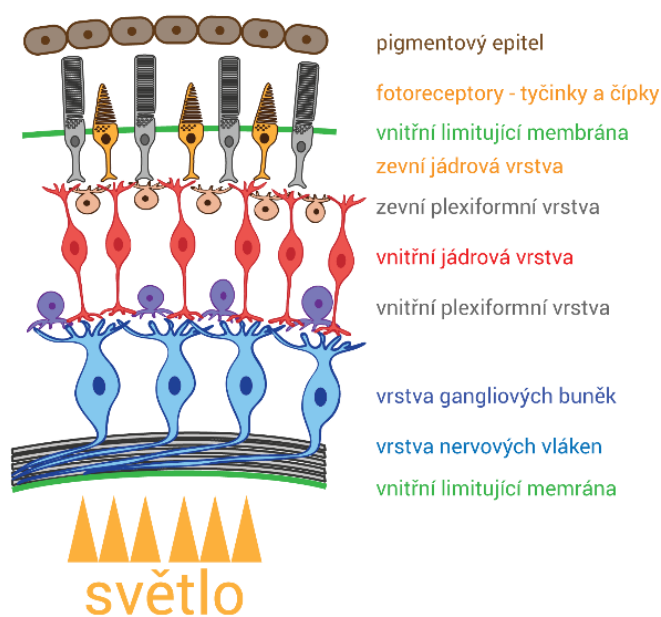


Obrázek 2: Vrstvy rohovky [2]

## 2.1 Sítňice

Sítňice tvoří vnitřní část stěny oka. Je to průhledná jemná blána o tloušťce 120 – 180  $\mu\text{m}$ . Vzniká z rozdělení očního pohárku. Zevní list se přemění na *stratum pigmenti retinae* a z vnitřního listu vzniknou fotoreceptory, asociační a podpůrné buňky. U dospělého člověka můžeme sítnici rozdělit na dvě části: slepou část (*pars coeca retinae*) pokrývající vnitřní povrch řasnatého tělíska a zadní plochu duhovky a optickou část (*pars optica retinae*), která pokrývá vnitřní povrch cévnatky a slouží ke zrakové funkci. Tyto dvě části jsou odděleny ostrou linií *ora serrata*. *Pars optica retinae* se dělí na deset vrstev, které jsou vyobrazeny na obrázku číslo 3:

1. Retinální pigmentový epitel
2. Vrstva světločivných elementů (tyčinek a čípků)
3. Zevní limitující membrána
4. Zevní jádrová vrstva
5. Zevní plexiformní vrstva
6. Vnitřní jádrová vrstva - vrstva bipolárních buněk
7. Vnitřní plexiformní vrstva
8. Vrstva gangliových buněk
9. Vrstva nervových vláken
10. Vnitřní limitující membrána



Obrázek 3: Vrstvy sítnice [3]

Z vnější strany pokrývá sítnici cévnatka a z vnitřní strany sklivce. Zrakové vlákna směřují od periferie k centrální části sítnice, kde se pojí a vytváří zřetelný nerv, který následně vychází z oka a vede do mozku. Za pomoci oftalmoskopu si můžeme sítnici prohlédnout. Uvidíme zde žlutou skvrnu, v jejím centru je prohlubeň nazývaná *fovea centralis* a je označována jako místo nejostřejšího vidění, protože obsahuje čípky. Dále si můžeme prohlédnout zřetelný terč ležící nasálně od centra sítnice. Z něj na sítnici vstupují a dělí se tepny a žíly. Ve zřetelném terči se nenachází fotoreceptory, označujeme ho také jako slepá skvrna. [1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11]

V lidském oku se nachází asi 120 milionů tyčinek. Postupem věku se počet tyčinek snižuje. Tyčinky nám umožňují vidění za tmy a jsou velice citlivé na světlo. Najdeme je uložené v periferní části sítnice. [1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13]

Čípky nám umožňují barevné vidění. V oku jich máme kolem 6 milionů. V centru sítnice se nachází žlutá skvrna (*Macula lutea*), místo nejostřejšího vidění, která obsahuje pouze čípky. Rozlišujeme tři typy čípku citlivé na různé vlnové délky světla: S čípek pro červenou barvu, M čípek pro barvu zelenou a L čípek pro modrou barvu. [1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13]

Gangliových buněk máme pouze asi 1 milión. Dlouhé výběžky (axony) gangliových buněk vytváří svazek nervových vláken a tím tvoří zrakový nerv sítnice, který přenáší informace do mozku. Oblast, ze které nervové vlákna vycházejí ze sítnice, se nazývá slepá skvrna. Ve slepé skvrně se nenachází fotoreceptory, a proto se zde nepromítne vnímaný předmět. Vzruch mezi tyčinkami, čípkami a gangliovými buňkami přenáší amakrinní buňky. [1, 2, 3, 4, 5, 12, 13]

Výběžky bipolárních buněk spojují čípkami a tyčinkami s gliovými buňkami. Signál mezi tyčinkami, čípkami a bipolárními buňkami je veden horizontálními buňkami. Udržování vnitřního prostředí a výživu nervových prvků sítnice. [8, 11]

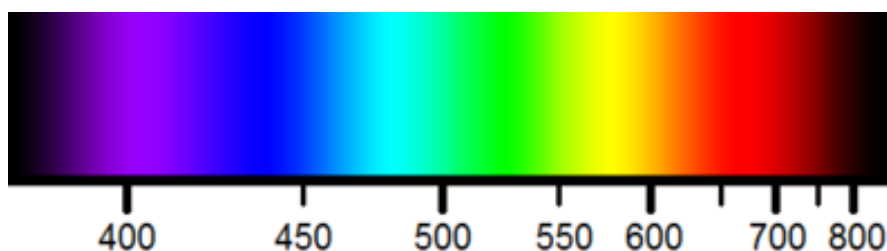
Fotoreceptory obsahují zevní a vnitřní segment. V zevní části nastává přeměna světelné energie na elektrickou. Fotoreceptory obsahují membránové terčíky vytvořené z lipoproteinové membrány. Tato část se obměňuje a zároveň je absorbována retinálním pigmentovým epitelem. Pohlcování zevního segmentu tyčinek nastává ve dne a čípků v noci. V terčíku se nacházejí pigmenty. Pro tyčinky je to pigment rhodopsin (kvůli němu jsou tyčinky citlivé na světlo) a pro čípkami je to pigment pro modré, zelené a červené světlo. Ve vnitřním segmentu nalezneme mitochondrie, ve kterých nastávají oxidační procesy. Déle se zde nachází myoid, který mění velikost receptoru podle osvětlení. V myoidu se nachází Golgiho aparát, ribozomy a glykogen a jádro najdeme až pod vnitřním segmentem. Dlouhé výběžky tyčinek a čípků zasahují až do plexiformní vrstvy, kde se synapticky pojí na bipolární buňky. [4]

## 3 Zrakové vnímání

### 3.1 Světlo

Světlo je elektromagnetické záření nesoucí informace o okolních podnětech do lidského oka, které je dále zpracovává. Rozmezí elektromagnetického záření se pohybuje od gama záření vlnové délky  $10^{-13}$  m až po radiové záření  $10^6$  m. Z toho viditelná část spektra se pohybuje od 380 nm až k 760 nm (obrázek číslo 4). Nad 760 nm nalezneme infračervené záření (0,1 mm – 760 nm) a pod 380 nm začíná záření ultrafialové (380 nm – 10 nm). Díky množství světla kolem nás může člověk světlo využívat jako zdroj informací. Světlo, které dopadá na podnět, je podnětem jak absorbováno, tak zároveň také odraženo. Díky tomu můžeme vnímat informace o tvaru i barvě podnětu. [12]

Ve viditelné části spektra můžeme rozdíly vlnových délek vnímat rozdílnou barvou. Barvy můžeme seřadit od nejmenšího vlnového spektra: fialová, modrá, zelená, žlutá, oranžová a červená. [12]



Obrázek 4: Viditelné spektrum [4]

### 3.2 Zraková dráha

Zrak umožňuje lidem vidět věci kolem sebe. Světlo do oka vstupuje přes rohovku, přední komoru, čočku, sklivec a následně projde až na sítnici, kde vznikne zmenšený a převrácený obraz. Kvůli rozdílnému indexu lomu dojde na hranici vzduch-rohovka k většímu lomu světla. Déle projde přední komorou, ve které se nachází tekutina. Duhovka funguje v oku jako clona. Podle množství procházejícího se světla, se u ní mění velikost mezi 2 mm do 8 mm. Dalším optickým prostředím je čočka připevněna pomocí svalových vláken, které ovlivňují její rozměry a také její optickou mohutnost. Pokud jsou vlákna uvolněna, tak má čočka plošší tvar a oko akomoduje na vzdálenější předměty. Déle je zadní komora s tekutinou. Poslední je sítnice, kde dojde k rozpoznání světla. [7]

Dále je zrková dráha tvořena čtyřmi axony gangliových buněk, které vedou informaci ze sítnice do mozku. **1. neuron** obsahuje tyčinky a čípky, které přijmou světelný signál a za pomoci výběžků je pošlou na další neuron. **2. neuron** je tvořen bipolárními neurony, kde část z nich přebírá signály z čípků a část z tyčinek. Souhrn bipolárních neuronů nazýváme ganglion retinae. **3. neuron** má multipolární neurony přebírající signály od bipolárních neuronů. Výběžky multipolárních neuronů se pojí v oblasti zrkového nervu a po průchodu okem vytváří zrkový nerv. Nervy se po průchodu zrkovým nervem kříží (*chiasma opticum*). Vlákná z temporální části sítnice se nekříží, kříží se pouze vlákná z nazální části. Část za chiasmatem je nazývána jako tractus opticus, který má dvě části. Radix Lateralis, který se pojí na 4. neuron a radix medialis, který nemá podíl na přímém zhotovení zrkových informací. **4. neuron** jsou neurony v nukleus corporis geniculati lateralis, kde neurity prochází do primární zrkové kůry, kde dojde ke zhotovení zrkového signálu. [1, 14]

### 3.3 Adaptace na světlo a tmou

Adaptace je vlastnost oka uzpůsobit se změnám intenzity světla v okolním prostředí. Při průchodu z temného prostředí do prostředí osvětleného projde do oka nadměrné množství fotonů, dojde k oslnění a zornička se zúží. Oko se rychleji adaptuje při přechodu na světlo než na tmou. Přizpůsobení se na světlo (čípkové přizpůsobení) trvá 10 minut a na tmou (tyčinkové přizpůsobení) asi 30 minut. [2]

Tyčinky i čípky se skládají z látky umožňující barevné vidění. Tyčinky obsahují rhodopsin a čípky opsin, který má tři druhy. Rhodopsin je tvořen membránovou bílkovinou opsinem a pigmentem 11-cis-retinal (aldehyd vitamínu A), který svou formou přiléhá k molekule opsinu. Při osvětlení projdou fotony na sítnici a rhodopsin se začne přeměňovat na bathorodopsin, lumirodopsin, metarodopsin I, II a opsin a all-trans-retinal. Tento rozklad nazýváme receptorový potenciál. All-trans-retinal se za pomoci retinal izomerázy přeměňuje na 11-cis-retinal, který se napojí na skotopsin a tím vznikne rodopsin. Adenosintrifosfát je zdrojem energie pro tento děj. [1, 14, 15, 16]

Purkyňův jev nastává při snížení osvětlení, kdy se aktivují tyčinky a funkce čípků je potlačena. Spektrální citlivost se snižuje z dlouhých vlnových délek na krátké (zhruba 505 nm). Vlnová délka 505 nm odpovídá nejvyšší spektrální citlivost rhodopsinu a barvy krátkých vlnových délek nám připadají světlejší než u dlouhovlnných. [15, 17]

