



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra přírodovědných oborů**

Poruchy barvocitu a jejich vliv na kvalitu života

Color vision deficiencies and their impact on quality of life

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

Autor bakalářské práce: Tereza Šollová

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jana Urzová

Katedra přírodovědných oborů

Akademický rok: 2016/2017

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

Student: **Tereza Šollová**
Obor: Optika a optometrie
Téma: **Poruchy barvocitu a jejich vliv na kvalitu života**
Téma anglicky: Color vision deficiency and their impact on quality of life

Zásady pro vypracování:

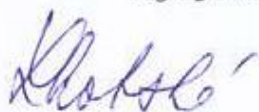
Student se seznámí s publikovanými poznatky na dané téma (barevné vidění, poruchy barvocitu, kvalita života) a téma zpracuje formou rešerše. Student vyšetří skupinu osob s využitím Ishiharových tabulek a porovná zjištěné poznatky - výskyt poruch barvocitu s procentuálním zastoupením v populaci uváděným v literatuře. Výsledky testování porovná student s předem formulovanými hypotézami zakládajícími se na publikovaných faktech. U osob s poruchou barvocitu posoudí, jaký vliv má jejich porucha na kvalitu života.

Seznam odborné literatury:

- [1] ROZSÍVAL, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Galén, Karolínium, 2006, ISBN 80-7262-404-0
- [2] KUCHYNKA, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2007, 812 s., ISBN 978-80-247-1163-8
- [3] POLÁŠEK, J. a kol., Technický sborník oční optiky, ed. 1, Oční optika n. p., Praha, 1997, ISBN SIP-41304/03112-301-05-2

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: Mgr. Jana Urzová



.....
vedoucí katedry / pracoviště



.....
děkan

V Kladně dne 20.02.2017

Název bakalářské práce: Poruchy barvocitu a jejich vliv na kvalitu života

Abstrakt:

Práce bude zkoumat téma poruchy barvocitu a jejich vliv na kvalitu života. Zaměřeno též na profesní omezení na základě české legislativy. Práce zahrne teoretické poznatky z pole očního lékařství a barevného vidění, jako jsou procesy na sítnici, barvocit, teorie barevného vidění, fotoreceptory, barevný vjem, proces jeho vzniku, klasifikaci poruch barvocitu, korekce poruch barvocitu a jejich vyšetřovací metody. Druhá část práce bude věnovaná výzkumu výskytu poruch barvocitu v porovnání s procentuálním zastoupením v literatuře. U osob s poruchou barvocitu bude dále zkoumáno, jaký vliv má porucha na jejich kvalitu života. Jak z psychického hlediska, tak i z hlediska pracovního či osobního. V zájmu práce bude zjištěno, zda přináší dotyčnému vážné omezení nebo se s ní dá žít plnohodnotný život.

Klíčová slova:

Barvocit, Fotoreceptory, Poruchy barevného vidění, Vyšetření barvocitu

Bachelor's Thesis title: Color vision deficiencies and their impact on quality of life

Abstract:

Work will examine the topic of color vision deficiencies and their impact on quality of life. Focusing also on the professional limitations. Work will include theoretical knowledge in the field of ophthalmology and color vision as the processes on the retina, color vision, theory of color vision, photoreceptors, color perception and the process of its formation, classification of color blindness, color blindness correction and investigative methods of color blindness. The second part will be focus on the occurrence of color blindness in the group of examined in comparison with the percentage of the population reported in the literature and the possible effects of these disorders on the human psyche and professional limitations, i.e ,also in terms of legislation

Keywords:

Color vision, Photoreceptors, Disorders of color vision, Color vision testing

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád/a poděkoval/a Mgr. Janě Urzové za vedení mé práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Poruchy barvocitu a jejich vliv na kvalitu života“ vypracoval(a) samostatně a použil(a) k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k bakalářské práci.