## 4 Barva a barevné vnímání

Barva vznikne dopadem světla na předmět. Dopadající světlo obsahuje veškeré barvy viditelného spektra. Pokud tedy paprsek dopadne na bílou plochu, celý se odrazí, protože bílá barva obsahuje veškeré barvy. Pokud dopadne na černý povrch, je celý absorbován a přeměněn na tepelnou energii. Ostatní barvy vznikají absorbcí a odrazem dopadajícího paprsku. Odražené světlo dopadá do oka, které přeneše signály do mozku a ten je zpracuje. Od každého předmětu se odráží různá vlnová délka světla, pomocí kterých dokáže mozek utvořit konkrétní barvu předmětu. [12]

Jak se můžeme dočíst v mnoha zdrojích, lidské prožívání a pocity jsou částečně ovlivňovány barvami. Vše kolem nás má určité barvy, které může každý člověk vnímat a prožívat jinak. Barvy rozdělují na tzv. hřejivé a chladné. Mezi hřejivé můžeme zařadit syté barvy jako je třeba červená, naopak mezi chladné světlé barvy jako je například zelená. Vliv barev na člověka využívají třeba tvůrci reklam nebo módní návrháři. Tmavé barvy dělají předměty menší na rozdíl od světlých. Můžeme to popsat chromatickou aberaci, kde se světlo dlouhých vlnových délek po dopadu na čočku láme méně než krátkovlnné světlo. Barvy nám také mohou sloužit jako maskování. Příkladem je vojenský tank zbarvený do tmavě zelené barvy, který nebude na zelené louce barevně tolik nápadný jako třeba červený. V obchodech často nasvítí potraviny, tak aby vypadaly čerstvě, a tím zamaskují jejich nedostatky, které my doma pod klasickým světlem díky barvám rozeznáme. Barvy mají také značný vliv na naše chutě. Červená a oranžová jsou symbolem pro sladkou a zralou chuť a zelená je symbolem zdraví. [12]

Johann Wolfgang Goethe v 19. století přenesl téma barvy z fyzikální oblasti do psychologie a tím postavil základy psychologie barev. Dle Goetheho je barva otázkou hlavně duše projevující se jako síla, která pojí člověka s vesmírem a vlivy této síly se poddávají přírodním dějům. Goethe zkoušel najít pravidla pro soulad barev za pomoci komplementárních dvojic a charakterizovat jednotlivé barvy po psychologické stránce. Také rozdělil barvy na teplé a studené. Později byly barvy ještě rozdělené do více kategorií třeba na radostné a smutné. Výsledky z jeho zkoumání se využívají i v současnosti. [18]

Titchener v roce 1896 za pomoci probandů zjišťoval, kolik barev jsme schopní vnímat. Z experimentu vyšlo 33 000 vnímaných barev. Boring v roce 1939 pozdvihl tento počet na 300 000 barev a ještě ten samý rok Judd až na 10 miliónů barev. Aktuální počet je kolem



sedmi miliónů barev. Počet stupňů tónů je asi 200-250 a sytosti 10-50. Vše je zjištěno pomocí experimentů. [12]

Jednotlivé barvy mohou na každého působit různě. Stejná barva může ve dvou osobách vyvolat odlišné pocity. Každý hodnotí barvy subjektivně, ať už je to kvůli oční barevné vadě, kulturnímu prostředí, ve kterém člověk vyrůstá nebo třeba na základě předchozích zkušeností s danou barvou. Některé barvy mají u všech stejný efekt. Žlutá a červená barva mohou značit výstrahu třeba na silnicích. Muži a ženy můžou barvy vnímat rozdílně, jak je vyobrazené v tabulce číslo 1. [19, 20]

Bílá barva je ukazatelem čistoty a nevinnosti. Dle výzkumů je vnímána jako neutrální barva. Pokoje vymalované bílou barvou působí prostorně, ale zároveň prázdně.

Černá barva pohlcuje všechny barvy barevného spektra. Tato barva je vnímána jako negativní barva značící smutek, neštěstí, vzdor nebo tajemství. Zároveň tato barva zmenšuje a je často využívána třeba módními návrháři. [18, 19, 20, 21]

Červená je teplá barva cílevědomých, ale zároveň zbrklých lidí. Je symbolem pro lásku a emoce jak pozitivní (láska) tak i negativní (vztek). U osob odmítající tuto barvu to může být znakem pro vyčerpání a mají pocit nemožnosti dosažení daného cíle. [18, 19, 20, 21]

Modrá barva patří mezi nejoblíbenější. Vyznačuje jistotu, vyrovnanost a trpělivost. Působí chladně a nejméně podporuje chuť k jídlu. Podle výzkumu lidé, kteří mají oblíbenou modrou barvu, jsou samotářští a mají kolem sebe menší počet přátel. [18, 19, 20, 21]

Zelená je symbolem přírody, klidu, zdraví, žárlivost i plodnosti. Je na rozmezí teplé a studené barvy. Osoby, které preferují tuto barvu, jsou vytrvalí, vyrovnaní, mají rádi zábavu a jsou věrnými přáteli. [18, 19, 20, 21]

Žlutá je řazena mezi pozitivní barvy značící kreativitu, radost a teplo. Lidé preferující tuto barvu mají velkou fantazii, jsou tvůrčí a soutěživí. Vyvolává pocit pohody, radosti a štěstí. Svým jasem unavuje oči, proto není vhodné využívat například pro dlouhé prezentace žlutý podklad. [18, 19, 20, 21]

Tabulka 1: Rozdílné vnímání barev u mužů a žen [1]

Barva	Pohlaví	Viditelnost	Poutavost	Oblíbenost	Asociace
bílá	muž žena	vysoká	nízká	nízká	čistota
žlutá	muž žena	vysoká	vysoká	nízká	slunce
růžová	muž žena	nízká nízká	nízká nízká	nízká vysoká	klid, uvolnění, ženskost léčivý účinek, ženskost
oranžová	muž žena	vysoká	vysoká	nízká	teplá barva, zdraví
červená	muž žena	vysoká vysoká	vysoká vysoká	vysoká vysoká	nebezpečí, vzrušení teplo, intimita
zelená	muž žena	nízká	nízká	nízká	peníze, zábava
modrá	muž žena	nízká nízká	nízká nízká	vysoká nízká	jistota, inteligence, ochrana deprese, business, vůdčí barva
hnědá	muž žena	nízká	nízká	vysoká	bohatství, země
šedá	muž žena	nízká	nízká	vysoká	ochrana
černá	muž žena	nízká	nízká	vysoká	bohatství citlivost

## 4.1 Atributy barvy

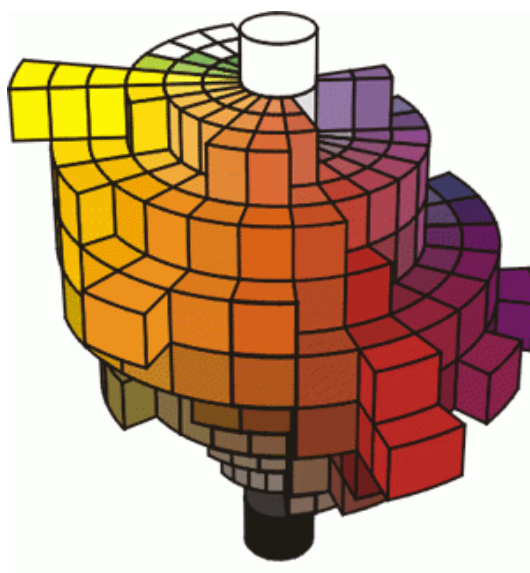
Barva je charakterizována třemi atributy: tónem, jasem a sytostí. Nejpoužívanějším je tón barvy, který se pojí k barvám vlnového spektra. Dopadající světlo nikdy neobsahuje pouze jednu vlnovou délku, tudíž není nikdy monochromatické. Správná barva se nám zobrazí kvůli převládající vlnové délce pro danou barvu. [12]

Barevné tóny vyznačují různé stupně jasů. Jas je součástí intenzity světla (velikost energie, kterou obsahují světelné paprsky), která prochází na sítnici oka. S rostoucí intenzitou světla se bude zvyšovat i jas barvy. Se zvyšujícím se jasnem se barva postupně blíží bílé a naopak se snižujícím jasnem bude barva tmavnout. [12]

Poslední atribut je sytost vyobrazující procento tónu a zároveň procento bílé barvy v konkrétní barvě. Červená barva obsahující padesát procent bílé barvy bude zobrazována jako růžová. Přidáváním bílého světla barva snižuje svoji sytost. [12]

## 4.2 Munsellův strom barev

Katalog byl vytvořen v roce 1915 Albertem H. Munsellem a stal se jedním z nejpoužívanějších. Má tvar koule a v jeho horizontální ose jsou zobrazeny hodnoty jasu, které postupují od bílé barvy v horní části kruhu až do černé barvy ve spodní části. Ve vertikální ose sytost barev klesající směrem ke středu kruhu. V obvodové části můžeme sledovat změnu barevného tónu. V katalogu (obrázek č. 5) najdeme pět barev-červenou, žlutou, zelenou, modrou a fialovou, k tomu dále pět smíšených barev-červenožlutou, zelenožlutou, modrozelenou, fialovomodrou a červenofialovou. Se změnou intenzity světla můžeme sledovat i změnu tónu barev. [12]



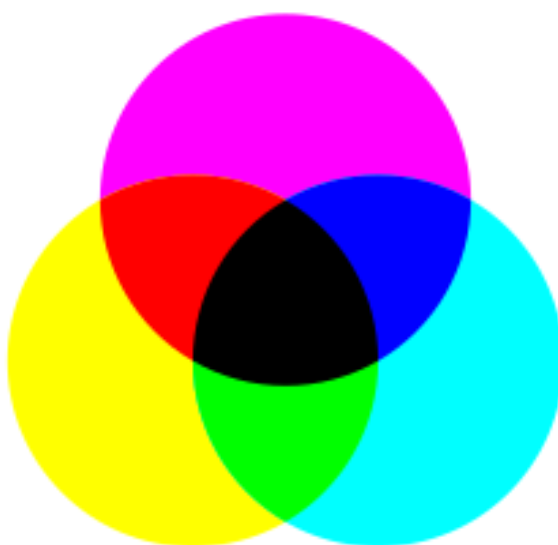
Obrázek 5: Munsellův strom barev [5]

## 4.3 Mísení barev

Typické pro barvy je jejich možnost různého míchání barev. Kombinací dvou různých barev nám vznikne barva nová, jak můžeme vidět na obrázku č. 7. Při pohledu na určitou barvu nedokážeme rozlišit z jakých barev je složena. Rozlišujeme dva typy mísení barev. [12]

**Odečítací (subtraktivní) mísení barev** využívají třeba malíři nebo se také využívá při tisku. Mísí se například barviva, inkousty nebo pigmenty pohlcující širokou škálu spektra a odrážející malou část vlnových délek. Každá barva pohlcuje světlo různých vlnových délek. Modré světlo odráží od předmětu nejvíce světla krátkých vlnových délek a nejméně dlouhých

vlnových délek. Smícháním dvou barev se spojí jejich absorpční schopnosti. Například smíchání žluté a modré barvy. Modrá absorbuje část světla, kterou žlutá odrazí a naopak. Oblast viditelného spektra, kterou odráží obě barvy podobně, zůstane neabsorbována. Jedná se o střední vlnovou délku. Každá nová barva rozšiřuje pásmo pohlcených vlnových délek a odebírá další část původního světla. Kdybychom chtěli mísit více než dvě barvy, došlo by k pohlcení všech vlnových délek a výsledná barva by byla tmavá. Mísením nelze získat bílou barva. Různou kombinací dvou subtraktivních barev (žlutá, fialová a modrá) nám vznikne jedna ze základních barev (červená, modrá nebo zelená). Kombinací všech základních subtraktivních barev vznikne černá, jak je vidět na obrázku č. 6 [12, 22, 23]