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

V dne

.....

podpis

Obsah

Obsah

Úvod.....	1
1 Barevné vidění	3
1.1 Barva a její vlastnosti	4
1.2 Mechanismus barevného vidění.....	5
1.2.1 Fotoreceptory na sítnici	6
1.2.2 Fotochemie zrakových pigmentů.....	7
1.2.3 Elektrofyziologie barevného vidění.....	8
1.3 Teorie barevného vidění.....	8
1.3.1 Trichromatická teorie barevného vidění	9
1.3.2 Teorie oponentního vnímání barev	9
1.3.3 Duplicitní teorie vidění	10
2 Poruchy barevného vidění	11
2.1 Vrozené poruchy barvocitu a jejich klasifikace	13
2.1.1 Monochromazie	13
2.1.2 Dichromazie.....	14
2.1.3 Anomální trichromazie	14
2.2 Získané poruchy barvocitu.....	15
3 Vyšetřování barvocitu.....	16
3.1 Současné metody.....	16
3.1.1 Rozlišovací testy	16
3.1.2 Testy barevné preference	18
3.1.3 Testy založené na míšení barev	20
3.1.4 Pojmenovávací testy	20
4 Korekce poruch barvocitu.....	21
4.1 Barevné filtry Chromagen.....	21
4.2 Seekey	21
4.3 Filtry používané při monochromasii	22
4.3.1 Tyčinková monochromasie.....	22
4.3.2 BCM.....	23

5	Vliv poruch barvocitu na kvalitu života	24
5.1	Omezení v běžném životě	24
5.2	Profesní omezení	24
5.2.1	Dráha a drážní doprava	25
5.2.2	Letecká doprava	25
5.2.3	Říční a námořní doprava	26
5.2.4	Silniční doprava	26
6	Praktická část	27
6.1	Metodika	28
6.1.1	Hodnocení výsledků	29
6.2	Výsledky	31
6.3	Dotazník	37
6.3.1	Výsledky dotazníku	38
7	Diskuse	41
	Závěr	43
	Seznam použité literatury	45
	Seznam symbolů a zkratk	48
	Seznam obrázků	49
	Seznam tabulek	50
	Seznam příloh	51

Úvod

Práce se zabývá problematikou poruch barevného vidění, a jak dotyčného ovlivní v jeho běžném či profesním životě. Téma tedy propojuje poznatky ze světa fyziky, anatomie, fyziologie, biochemie i psychologie.

Práce zkoumá tuto problematiku a zaměřuje se na omezení, která tyto poruchy přinášejí a jak jsou přísná veškerá profesní omezení tohoto druhu. Zda jsou lidé úplně vyloučeni z možnosti daných profesí či jim může být nabídnuta léčba či jiná kompenzace vady, která by jim toto povolání umožnila provádět i přes jejich vrozené či získané poruchy barvocitu.

V práci se nejprve orientuji na obecnou část barvocitu jako je pojetí barev, barevného vjemu a celého mechanismu barevného vidění. Pochopení celého mechanismu je zapotřebí zabývat se jak anatomickou strukturou sítnice, tak i biochemickými reakcemi, které na sítnici ve fotoreceptorech probíhají. A vzhledem k tomu, že barevné vidění stále ještě úplně a definitivně nebylo vysvětleno, tak práce seznamuje s různými teoriemi, které jsou více či méně uznávány. Větší část práce je věnována klasifikaci poruch barvocitu, vrozených i získaných, a metodám, kterými tyto poruchy vyšetřujeme, popřípadě korigujeme. Jak tyto vady ovlivňují každodenní či profesní život je důležitou částí, která celou práci podtrhuje.

V praktické části této práce porovnávám výsledky vlastního vyšetřování na skupině respondentů s procentuálním zastoupením poruch barvocitu uváděných v literatuře. Vyšetření je prováděno na pseudoisochromatických tabulkách a je tedy pouze screeningové. Přesto je možné tímto vyšetřením určit jednu z nejčastějších poruch barvocitu, a to poruchu v červenozelené oblasti.

Hlavním cílem této práce je vyšetřit skupinu respondentů, přesahující sto účastníků, na pseudoisochromatických tabulkách a výsledky vlastního vyšetření porovnat s procentuálním zastoupením poruch barvocitu v literatuře. Na základě tohoto cíle, jsem si určila 2 hypotézy.

Jako první z hypotéz jsem si určila, že muži budou mít s rozeznáním barev větší problém než ženy, a tedy, že muži budou postiženi jakoukoliv různou poruchou barvocitu častěji než ženy.

Má druhá hypotéza je opřena o incidenci poruch barvocitu uváděnou v jedné z českých předních literatur očního lékařství [1]. Očekávám tedy, že výsledky vyjdou následovně: „Incidence plně vyjádřené poruchy je 8/100 u mužů a 4/100 u žen. Asi 15/100 mužů má různě závažnou odchylku barvocitu.“ /cituji doslovně/ KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. [1]

Dalším cílem mé práce je formou dotazníku zjistit od osob s poruchou barvocitu, jaké jim tato porucha přináší problémy či jak jinak je ovlivňuje v jejich životě. Předpokládám také, že všichni řidiči motorových vozidel, účastníci se silničního provozu, byli před získáním řidičského průkazu řádně vyšetřeni svým obvodním lékařem, a proto osoby s poruchou barvocitu v červenozelené oblasti nebudou vlastnit řidičské oprávnění.

Barevné vidění je schopnost oka, respektive fotoreceptorů sítnice, dekodovat vlnové délky viditelného světla, vyhodnotit je v mozku na barevný vjem a rozeznávat barvy. Fotopické vidění je zajištěno třemi typy čípků, které mají podle obsahu fotopigmentů nejvyšší absorpce v oblasti vlnových délek modré 440 nm, zelené 535 nm a červené 565 nm. Další barvy jsou tvořeny na základě Young-Helmholtzovi trichromatické teorie barevného vidění.

Ne každý se však narodil se správnou funkcí čípků a proto se mezi lidmi, a to převážně muži, potýkáme s poruchami barvocitu. Jde buď o poruchu vnímání některé ze základních barev a tedy o poruchu jistého typu čípku (anomální trichromasie) nebo o absenci jednoho či dvou typů fotopigmentů čípků (dichromasie, monochromasie). Poruchu barvocitu však může člověk získat i v průběhu života. Tyto získané poruchy se týkají vážnějších úrazů očí, mohou být průvodním jevem některých očních onemocnění jako je glaukom, katarakta, věkem podmíněná makulární degenerace a diabetická retinopatie. Narušit barvocit jde i intoxikací některých léčiv, tato porucha barvocitu bývá dočasná.

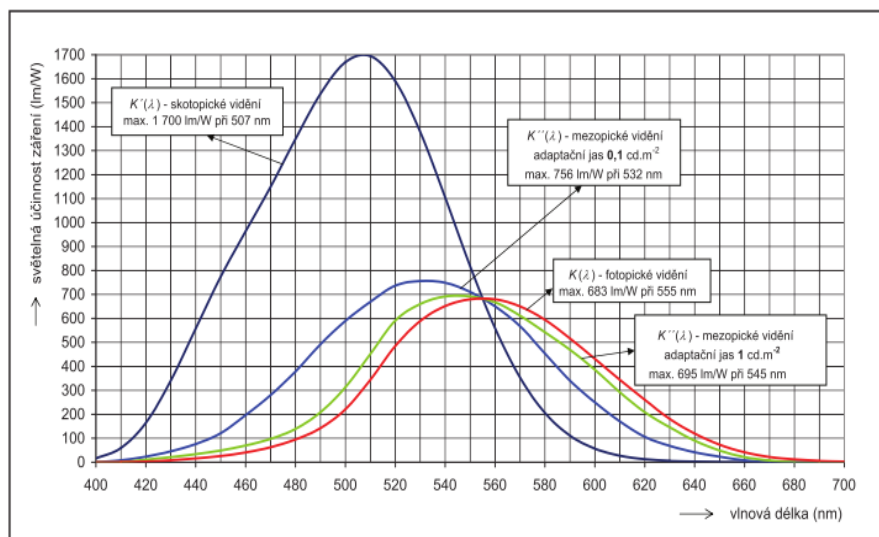
Barvocit vyšetřujeme různými metodami. Nejčastější je vyšetření pomocí pseudoizochromatických tabulek. Už podrobnější metodou jsou testy na základě barevné preference, jejichž nejpoužívanějším zástupcem je FM 100 Hue test. Poruchy barvocitu se v současné době nedají korigovat, avšak existují metody, kterými by se teoreticky daly způsobené vizuální obtíže snížit. Touto metodou je předkládání speciálních ChromaGen filtrů, které by měly rozeznávání barev ulehčit. Nelze však mluvit o korekci, vzhledem k tomu, že je barvocit subjektivní vjem, nemusí tato metoda pomáhat každému.

Po hlubším proniknutí do problematiky barevného vidění, se v práci zaměřuji na ovlivnění kvality života, které tyto poruchy přinášejí. Zejména se jedná o omezení v určitých profesích.

1 Barevné vidění

Barevné vidění je složitý psychologický proces, který správně funguje za předpokladu neporušené činnosti oka, zrakové dráhy a příslušných zrakových center v mozku.