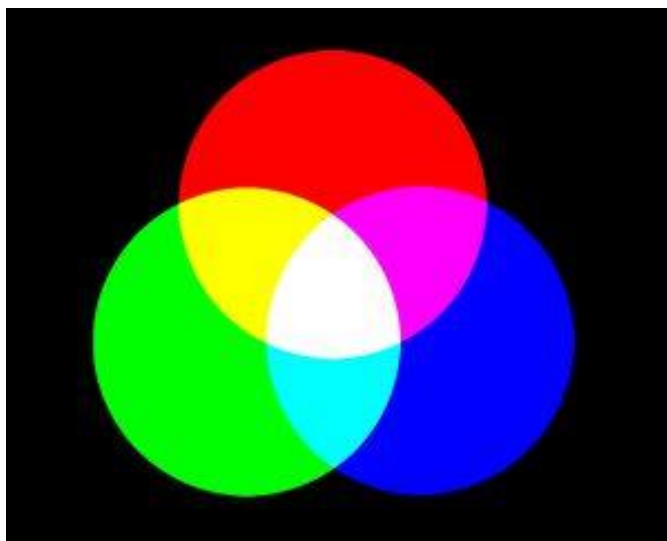


Obrázek 6: Subtraktivní mísení [6]

**Bílá barva** není součástí viditelného spektra. Vznik bílého světla popsal na rozkladu světla pomocí skleněného hranolu. Po průchodu světla hranolem došlo k rozpadu paprsků, které následně prošly protější stranou hranolu ven v podobě bílého světla. Bílé světlo obsahuje rovnoměrně rozložené vlnové délky spektra. Povrch bílého podnětu tvoří molekulární složení, pomocí kterého udržuje vlastnosti světla. [12]

**Aditivní mísení barev** sčítá skládající se světla. K vlnové délce určitého světla se připojí vlnové délky charakteristické pro druhé světlo. Na bílé plátno promítneme modrou a žlutou barvu a v prostoru, kde se protnou, vznikne bílá barva, protože jsou zde zastoupeny všechny vlnové délky. Budeme-li před probandem rychle střídát dvě různě barevná světla, nestihne vnímat obě barvy a dojde ke splynutí barev a vzniku nové barvy. Při aditivním mísení

se využívají základní barvy červená, zelená a modrá. Kombinací těchto tří barev vznikne bílá. [12, 22, 23]



Obrázek 7: Aditivní mísení barev [7]

#### 4.4 Barevné vidění

Barevné vidění je podmíněno vlnovou délkou světla. Vlnová délka je vzdálenost vrcholů dvou po sobě jdoucích vln. Rozmezí vlnové délky viditelného spektra se nachází od 380 nm do 760 nm. Jakákoliv barva může vzniknout smícháním červené, zelené nebo modré barvy. Každá barva je vyznačována barevným tónem, jasnem, sytostí a také se na ni výrazně uplatňuje hladina okolního osvětlení. Čím se intenzita světla bude zvyšovat, tím se nám barva bude zdát světlejší a jasnější. [2, 5]

Barevné vidění vzniká podrážděním sítnice světlem a aktivace fotoreceptorů. Během dne nám barevné vidění umožňují čípky a tento typ vidění označujeme jako fotopické. Při snížení intenzity světla přestanou být čípky dostatečně podrážděny a jejich funkci přebírají tyčinky. Vzniká vidění skotopické. Kvůli foveole, místu nejostřejšího vidění, obsahující pouze čípky, jejichž funkce je vyřazena, vzniká také centrální skotom a my se sice dobře pohybujeme v prostoru, ale špatně rozeznáváme jednotlivé předměty kolem nás. [2, 5, 6]

Dopadající světlo na sítnici prvně projde vrstvou gangliových buněk, které jsou nejbliže ke sklivci. Dále světlo projde bipolárními buňkami synapticky připojených ke gliovým buňkám. Poslední vrstvou připojenou na bipolární buňky jsou tyčinky a čípky, které se aktivují a dojde k barevnému vnímání přeměnou světelné energie na nervový vzruch. [5, 13]

### 4.4.1 Trichromatická teorie

Trichromatická teorie je také často nazývána jako Young-Helmholtzova teorie. Podkladem pro tuto teorii bylo zjištění, že různým mísením tří základních barev můžeme získat jakoukoli barvu. [6, 12, 22]

Dříve uvažovali o dvou možnostech, jak oko vnímá světlo. První možnost pojednávala o tom, že oko obsahuje velký počet fotoreceptorů a každý z nich zpracovává určitou vlnovou délku. Pokud by to takto fungovalo, oko by využívalo nepatrnou část sítnice a kvalita vidění by nebyla tak vysoká. Druhá možnost říkala, že oko má pouze jeden fotoreceptor schopný vnímat světlo všech vlnových délek. V případě této varianty by fotoreceptor přijímal velké množství pigmentů a výsledné zpracování by nemuselo jednoznačně poukazovat na konkrétní vlnovou délku a ani barvu. [6, 12, 22]

Se základní myšlenkou trichromatické teorie poprvé přišel George Palmer v roce 1777, který se domníval, že světlo obsahuje pouze tři barevné paprsky (červený, žlutý a modrý), které dopadají na sítnice obsahující pouze tři druhy fotoreceptorů. [6, 12]

V 19. století se k teorii vnímání světla dostal blíže Thomas Young. Vysvětloval, proč naše oko nemůže mít množství specifických fotoreceptorů pro vyhodnocení barev a že oko obsahuje několik druhů receptorů a každý reaguje na určité pásmo vlnové délky. [12, 22]

O několik let později přišel s myšlenkou vnímání barev za pomoci spolupráce tří receptorů Hermann von Helmholtz. Vycházel z experimentů mísení barev pomocí zeleného, modrého a červeného disků navrženými Jamesem Clerkem Maxwellem. Helmholtz usoudil, že všechny tři druhy fotoreceptorů reagují na celé spektrum vlnové délky, ale každý reaguje na jinou intenzitu světla. L čípký reagují na světlo dlouhých vlnových délek, M čípký na střední vlnové délky a S čípký na krátké vlnové délky. Zároveň informace o barvě zpracované receptory jsou za pomoci tří druhů neuronů přeneseny do mozku k dalšímu zpracování. [6, 12, 22]

### 4.4.2 Teorie oponentního procesu (Heringova teorie)

Ewald Hering se v 19. století zabýval vnímáním a pojmenováváním barev, kde svým probandům předložil vzorník barev, ze kterého měli vybrat „čisté“ barvy (barvy, které nevzniknou smícháním jiných barev). Výsledky ukázaly, že lidé vybírali převážně červenou, zelenou, žlutou a modrou barvu. Tyto barvy, podle Heringa, stačí ke vzniku všech barevných tónů pomocí jejich kombinace. Smícháním modré a červené barvy by měla vzniknout fialová

a z červené a žluté barva zelená. Některé barvy jsou protichůdné a nemůžou se vyskytovat současně jako například červená a zelená barva. [6, 12, 24]

Výsledkem pozorování byly mechanismy zrakového systému reagující protichůdně. Příkladem je třeba mechanismus žluté a modré barvy, kde pozitivně reaguje na projev žluté barvy a negativně na projev barvy modré. Aktivační a inhibiční procesy vznikají díky vzniku a rozpadu chemických látek na sítnici. [6, 12, 22]

## 5 Poruchy barevného vidění

### 5.1 Vrozené poruchy

Vrozenou poruchou barevného vnímání jsou častěji postiženi muži než ženy. Tyto vady jsou dědičné, recesivního typu a vázány na X chromozom. Pokud je člověk úplně barvoslepy, nerozpoznává žádné barvy a okolí vidí pouze černobíle. [6, 12, 22, 25, 26]

Monochromazie (achromatopsie, úplná barvoslepost) je stav, kdy dotyčný vidí barvy pouze černé a bílé. Monochromazii provází často světloplachost, nystagmus a nízká zraková ostrost. Člověk může postižen tyčinkovou achromazií má vyřazeny veškeré čípky a vjem zprostředkovávají pouze tyčinky. U čípkové achromazie je funkční pouze jeden druh čípků a barevné vnímání nemůže být zprostředkováno vůbec. [6, 12, 22, 25, 26]

Částečná barvoslepost se projevuje výpadkem jedné ze základních barev (obrázek číslo 9,10,11). Takový stav je označován jako dichromasie (dvoubarevné vidění), kterou dále dělíme to tří skupin. Pokud jedinec nedokáže vnímat červenou barvu, označujeme typ dichromasii jako protanopie, pokud nevnímá zelenou barvu deuteranopie a u modré barvy tritanopie. Při pouze snížené schopnosti vnímat základní barvy, je tento stav barvosleposti označován jako anomální trichromasie – protanomálie (u červené barvy), deuteranomálie (u zelené barvy), tritanomálie (u modré barvy). Většinou je rozmezí mezi poruchami špatně rozeznatelné a můžeme proto spojit dichromasii a anomální trichromasii. Například protanopie s protanomálií budeme nazývat protanie. Stav, kdy člověk vidí všechny tři základní barvy, nazýváme trichromazie (obrázek č. 8). [6, 12, 22, 25, 26, 27]



Obrázek 8: Trichromazie [8]



Obrázek 9: Protanopie [9]





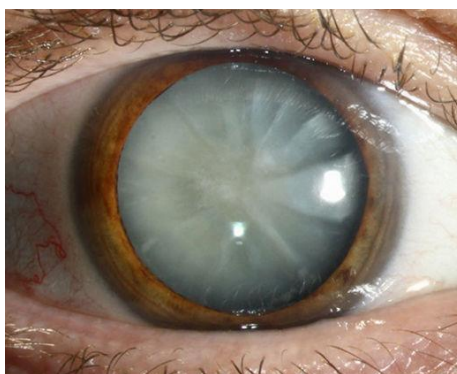
Obrázek 10: Deuteranopie [10]



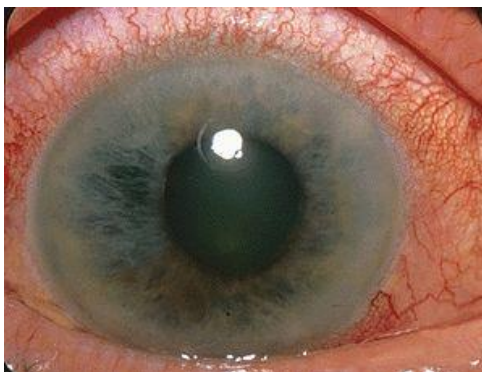
Obrázek 11: Tritanopie [11]

## 5.2 Získané poruchy

Zakalení jednoho z optických systémů může mít za následek špatné vnímání barev a snížení zrakové ostrosti. To může způsobit třeba katarakta (obrázek č. 12), při které dochází k postupnému zakalení oční čočky a bránění vstupu světelným paprskům na sítnici. [6, 28] K porušení barevného vidění může přispět i glaukom (obrázek č. 13), což je nevratná neuropatie zrakového nervu a v pozdějším stadiu onemocnění může docházet ke změně zorného pole a mlhavému vidění. [1, 6] Dále může porucha vzniknout vlivem afakie nebo třeba hemoftalmus. Xantopsie je žlutavé vidění patřící k přechodné poruše barevného vidění v důsledku žloutenky. Erytropsie vzniká při afakii nebo otravou určitým druhem látek. Projevuje se červeným viděním v důsledku oslnění. [6] Chromatopsie je získaná spíše přechodná porucha, kdy nemocný vidí bílé světlo s barevným odstínem. Tato porucha je často způsobená léky nebo chemikáliemi [27]