Za schopnost rozeznávat barvy, tj. barvocit, naším optickým systémem na základě různých vlnových délek jsou zodpovědné čípky na sítnici, které obsahují látky citlivé na světlo, podobné zrakovému purpuru tyčinek. Barevné vidění velmi ovlivňuje okolní osvětlení. Při snížení hladiny osvětlení rozeznáváme lépe modrou barvu než červenou, tedy kratší vlnové délky. Při běžném denním osvětlení pracují čípky a toto vidění nazýváme fotopické (adaptace na světlo). Čípky mají v tomto případě maximální citlivost na žlutozelenou barvu (555nm). Když hladina osvětlení klesne pod určitou hranici, tak vidění označujeme jako skotopické (adaptace na tmu). Čípková citlivost se posune ke kratším vlnovým délkám, tzn. maximum při 507nm (modrozelená). Prakticky nastane centrální skotom, jelikož ve foveole je největší koncentrace čípků a neobsahuje žádné tyčinky, tak je vyřazena z činnosti. Ztrácíme schopnost rozeznat malé detaily, ale prostorové vnímání je zachováno. Tento posun maxima vnímání na sítnici za různé hladiny osvětlení označujeme jako Purkyňův jev, podle českého fyziologa, který tento posun od centra k periférii poprvé popsal. Když je intenzita osvětlení taková, že reagují na podnět jak tyčinky, tak i čípky, mluvíme o mezopickém vidění. [2][3][13]

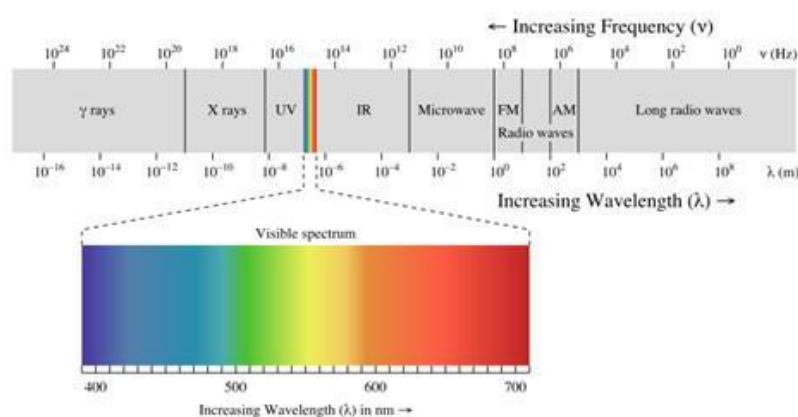


Obrázek 1: Vliv osvětlení na vnímání barev

[http://www.odbornecasopisy.cz/img/content/graf_3.jpg]

1.1 Barva a její vlastnosti

Barva je subjektivní vjem, který si můžeme z fyzikálního hlediska vyložit jako schopnost fotoreceptorů rozlišit různé vlnové délky viditelného světla. Viditelné světlo je elektromagnetické vlnění v rozsahu 380 nm až 760 nm. Různé frekvence oscilací elektromagnetického vlnění určují různé vlnové délky, které vidíme jako barvy. Obecně platí nepřímá úměra mezi vlnovou délkou a frekvencí, a tudíž se zvyšující se vlnovou délkou klesá frekvence a naopak. V rozsahu viditelného spektra vnímáme asi 150 barev, ale celkem více jak 2000 odstínů. Odstín je určitá část vlnové délky viditelného spektra. [3]



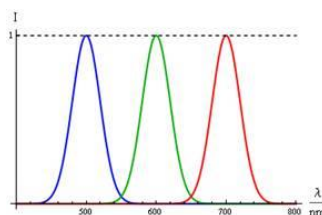
Obrázek 2: Viditelné spektrum

[<http://player.slideplayer.cz/11/3064632/data/images/img12.jpg>]

Z pohledu kolorimetrie rozlišujeme barvy na 2 typy. Barvy viditelného spektra jsou označovány za čisté barvy, ale barvy, které vstupují do oka, jsou směsí světelných paprsků různých vlnových délek a intenzit a ty vyvolávají barevné vjemy jako třeba fialová, která není spektrální barvou. Všechny odstíny, které vzniknou míšením jsou nenasycené neboli nespektrální. Například smíšením 575 nm žluté a 474 nm světla modré vznikne bílá, nespektrální barva. Barva předmětu závisí na tom, v jakém poměru jsou určité vlny odráženy objektem. [5]