Obrázek 12: Katarakta [12]



Obrázek 13: Glaukom [13]

### 5.3 Vliv barev při výběru povolání

Lidé s poruchou barvocitu jsou limitováni jak v běžném životě, tak i v profesním. Chemik, švadlena, výtvarník apod. ke své práci potřebují rozeznávat jednotlivé barvy. V některém zaměstnání musí člověk podstoupit testy na barvocitu a s poruchou vnímání některé barvy ho nepřijmou. Například: policista, hasič, záchranář, strojvedoucí, pilot, řidič autobusu. [12]

#### Řízení motorových vozidel

Pokud osoba trpí vážnou poruchou barvocitu, musí schválení k řízení motorových vozidel posoudit odborný lékař. [27]

**VYHLÁŠKA**  
ze dne 2. března 2018,  
kterou se mění vyhláška č. 277/2004 Sb.,  
o stanovení zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel,  
zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel s podmínkou a náležitosti  
lékařského potvrzení  
osvědčujícího zdravotní důvody, pro něž se za jízdy nelze na sedadle motorového  
vozidla připoutat bezpečnostním pásem (vyhláška o zdravotní způsobilosti k řízení  
motorových vozidel),  
ve znění pozdějších předpisů

Obrázek 14: Vyhláška zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel [14]

#### Drážní doprava

Osoba nesmí mít jak při udělování povolení řízení drážního vozidla (železniční, tramvajové, trolejbusové a lanové dráhy) žádnou chybu barvocitu, tak v následných pravidelných prohlídkách. [27, 29]

**VYHLÁŠKA**  
ze dne 11. června 2019,  
**kteřou se mění vyhláška č. 101/1995 Sb., kteřou se vydává Řád pro zdravotní  
způsobilost osob  
při provozování dráhy a drážní dopravy, ve znění pozdějších předpisů**

Obrázek 15: Vyhláška zdravotní způsobilosti k drážní dopravě [15]

### Námořní doprava

Vůdce vnitrozemských plaveb musí mít barvocit zcela v pořádku, pokud není vůdcem malého plavidla. Vůdce malého plavidla nesmí mít těžkou poruchu barvocitu. [29]

### Letecká doprava

**Piloti 2. třídy** (sportovní piloti, soukromí piloti) musí být buď bez poruchy barvocitu, nebo musí být alespoň zachována schopnost rozeznávat základní barevné signály. V takovém případě mu bude povolení potvrzeno s podmínkou letů ve dne (omezení VLC). **Piloti 1. třídy** (obchodní piloti, dopravní piloti) musí být bez poruchy barvocitu. Na Ishiharově testu musí na 100% rozpoznat 15 nahodilých tabulek. Shodné podmínky mají i piloti s průkazem LAPL. **Řídicí letového provozu** musí být bez vady barvocitu a dělají se u nich rozsáhlejší vyšetření než u pilotů. [27, 29]

### Armáda ČR

U některých zaměření jako je třeba chemik, spojač, výsadkář je porucha barvocitu vyloučena, ale u některých je možno rozpoznávat alespoň základní barevné signály. Rozpoznávání základních barevných signálů je požadováno i po Policii ČR nebo Celní správě. [27]

**VYHLÁŠKA**  
ze dne 18. října 2018,  
**kteřou se mění vyhláška č. 454/2002 Sb.,  
kteřou se stanoví doklady pro výběr, postup při výběru a vzor osobního dotazníku  
uchazeče o povolání  
do služebního poměru vojáka z povolání,  
ve znění vyhlášky č. 413/2009 Sb.**

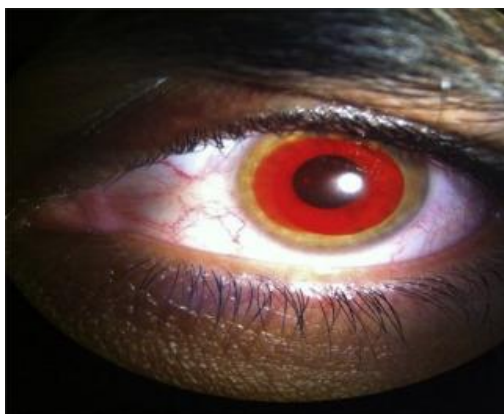
Obrázek 16: Vyhláška zdravotní způsobilosti k armádě ČR [16]

## 5.4 Kompenzace poruchy barvocitu

V této době bohužel nemůžeme vrozené poruchy nijak léčit. Díky neustálému vývoji a zvyšující se kvalitě a možnostem výzkumů, je možné, že časem bude možný virový přenos genu, který bude vytvářet chybějící pigment a bude vložen přímo do funkčních fotoreceptorů. [27]

Získané poruchy barvocitu mohou vzniknout kvůli užívání řadě různých léků, které jako vedlejší účinky mimo jiné ovlivňují i zrak a barevné vidění. Proto by se před začátkem užívání léků, měl pacientovi vyšetřit barvocit a v průběhu léčby provádět pravidelné kontroly, aby nedošlo buď ke zhoršování poruchy barvocitu, nebo nevznikla úplně nová porucha. [27]

Na trhu se dnes již objevují X-chromové (obrázek č. 17) nebo chromagenové čočky, které by měly zlepšovat u osob s poruchou barvocitu jas a kontrast barev. X je v názvu kvůli tomu, že porucha barvocitu je nesena na chromozomu X. Jedná se jak o brýlové čočky, tak i o kontaktní čočky. V čočkách jsou využívány barevné filtry. Čočky neléčí, pouze zlepšují obraz, ale i tak jsou pro využití třeba v dopravě nepřipustné.[27, 24] Barevné filtry napomáhají měnit množství signálů pro jednotlivé barvy. Přesný princip není znám, ale vychází se z myšlenky, že u člověka bez poruchy barvocitu jsou fotoreceptory u obou očí ve stejném množství a u člověka s poruchou barvocitu se množství liší. Osobě s poruchou barvocitu, která má snížený poměr fotoreceptorů pro červenou, zelenou i modrou barvu se zavede barevný filtr na dominantní oko a tak dojde ke změně poměru pouze na jednom oku a tím se do mozku dostanou dva různé signály. Mozek tím rozliší větší množství barev, než bez filtru. Lidé s poruchou barvocitu jsou schopni rozlišit asi 2000 barev a díky barevným filtrům se počet zvýší na 6000. [30, 24]



Obrázek 17: X-chromová čočka [17]

## 6 Testy barvocitu

Testy k zjišťování barvocitu můžeme rozřadit do čtyř skupin podle jejich principu

- Pseudoizochromatické tabulky
- Testy barevné preference
- Testy vytvořené na základě míšení barev
- Pojmenovávací testy

Pro úplné určení poruchy barvocitu je potřeba na pacientovi udělat větší množství testů. [31]

### 6.1 Pseudoizochromatické tabulky

Pseudoizochromatické tabulky se používají pro zjišťování poruch převážně vrozeného barvocitu. Můžeme využít velké množství tabulek např. Rabkinova, Ishiharova nebo třeba Stillingova. Test je vytvořen z různě barevných bodů, které vytváří určité tvary, číslice nebo písmena. Osoby s poruchou barvocitu nemohou úspěšně rozeznat jednotlivé znaky (obrázek číslo 18). [1, 2, 4, 6, 12, 25, 27, 29, 31, 32]

Dle principu je můžeme rozdělit:

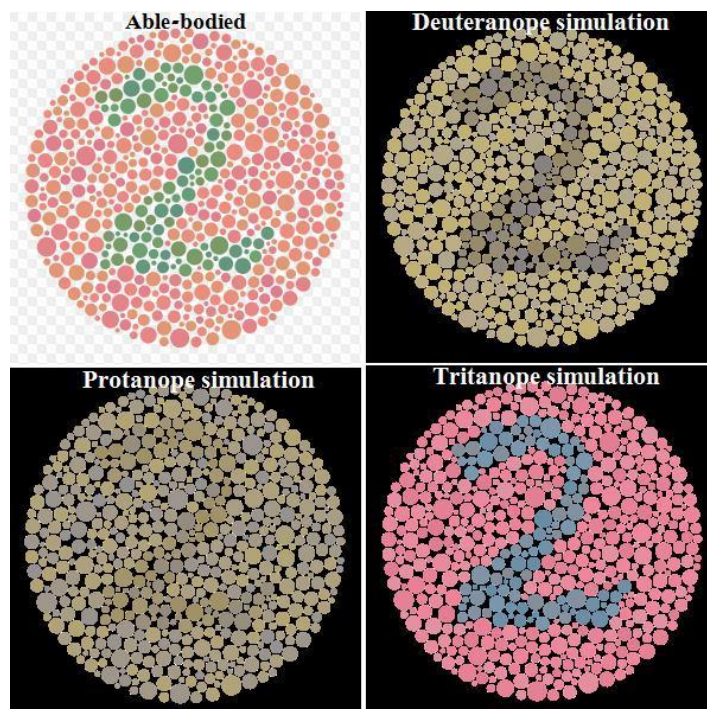
- **Nejednoznačné testy** jsou vytvořeny částečně splývajícími a částečně nesplývajícími podněty s pozadím, aby pacient rozpoznal alespoň část obrázku a mohli jsme si být jistí, že chápe princip testu.
- **Kombinované testy** mají dva podněty. Člověk bez poruchy barvocitu uvidí dva podněty a člověk s poruchou barvocitu pouze jeden.
- **Testy s mizícími podněty**, kde je podnět barevně rozdílný od pozadí, ale kvůli zvoleným barvám je nerozeznají třeba osoby s deuteranopií.
- **Kvantitativní testy** tvoří obrázky, u kterých se postupně zvyšuje rozlišnost barev
- **Testy pro zjištění simulantů**, kde je podnět jasně odlišen od pozadí intenzitou barev [31]

Testy, které řadíme do pseudoizochromatických tabulek:

**Ishihara test** jsou testy patřící mezi první používané pseudoizochromatické tabulky. Podněty jsou v podobě bodů vyobrazeny na pozadí. Mohou to být číslice nebo písmena. [32]

**Jednoduché testy pro zjištění barvocitu** jsou testy určené pro vyšetřování dětí. V jedné části jsou vyobrazeny jednoduché tvary a ve druhé části jsou náročnější podněty jako třeba pes nebo balón. [31]

**Klasické pseudoizochromatické tabulky** dělíme na dvě části. První část je vytvořena pro určení poruchy pro červeno-zelenou barvu. Je složité je sehnat a pacient si je nemůže snadno koupit a naučit se je z paměti. Druhá část je vytvořena pro zjišťování červeno-zelených, modro-žlutých a skotopický vad. [31]



Obrázek 18: Pseudoizochromatické tabulky a jednotlivé poruchy [18]

## 6.2 Testy barevné preference

Principem toho testu je řazení barev dle jasů.

### Farnsworthův a Munsellův 100-hue-test

Tento seřazovací test prokazuje kvalitu barevného vidění. Je tvořen barevnými terči, které jsou sestaveny do čtyř skupin (obrázek č. 19). Vyšetřovaný má za úkol seřadit náhodně promíchané terče tak, aby přechod mezi jejich barevnými odstíny byl co nejmenší. Na spodní straně terčů jsou čísla, podle kterých probíhá vyhodnocení. Výsledky se zanesou do kruhového schématu a zjistí se chybové skóre pro jednotlivé terče. Stejně probíhá i Lanthonyho 40-hue test, který obsahuje čtyřicet barevných terčů. Tyto testy jsou vhodné pro zjišťování barvocitu u osob, u kterých je požadován perfektní barvocit. [1, 2, 4, 6, 25, 27, 29, 31, 32]



Obrázek 19: Hue test [19]

### Holmgreenovy tabulky

Test je tvořen různě zbarveným bavlnkami lišící se i sytostí a odstíny. Pacient vybírá z boxu bavlnky se stejným odstínem. [6, 32]

## 6.3 Testy založené na základě míšení barev

### Anomaloskop

Anomaloskop (obrázek č. 20) je spektrální přístroj zjišťující kvalitativní a kvantitativní anomálie barevného vnímání. Vyšetřovaný v okuláru pozoruje rozpůlený kruh. Jedna polovina má žlutou barvu a druhá směs červené a zelené barvy. Úkolem je nastavit takový poměr směsí, aby obě pole měla shodně žlutou barvu. Pacient s protanomálií využije více červené barvy a pacient s deuteranomálií více barvy zelené. Test podstoupí klienti, kteří nezvládli pseudoizochromatické tabulky. [2, 4, 6, 8, 12, 25, 27, 29, 32]

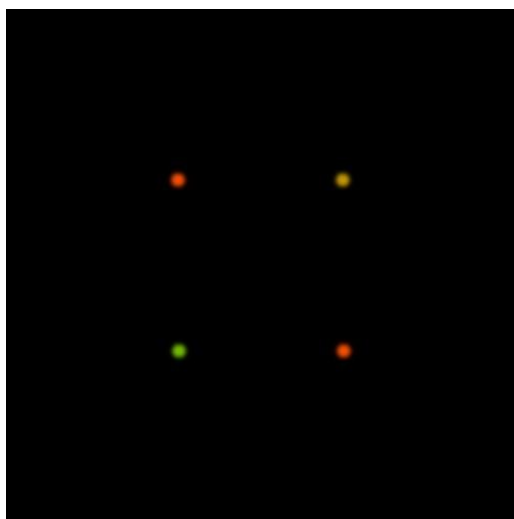


Obrázek 20: HMC-R Anomaloskop [20]

## 6.4 Pojmenovávací test

Jedná se o signální test. Součástí jsou tři tlačítka pro červenou, modrou a žlutou barvu. Tyto barvy můžeme zesvětlit bílým světlem. Proband má určit předkládané barvy (obrázek č. 21). Testem zjišťujeme trichromazii nebo dichromazii. Pokud proband správně rozezná i zesvětlené barvy, může získat povolení k řízení osobního automobilu jako neprofesionální řidič. Mezi pojmenovávací testy můžeme zařadit třeba Lantern test patřící mezi nejstarší testy. [27, 29]

Jaroslav Netušil vynalezl v roce 1958 test na určování barevného vnímání přímo pro účely drážní dopravy. Přidáním bílého světla bylo možné modelovat déšť nebo třeba mlhu. [29]



Obrázek 21: Pojmenovávací test [21]

### CAD test

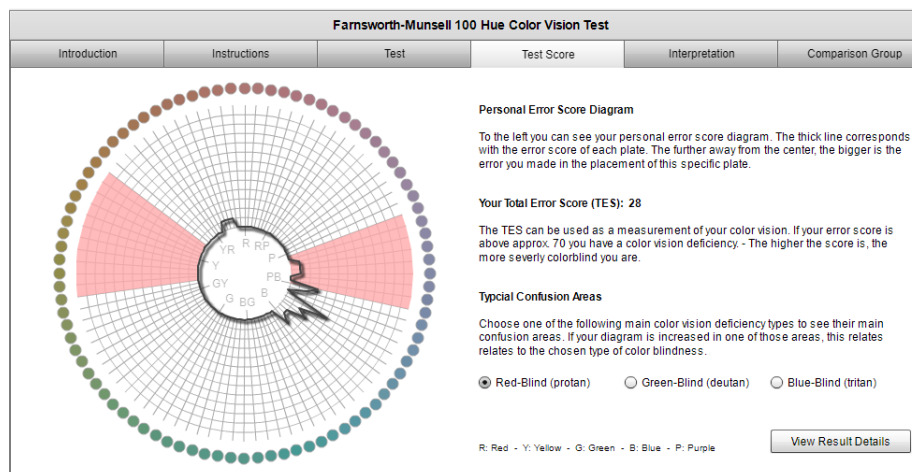
Test je řazený mezi novější testy hlavně v letectví. K testu je využíván LCD displej se malými čtverci, které různě mění svůj jas. Proband má za úkol rozpoznat směr přecházejícího čtverce na úhlopříčce displeje. Pozadí je zbarveno v šedé barvě. Proband test zvládne pouze tehdy, pokud je schopen rozlišit rozdílné jasy čtverečků. Testem velmi přesně určíme, o jakou poruchu barvocitu se jedná. [27]



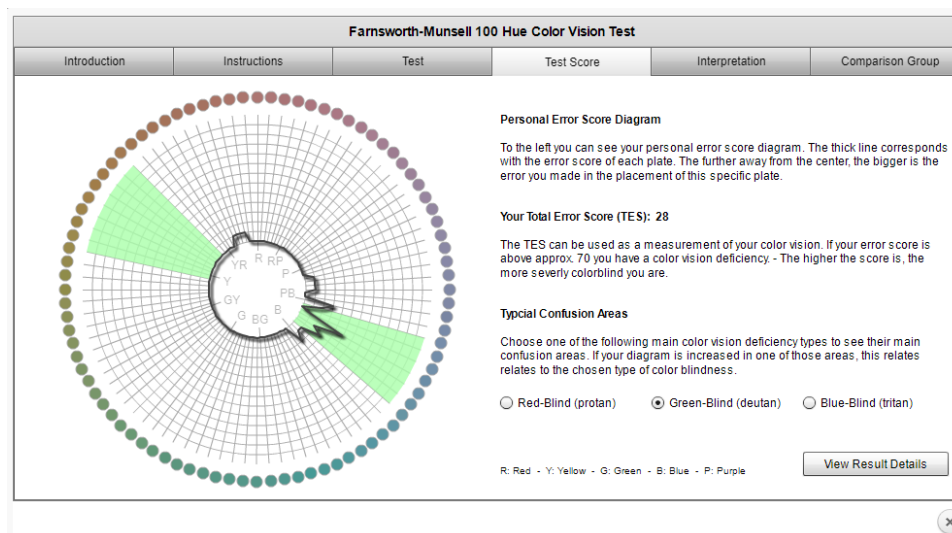
## 7 Experimentální část

### 7.1 Výběr metody testování experimentální části

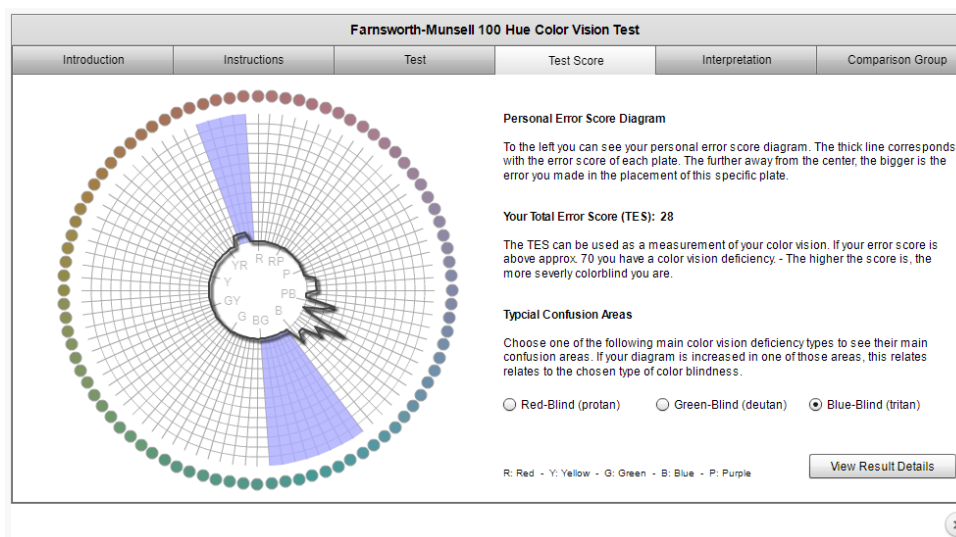
V experimentální části jsem porovnávala rozdílnost barevného vnímání u mužů a žen. K testování jsem využila Hue test, který jsem si našla na internetu <https://www.colorblindness.com/farnsworth-munsell-100-hue-color-vision-test/#prettyPhoto/2/>. Tento test jsem si vybrala z důvodu, že je lehce dostupný i s následným vyhodnocením. Na internetu bylo více takových testů. Ve výsledku jsem si vybírala mezi třemi testy. Jeden byl krátký a připadalo mi, že barevné odstíny jsou od sebe lehce rozeznatelné. Tento test jsem pak využila pro tvorbu vlastního testu. Druhý test měl černý podklad a přišlo mi, že oči fixují hlavně podklad, než barvy. Vybrala jsem tedy třetí test s bílým podkladem, protože tolik nerušil měření. Test jsem vyzkoušela na určitém počtu dobrovolníků, následně jsem výsledky zadala do tabulky a celkové testování jsem vyhodnotila. Chybovost test vyhodnocuje sám. V první záložce test ukáže počet chyb a graf, který poukazuje na chybovost u červené, zelené a modré barvy (pro jednotlivé barvy musíme v dolní části obrazovky označit pole). Tento graf si vyobrazují obrázky č. 22, 23 a 24.



Obrázek 22: Chybovost pro červenou barvu [22]

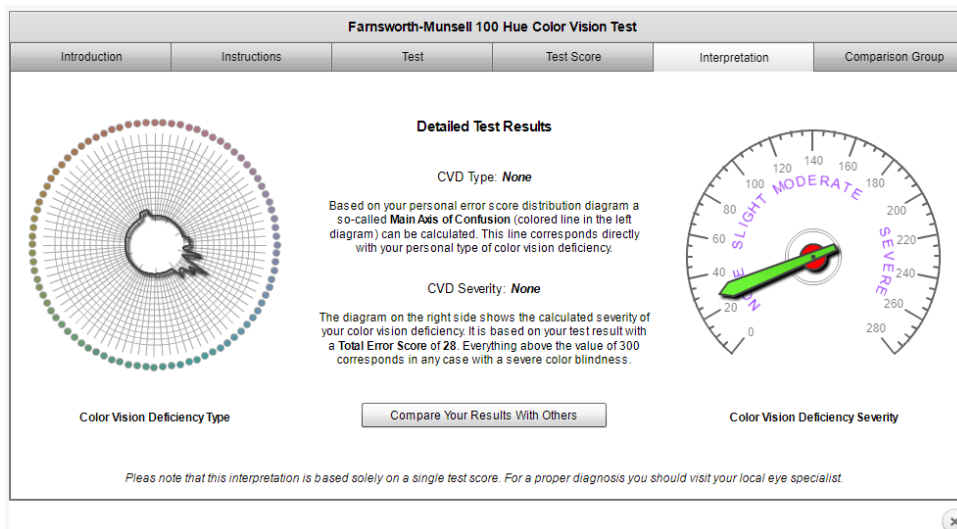


Obrázek 23: Chybovost pro zelenou barvu [23]



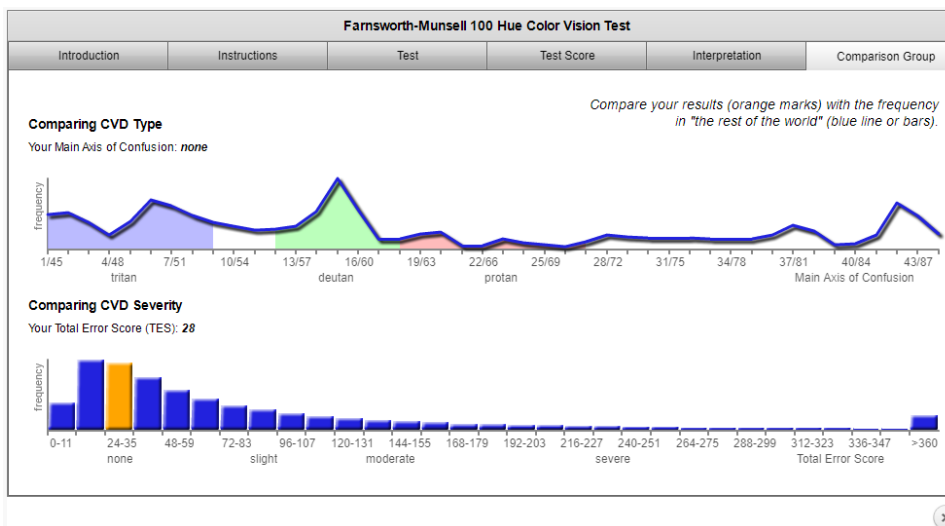
Obrázek 24: Chybovost pro modrou barvu [24]

V následující záložce se nám ukáže opět celkový graf, který jsme měli i u první záložky (vyhodnocení pro jednotlivé barvy). Druhý graf (obrázek č. 25) nám opět vyobrazí počet chyb a rozmezí, které vyjadřuje možnost problémů s barvocitem (žádná, lehká, střední a těžká).