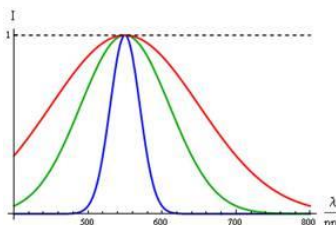
Každý barevný vjem je charakterizován tónem, sytostí, jasem a pestrostí. [2]

Tón barvy – určuje chromatičnost podle vlnové délky daného dominantního světla, které je nejvíce zastoupeno. Tři různé barevné tóny se stejným jasem a stejnou sytostí ukazuje obr.3 (barevné píky neurčují na tomto obrázku barvu vjemu). [6]



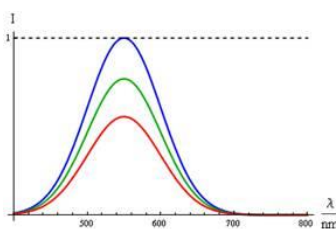
Obrázek 3: Tón barvy[6]

Sytost barvy – neboli čistota barvy určuje poměr zastoupení čisté jednosložkové barvy v celkovém vjemu. Čím sytější, tím méně monochromatických světel v barvě. Obr.4. ukazuje, že čím sytější barva, tím užší pík (barevné píky neurčují na tomto obrázku barvu vjemu). [6]



Obrázek 4: Sytost barvy[6]

Jas barvy – energetický parametr barvy, který je dán maximem křivky dané barvy. Stejný tón a stejnou sytost barvy, avšak s rozdílným jasnem, ukazuje obr.5 (barevné píky neurčují na tomto obrázku barvu vjemu). [6]



Obrázek 5: Jas barvy[6]

1.2 Mechanismus barevného vidění

Optický systém oka je do jisté míry frekvenční či vlnový detektor, který je schopen rozlišit až 2000 různých odstínů ve viditelném spektru. Lidské oko je citlivé na oblast viditelného světla 400-760 nm. Viditelné světlo se od radiových vln, rentgenových vln či jiného elektromagnetického vlnění zásadně neliší, liší se pouze frekvencí. Rozlišení je nejlepší blízko

středu viditelného spektra mezi cca 500-600 nm, kde rozdíl 1 nm vlnové délky určuje změnu odstínu. Je to zároveň minimální rozdíl, který ještě sítnice dokáže rozlišit. [8]

Barevný vjem vzniká podrážděním čípků na sítnici zářivou energií světla s různou vlnovou délkou. Princip normálního barvocitu je v první řadě podmíněn přítomností tří typů čípků na sítnici, respektive tří typů fotopigmentů. Jednotlivé typy společně detekují všechny odstíny barevného spektra.[9]

1.2.1 Fotoreceptory na sítnici

Fotoreceptory se nacházejí na sítnici za vrstvou pigmentového epitelu. Fotoreceptory od sebe rozlišujeme tvarem, synapsí, pozicí jádra a velikostí. Synapse propojuje fotoreceptory s horizontálními a bipolárními buňkami. Oba receptory mají vnitřní a zevní segment, které mají různé funkce. Metabolické procesy probíhají ve vnitřním segmentu. Vnitřní segment se dělí na myoid, ve které se nachází Golgiho aparát, ribozomy a glykogen, a elipsoid, kde se uskutečňují oxidační procesy. Zevní segment obsahuje fotopigmenty, který se liší podle typu receptoru. Touto částí fotoreceptor přiléhá k pigmentovému epitelu.[1]

Tyčinky

Sítnice lidského oka čítá asi 140 milionů tyčinek. Od fovee k periferii se jejich hustota konstantně snižuje a v centrální fovee se nenachází vůbec. Největší hustota tyčinek se nachází asi 20° od bodu fixace. V této oblasti je jejich hustota asi 160 000 mm². S přibývajícím věkem počet tyčinek klesá a jejich hustota je pak o cca 30 % nižší.