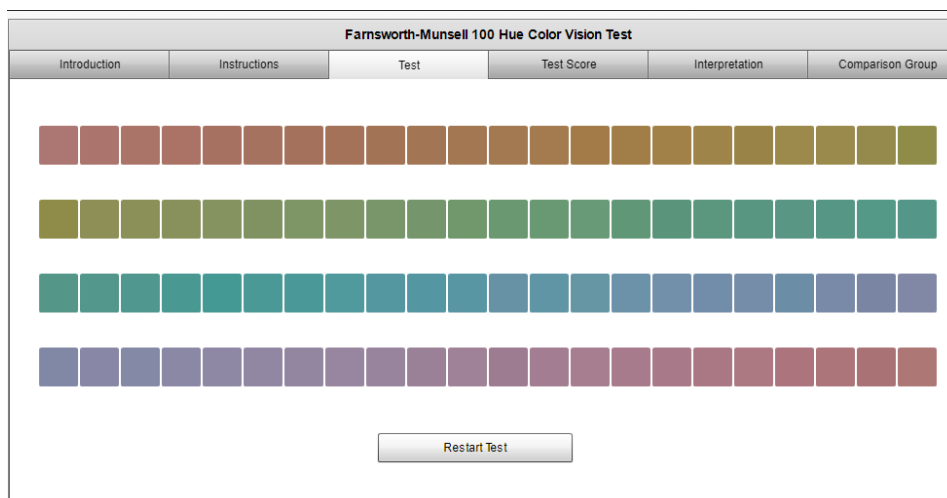
Obrázek 25: Chybovost pro modrou barvu [25]

V poslední záložce nám vyhodnocení ukáže, jak testovaní uspěli mezi všemi, kteří si test doposud udělali. Zároveň se zde dozvíme rozmezí nejčastějších počtu chyb. V grafu (obrázek č. 26) je vidět, že testovaná osoba se zařadila do skupiny s počtem chyb mezi 24-35. Také zde vidíme, že nejčastější počet chyb se pohybuje v rozmezí 12-23 chyb.



Obrázek 26: Porovnání výsledků [26]

Ve vyhodnocení se také můžeme podívat, jak dobrovolník test vypracoval (obrázek č. 27).



Obrázek 27: Vypracovaný test [27]

V druhé části testování jsem si vytvořila vlastní test na barevné vnímání. Opět jsem otestovala dobrovolníky a vyhodnotila testování.

## 7.2 Průběh experimentální části

Pro testování jsem si zvolila 20 dobrovolníků, tedy 10 mužů a 10 žen. Dobrovolníky jsem volila ve věku 15-40 let. Od 15 let z důvodu toho, že studuji nelékařský obor a není v mé kompetenci měřit osoby mladších patnácti let. Osoby starší 40 let jsem neměřila, kvůli možnosti šedého zákalu. Postupem času se čočka zakaluje a začne ovlivňovat kvalitu barevného vnímání, což by mohlo narušit i testování. Déle jsem si také vybírala dobrovolníky, kteří netrpí poruchou barvocitu.

S testovanými dobrovolníky jsem se chtěla vždy sejit a vysvětlit jim princip testu, ale bohužel kvůli situaci COVID-19, která nastala, jsem musela testovaným Hue test zasílat s instrukcemi, jak mají v testu postupovat a jaké výsledky z něj potřebuji zaslat. Kvůli tomu, že jsem neměla kontrolu nad testovanými, je možné, že výsledky nemusí být provedeny za podmínek, které jsem měla stanovené, jako třeba správné světelné podmínky nebo doba testování, kdy člověk není unavený. Výsledky mohou být také ovlivněny přístupem testovaných. Myslím si, že kdybych měla možnost se s nimi sejit a kontrolovat je, testování by se více snažili a výsledky by byly kvalitnější. Ofocené výsledky jsem si uložila do Wordu

a počet chyb zanesla do vytvořených tabulek v Excelu. Po získání potřebného počtu dobrovolníků jsem ze sloupců vytvořila graf a testování vyhodnotila dle zadání.

Po dotazování na průběh testu jsem se dozvěděla, že test trval v průměru 15 minut a ke konci už měli testovaní problém rozeznávat jednotlivé barvy, kvůli dlouhému a soustředěnému dívání do počítače.

V druhé části testování jsem testovala pomocí barevného testu, který jsem si vytvořila a u kterého bylo za potřebí se s testovanými sejit. Kvůli tomu, jsem testování zahájila, až začátkem května. Test je vytvořen z barev různých odstínů, které jsem využila z krátkého Hue testu z internetu <https://www.xrite.com/hue-test>.



**Obrázek 28: Vytvořený test**

Tento test jsem si dvakrát vytiskla. Prvně jsem si test vytiskla doma na tiskárně, bohužel tiskárna vytiskla barvy nekvalitně a některé odstíny splývaly. Následně jsem si ho nechala vytisknout Copy centru, kde to vytiskli na lepší papír a mnohem kvalitněji. Jeden jsem rozstříhala na jednotlivé barvy, ze kterých jsem dobrovolníkům náhodně vybrala osm odstínů a postupně jim je předkládala. Testovaní si museli odstín zapamatovat a následně ze vzorníku určit, o který odstín se jedná. Jako vzorník jsem použila druhý výtisk. Cílem tohoto testování bylo zjistit, jak jsou testovaní schopni si jednotlivé barevné odstíny zapamatovat a následně pomocí vzorníku jednotlivé barvy porovnávat a určit správnost předkládané barvy. U této práce se také ukázalo, jak je mozek schopný s jednotlivými odstíny pracovat a v jaké míře je schopný poznat nepatrné rozdíly mezi jednotlivými odstíny, když jsou barvy vedle sebe.

Výsledek testování jsem opět vložila do tabulek a po získání potřebného množství výsledků jsem vše vyhodnotila.

Testování jsem se vždy snažila provádět za stejných světelných podmínek a nejlépe v době, kdy člověk nebyl unavený.

### 7.3 Vyhodnocení

V tabulce č. 2 jsou zapsané hodnoty z testování pomocí Hue testu. Celkem jsem otestovala 10 mužů a 10 žen. Do tabulky jsem zapisovala počet chyb v testu. Jak už jsem se zmiňovala v první kapitole experimentální části, chybovost test určuje sám. V poslední záložce nám ukáže rozmezí chyb a pomocí sloupců množství lidí, kteří se vejdou do tohoto rozmezí se svým počtem chyb. Rozmezí je vždy po 11 chybách až do 359. Test nevykazuje maximální počet možných chyb. Posledním rozmezím je 360 a více chyb.

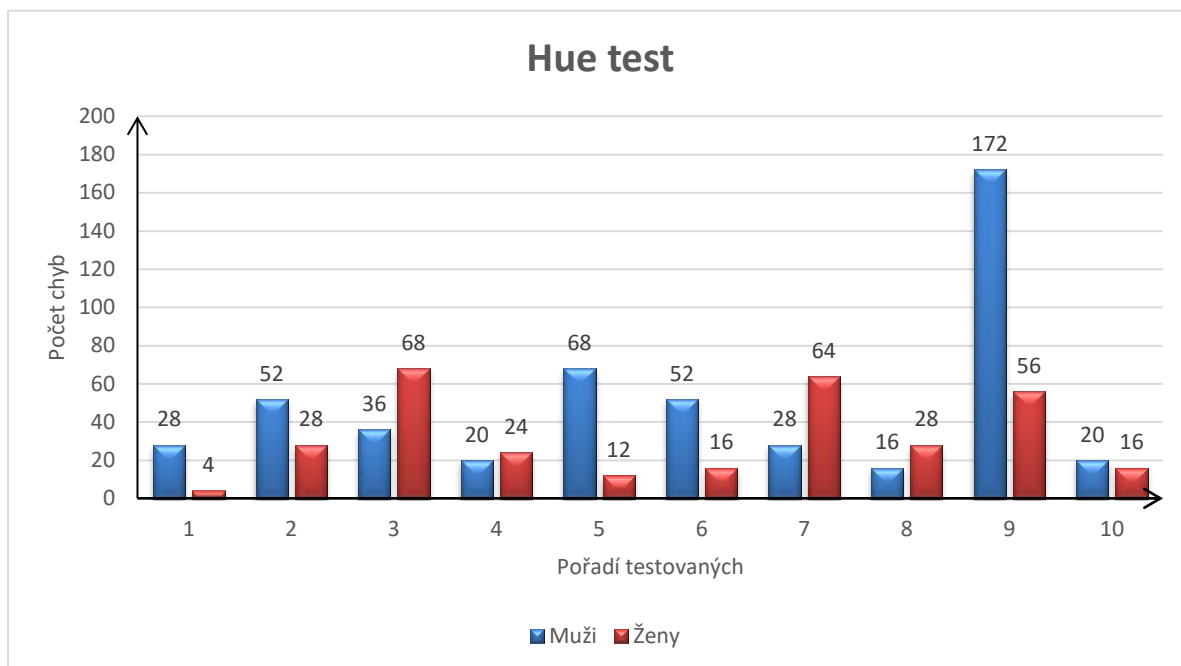
**Tabulka 2: Výsledky z Hue testu**

Pořadí testovaných	Muži	Ženy
1	28	4
2	52	28
3	36	68
4	20	24
5	68	12
6	52	16
7	28	64
8	16	28
9	172	56
10	20	16
<b>Celkem chyb</b>	<b>492</b>	<b>316</b>

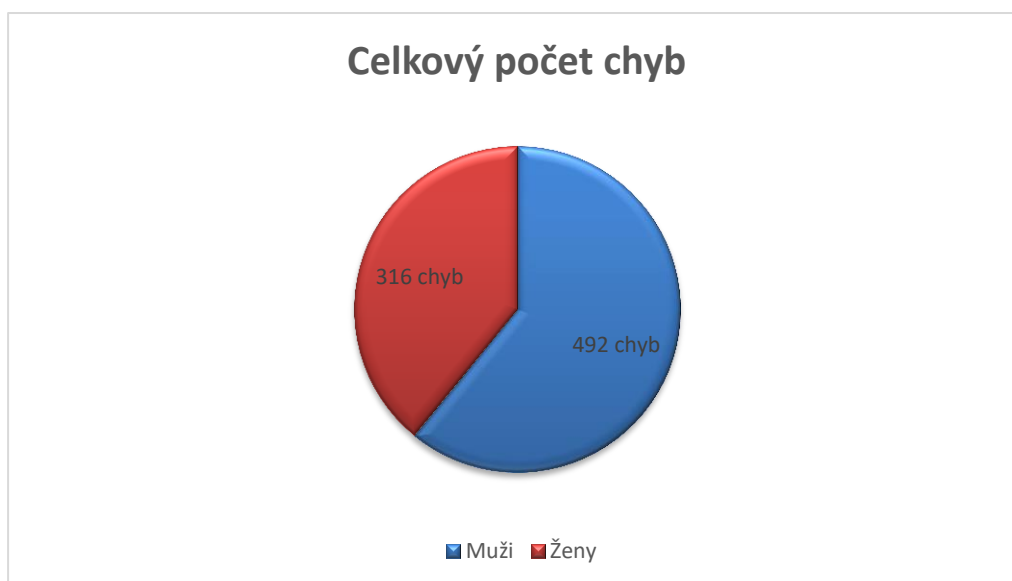
V grafu č. 1 jsou zanesené hodnoty z tabulky č. 2. V grafu můžeme porovnat hodnoty chybovosti mužů s porovnáním chybovosti žen.

V grafu č. 2 jsou celkové chyby testování mužů a žen. Ženy udělaly o 176 chyb méně než muži, ale jak si v tabulce č. 2 můžeme všimnout, jeden testovaný muž vypracoval test se 172 chybami. To mohlo být způsobeno buď problémy s barvocitem, nebo třeba odbytím testu.

Graf 2: Porovnání chybovosti testovaných



Graf 1: Porovnání celkového počtu chyb



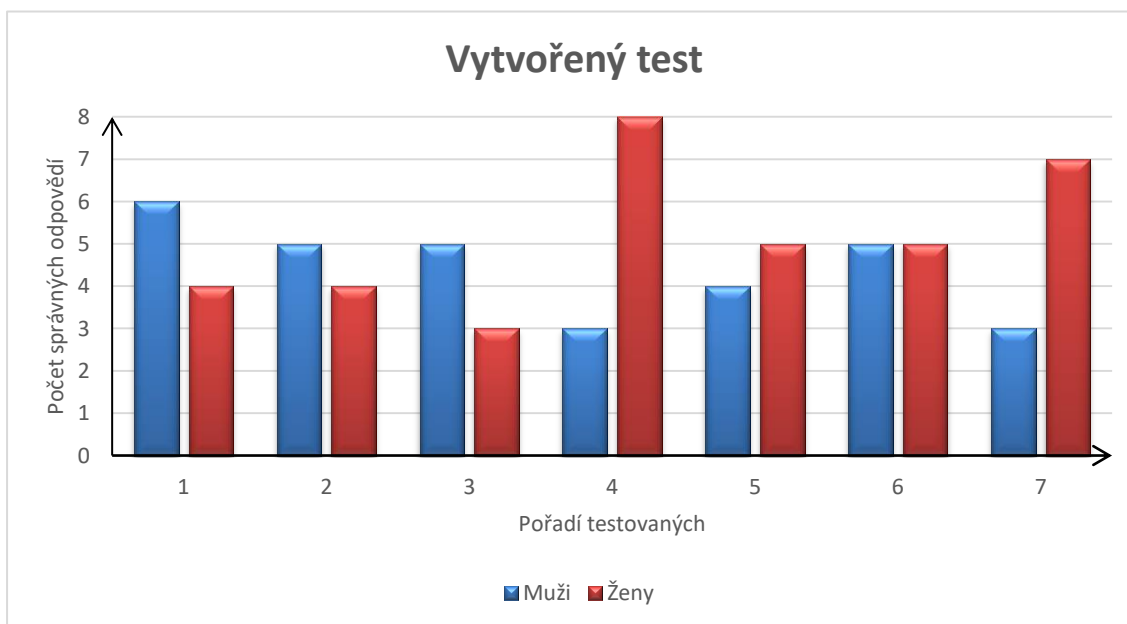
Tabulka č. 3 obsahuje hodnoty z měření pomocí vlastního vytvořeného testu. V tabulce nalezneme počet správně vybraných barev ze vzorníku z celkově osmi možných. Otestovala jsem 7 žen a 7 mužů.

Tabulka 3: Výsledky z vytvořeného testu

Pořadí	Muži	Ženy
1	6	4
2	5	4
3	5	3
4	3	8
5	4	5
6	5	5
7	3	7
Počet správných odpovědí	31	36

V grafu č. 3 jsou zanesené hodnoty z tabulky č. 3. Opět můžeme porovnat hodnoty měření mužů a žen, akorát v tomto grafu jsou zanesené správné odpovědi. Maximální počet správných odpovědí je 8.

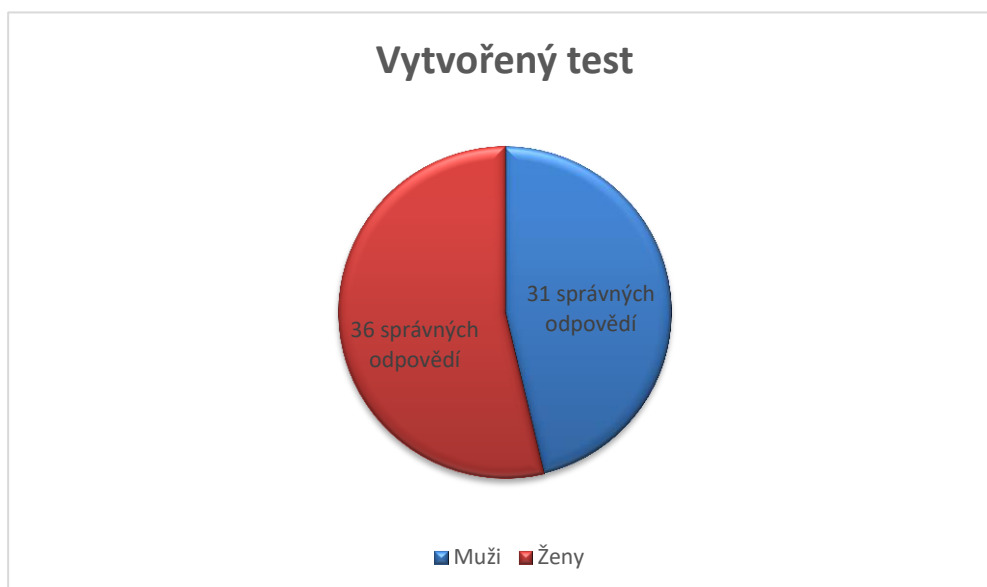
Graf 3: Porovnání správných odpovědí testovaných



V grafu č. 4 vykazuje celkový počet správných odpovědí u mužů a žen. V této části měli ženy více správně uhodnutých barevných odstínů než muži. Ženy správně rozpoznaly 36 barev a muži 31. Oproti předchozímu testu zde není tak velký rozdíl ve výsledcích.



Graf 4: Porovnání správných odpovědí testovaných



Tabulka 4: Celkové vyhodnocení druhého testování

	Celkem správných odpovědí	Celkem možných správných odpovědí	Úspěšnost testování
Muži	31	56	55 %
Ženy	36	56	64 %

U prvního testování, tedy za použití Hue testu, vyšlo mužům o 176 chyb více než ženám. Až na jednoho testovaného muže, který měl 172 chyb, se ostatní testování pohybovali od 4 do 68 chyb. Proto bych tedy řekla, že výsledky byly u žen i mužů podobné a nedá se říct, že by z tohoto testu vycházelo, že by muži vnímali barvy hůř než ženy. Je možné, že kdyby nenastala situace ohledně COVID-19, a měla jsem možnost být u testování, výsledky by mohly být lepší a mohla bych jich nasbírat více.

Z druhého testování mužům vyšla 55 % a ženám 64 % úspěšnost. Jak můžeme v tabulce č. 3 vidět, výsledky opět nejsou nikterak rozdílné.

Celkově bych testování vyhodnotila tak, že obě dvě pohlaví vnímají barvy stejně a že nejvíce záleží na snaze a pečlivosti testovaných osob, o čem jsem se přesvědčila u testování na mnou vytvořeném testu.

## Závěr

I když si to kolikrát neuvědomujeme, barvy tvoří podstatnou část našeho života. Život bez barev tvoří člověku řadu problémů. O to víc lidem, u kterých dojde k poruše barevného vidění během života. U osob, které se s poruchou nemohou smířit, to může ovlivnit i jejich psychický stav.

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracovat dostupné informace o barvocitu a jeho poruchách. Dále vypracovat jednotlivé metody sloužící k vyšetření barvocit a vliv poruchy barvocitu pro přijetí do práce. Také jsem zpracovala informace o sítnici a s ní související princip barevného vnímání. Následně vše, co se týče vzniku a mísení barev.

V experimentální části jsem se zabývala možností rozdílného vnímání u mužů a žen. K testování jsem využila Hue test z internetu, kde měli testovaní za úkol seřadit barvy dle odstínů. V druhé části testování jsem použila vlastní test, který jsem vytvořila z kratšího Hue testu též z internetu. Zde testovaní vybírali ze vzorníku barevný odstín, který jsem jim předložila a který si zapamatovali. V první části jsem otestovala 20 dobrovolníků a ve druhé části 14.

V první části testování byly výsledky až na jednoho testovaného relativně vyrovnané a vycházelo z nich, že muži i ženy vnímají barvy stejně. V druhé části testování měly ženy o necelých 9 % více správných odpovědí než muži. Než jsem začínala testovat, myslela jsem si, že na tom muži budou značně hůř než ženy. Z výsledků, které z obou testování vzešly, jsem byla docela překvapená. Bylo zajímavé sledovat testování dobrovolníků při testování za pomoci vlastního testu. Pokud bylo u testování více lidí, někteří se předháněli, kdo bude mít lepší výsledky a více se snažili.

## Seznam použité literatury

- [1] HEISSIGEROVÁ, Jarmila. *Oftalmologie: pro pregraduální i postgraduální přípravu*. 1. Praha: Maxdorf, [2018]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-580-4.
- [2] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. 1. Praha: Galén, 2006. Psyché (Grada). ISBN 80-7262-404-0.
- [3] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
- [4] KUČHYŇKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2. Praha: Grada, 2016. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-5079-8.
- [5] DYLEVSKÝ, Ivan. *Základy funkční anatomie člověka*. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05249-5.
- [6] AUTRATA, Rudolf. *Nauka o zraku*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2002. ISBN 80-701-3362-7.
- [7] *Optika*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Karolinum, 2013. ISBN 978-802-4622-460.
- [8] ELIŠKOVÁ, Miloslava a Ondřej NAŇKA. *Přehled anatomie*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1216-x.
- [9] BASS, Michael a Virendra N. MAHAJAN. *Handbook of optics*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2010. ISBN 978-0071498890.
- [10] ATCHISON, David A. a George SMITH. *Optics of the Human Eye*. Edinburgh: Elsevier Books, 2000. ISBN 0750637757.
- [11] REMINGTON, Lee Ann. *Clinical anatomy and physiology of the visual system*. 3rd ed. St. Louis, Mo.: Elsevier/Butterworth Heinemann, c2012. ISBN 978-143-7719-260.
- [12] ŠIKL, Radovan. *Zrakové vnímání*. 1. Praha: Grada, 2012. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3029-5.
- [13] JANSKÝ, Ladislav a Ivan NOVOTNÝ. *Fyziologie živočichů a člověka*. Praha: Avicenum, 1981.
- [14] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [15] Biochemie procesu vidění. *WikiSkripta* [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Biochemie\\_procesu\\_vid%C4%9Bn%C3%AD](https://www.wikiskripta.eu/w/Biochemie_procesu_vid%C4%9Bn%C3%AD)
- [16] Rhodopsin. *Britannica* [online]. [cit. 2020-05-19]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/rhodopsin>

- [17] Purkinje shift. *Oxford Reference* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803100355366>
- [18] *Barvy a jejich psychologie, význam a vnímání* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://cmelda.webnode.cz/news/barvy-a-jejich-psychologie-vyznam-a-vnimani/>
- [19] Psychologie barev. *Celostnimediceina.cz* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.celostnimediceina.cz/psychologie-barev.htm>
- [20] Psychologie barev aneb jak barvy ovlivňují naše životy? *Spektrum zdraví* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <http://www.spektrumzdravi.cz/psychologie-barev-aneb-jak-bavy-ovlivnuji-nase-zivoty>
- [21] Podprahové vnímání barev. *Interval.cz* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.interval.cz/clanky/podprahove-vnimani-barev/>
- [22] BENJAMIN, William J. a Irvin M. BORISH. *Borish's clinical refraction*. 2nd ed. St. Louis Mo.: Butterworth Heinemann/Elsevier, c2006. ISBN 978-0-7506-7524-6.
- [23] TUTORIALS: COLOR PERCEPTION. *Cambridge in colour* [online]. Dostupné z: <https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-perception.htm>
- [24] X-Chrome Contact Lenses. *Ezekiel Eyes* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://ezekieleyes.com/x-chrome-contact-lens/>
- [25] VESELÝ, Petr a Pavel BENEŠ. *Vyšetřovací metody v optometrii: a interpretace jejich výsledků v praxi*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2071-0.
- [26] BROSCHEMANN, Dieter a Jörn KUCHENBECKER. *Tabulky k vyšetření barvocitu: vynalezli a vytrébili Jakob Stilling, Ernst Hertel, Karl Velhagen. 2., aktualiz. vyd. Přeložil Jiří CENDELÍN*. Praha: Aventinum, 2012. ISBN 978-80-7151-267-7.
- [27] *Oftalmologie pro praxi*. Olomouc: Solen, Medical education, 2016. ISBN 978-80-7471-211-1.
- [28] *Cataracts* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/cataracts/symptoms-causes/syc-20353790>
- [29] *Česká oční optika*. Praha: EXPO DATA, 1993, **2016**(3). ISSN 1211-233X.
- [30] *Kontaktní čočky pro dyslexii a barvoslepost* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.wilens.cz/kontaktni-cocky-pro-dyslexii-a-barvoslepost/>
- [31] DAIN, S. *Clinical and experimental optometry*, 2004, Clinical colour vision tests 87:4-5:276-293, University of New South Wales, Kensington, Australia
- [32] BENEŠ, Pavel. *Přístroje pro optometrii a oftalmologii*. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2015. ISBN 978-80-7013-577-8.

## Obrázky:

- [1] Průřez lidského oka. In: *Oko (histologie)* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Oko\\_\(histologie\)#/media/File:Schematic\\_diagram\\_of\\_the\\_human\\_eye\\_cs.svg](https://www.wikiskripta.eu/w/Oko_(histologie)#/media/File:Schematic_diagram_of_the_human_eye_cs.svg)
- [2] Řez lidskou rohovkou. In: *Rohovka* [online]. [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Rohovka#/media/File:Rez\\_lid\\_rohovkou.gif](https://www.wikiskripta.eu/w/Rohovka#/media/File:Rez_lid_rohovkou.gif)
- [3] Vrstvy sítnice. In: *Úvod do centrální nervové soustavy* [online]. [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <http://www.cnsonline.cz/?p=295>
- [4] Viditelné spektrum, vlnová délka v nanometrech. In: *Viditelné světlo* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Viditeln%C3%A9\\_sv%C4%9Btlo#/media/File:Spectrehorizont\\_al.png](https://www.wikiskripta.eu/w/Viditeln%C3%A9_sv%C4%9Btlo#/media/File:Spectrehorizont_al.png)
- [5] Jedna z možných podob Munsellova barevného prostoru. In: *Printing* [online]. [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <http://www.printing.cz/clanky/pokrocilejsi-temata/barvy-a-barevne-modely-1176cz>
- [6] *Subtraktivní mísení* [online]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Subtraktivn%C3%AD\\_m%C3%ADch%C3%A1n%C3%AD\\_barv](https://cs.wikipedia.org/wiki/Subtraktivn%C3%AD_m%C3%ADch%C3%A1n%C3%AD_barv)
- [7] Skládání barev. In: *RGB kódování barev* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/RGB\\_k%C3%B3dov%C3%A1n%C3%AD\\_barev#/media/File:Red\\_green\\_and\\_blue,\\_overlapping\\_basic\\_colors.jpg](https://www.wikiskripta.eu/w/RGB_k%C3%B3dov%C3%A1n%C3%AD_barev#/media/File:Red_green_and_blue,_overlapping_basic_colors.jpg)
- [8] Normální barvocit. In: *Poruchy barvocitu* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy\\_barvocitu#/media/File:Gay\\_Pride\\_Flag.svg](https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy_barvocitu#/media/File:Gay_Pride_Flag.svg)
- [9] Protanopie. In: *Poruchy barvocitu* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy\\_barvocitu#/media/File:Rainbow\\_Protanopia.svg](https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy_barvocitu#/media/File:Rainbow_Protanopia.svg)
- [10] *Deuteranopie* [online]. In: . [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy\\_barvocitu#/media/File:Rainbow\\_Deuteranopia.svg](https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy_barvocitu#/media/File:Rainbow_Deuteranopia.svg)
- [11] Tritanopie. In: *Poruchy barvocitu* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy\\_barvocitu#/media/File:Rainbow\\_Tritanopia.svg](https://www.wikiskripta.eu/w/Poruchy_barvocitu#/media/File:Rainbow_Tritanopia.svg)
- [12] Katarakta [online]. Dostupné z: <http://stepanov-ocni.cz/page6.html>
- [13] Glaukom [online]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Glaukom>
- [14] <https://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/vyhlaska-ze-dne-2-brezna-2018-kterou-se-meni-vyhlaska-c-2772004-sb-o-stanoveni-zdravotni-zpusobilosti-k-rizeni-motorovych-vozidel-zdravotni-zpusobilosti-k-rizeni-motorovych-vozidel-s-podminkou-a-nalezitosti-lekarskeho-potvrzeni-osvedcujiciho-zdravotni-duvody-pro-nez-se-za-jizdy-nelze-na-sedadle-motoroveho-vozidla-pripoutat-bezpecnostnim-pasem-vyhlaska-o-zdravotni-zpusobilosti-k-rizeni-motorovych-vozidel-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-22059.html?mail>

- [15] VYHLÁŠKA ze dne 11. června 2019, kterou se mění vyhláška č. 101/1995 Sb., kterou se vydává Řád pro zdravotní způsobilost osob při provozování dráhy a drážní dopravy, ve znění pozdějších předpisů. *Epravo* [online]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/vyhlaska-ze-dne-11-cervna-2019-kerou-se-meni-vyhlaska-c-1011995-sb-kerou-se-vydava-rad-pro-zdravotni-zpusobilost-osob-pri-provozovani-drahy-a-drazni-dopravy-ve-zneni-pozdejsich-predpisu-22600.html>
- [16] <https://www.epravo.cz/top/zakony/sbirka-zakonu/vyhlaska-ze-dne-18-rijna-2018-kerou-se-meni-vyhlaska-c-4542002-sb-kerou-se-stanovi-doklady-pro-vyber-postup-pri-vyberu-a-vzor-osobniho-dotazniku-uchazece-o-povolani-do-sluzebniho-pomeru-vojaka-z-povolani-ve-zneni-vyhlaske-c-4132009-sb-22299.html>
- [17] *Science Direct* [online]. [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377123718301138>
- [18] Pseudoizochromatické tabulky vzhledem k poruchám barvocitu. In: *Pseudoizochromatické tabulky* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Pseudoizochromatick%C3%A9\\_tabulky#/media/File:Ishihara\\_compare\\_1.jpg](https://www.wikiskripta.eu/w/Pseudoizochromatick%C3%A9_tabulky#/media/File:Ishihara_compare_1.jpg)
- [19] 100-hue-test. In: *Hue test* [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: [https://www.wikiskripta.eu/w/Hue\\_test#/media/File:100\\_hue\\_arrangement.jpg](https://www.wikiskripta.eu/w/Hue_test#/media/File:100_hue_arrangement.jpg)
- [20] *HMC-R Anomaloskop* [online]. Dostupné z: <https://www.jen-ophthalmo.de/index.php/en/visual-test-equipment/anomaloscope/369-hmc-r-anomaloskop>
- [21] *Colorlite* [online]. Dostupné z: <https://www.colorlitelens.com/lantern-test>
- [22] <https://www.color-blindness.com/farnsworth-munsell-100-hue-color-vision-test/#prettyPhoto/2/>.
- [23] <https://www.color-blindness.com/farnsworth-munsell-100-hue-color-vision-test/#prettyPhoto/2/>.
- [24] <https://www.color-blindness.com/farnsworth-munsell-100-hue-color-vision-test/#prettyPhoto/2/>.
- [25] <https://www.color-blindness.com/farnsworth-munsell-100-hue-color-vision-test/#prettyPhoto/2/>.
- [26] <https://www.color-blindness.com/farnsworth-munsell-100-hue-color-vision-test/#prettyPhoto/2/>.
- [27] <https://www.color-blindness.com/farnsworth-munsell-100-hue-color-vision-test/#prettyPhoto/2/>.
- [28] <https://www.xrite.com/hue-test>.

**Tabulky:**

[1] In: *Interval.cz* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z:  
<https://www.interval.cz/clanky/podprahove-vnimani-barev/>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Průřez lidského oka [1] .....	2
Obrázek 2: Vrstvy rohovky [2].....	3
Obrázek 3: Vrstvy sítnice [3].....	4
Obrázek 4: Viditelné spektrum [4] .....	6
Obrázek 5: Munsellův strom barev [5].....	11
Obrázek 6: Subtraktivní mísení [6] .....	12
Obrázek 7: Aditivní mísení barev [7] .....	13
Obrázek 8: Trichromazie [8] .....	16
Obrázek 9: Protanopie [9].....	16
Obrázek 10: Deuteranopie [10] .....	17
Obrázek 11: Tritanopie [11] .....	17
Obrázek 12: Katarakta [12] .....	17
Obrázek 13: Glaukom [13].....	18
Obrázek 14: Vyhláška zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel [14] .....	18
Obrázek 15: Vyhláška zdravotní způsobilosti k drážní dopravě [15] .....	19
Obrázek 16: Vyhláška zdravotní způsobilosti k armádě ČR [16] .....	19
Obrázek 17: X-chromová čočka [17] .....	20
Obrázek 18: Pseudoizochromatické tabulky a jednotlivé poruchy [18].....	22
Obrázek 19: Hue test [19].....	23
Obrázek 20: HMC-R Anomaloskop [20] .....	23
Obrázek 21: Pojmenovávací test [21].....	24
Obrázek 22: Chybovost pro červenou barvu [22] .....	25
Obrázek 23: Chybovost pro zelenou barvu [23].....	26
Obrázek 24: Chybovost pro modrou barvu [24].....	26
Obrázek 25: Chybovost pro modrou barvu [25].....	27
Obrázek 26: Porovnání výsledků [26] .....	27
Obrázek 27: Vypracovaný test [27].....	28
Obrázek 28: Vytvořený test.....	29



## Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1: Rozdílné vnímání barev u mužů a žen [1].....	10
Tabulka 2: Výsledky z Hue testu.....	30
Tabulka 3: Výsledky z vytvořeného testu .....	32
Tabulka 4: Celkové vyhodnocení druhého testování .....	33
Graf 1: Porovnání chybovosti testovaných.....	31
Graf 2: Porovnání celkového počtu chyb .....	31
Graf 3: Porovnání správných odpovědí testovaných.....	32
Graf 4: Porovnání správných odpovědí testovaných.....	33