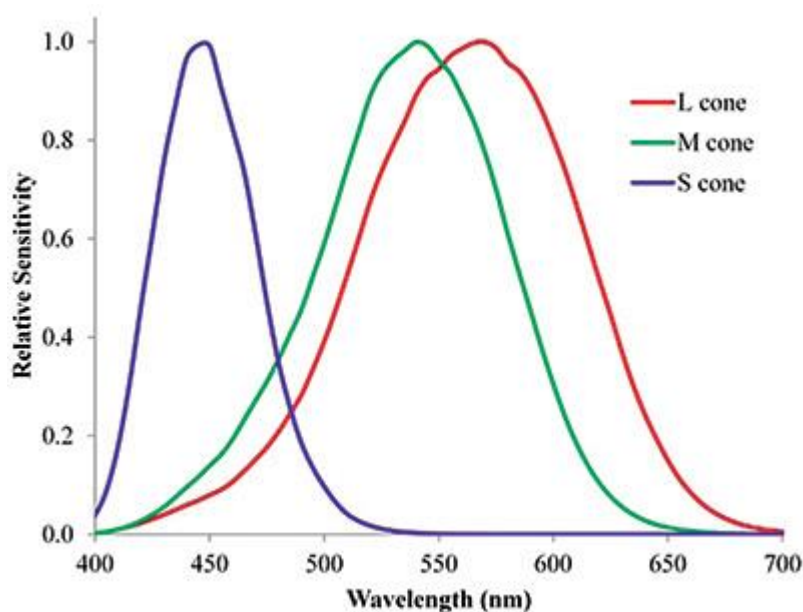
Tyčinky se podílejí na skotopickém vidění. Tyčinkový fotopigment, který dokáže zachytit fotony, se nazývá rodopsin. Schopnost absorpce světla má jeho část, která obsahuje retinal (chemicky chromofor vitamin A aldehyd). [1]

Čípky

Druhým typem fotoreceptorů sítnice jsou čípky. Na rozdíl od tyčinek se jejich počet nemění. Na sítnici se jich nachází cca 5 milionů a zhruba 10 % jich je v area centralis – makule. V úplném středu foveoly se z fotoreceptorů nachází pouze čípky. Je zde jejich největší hustota a to asi 300 000 na 1 mm². Jsou zde jemnější, delší a podobné tyčinkám. Hustota čípků ostře klesá směrem do periferie, ve fovee je jejich hustota už jen 200 000 mm². V periferní sítnici je

sice hustota čípků velmi snižená, ale stále ještě dokáží rozlišit syté barvy dostatečně osvětlených předmětů.

Existují tři typy čípků, které rozdělujeme podle spektrální citlivosti specifického proteinu opsinu reagujícího buď na modrou, zelenou nebo červenou barvu, respektive na jejich vlnové délky. Maximální absorpce v oblasti vlnových délek odpovídající spektrální modré je 440 nm, spektrální zelené 535 nm a spektrální červené 565 nm. Označení S, M a L čípek jednoduše označuje typy čípků na základě absorpčního pásma, které zpracovávají. S-čípek zpracovává kratší (short) vlnové délky, M-čípek střední (medium) a L-čípek delší (long) vlnové délky. (viz obr. 6) [1]



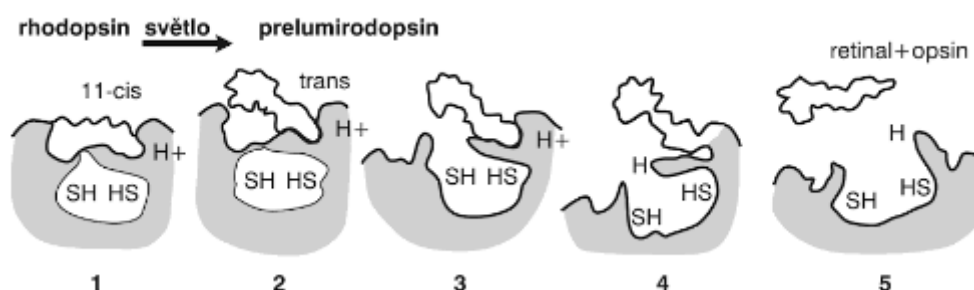
Obrázek 6: Graf spektrální citlivosti čípků S, M a L

[<http://informationdisplay.org/portals/informationdisplay/issues/2015/02/art5/fig2.jpg>]

1.2.2 Fotochemie zrakových pigmentů

Tyčinkový pigment se nazývá rodopsin, který se skládá ze dvou složek, z bílkoviny opsinu a složky, která absorbuje světlo, chromator. Chromator neboli retinal aldehyd, který je regenerovaném stavu v 11- cis formě. V této formě je kompatibilní s opsinovou částí molekuly a zapadají do sebe. Jakmile je ozářen fotonem retinal se transformuje a vznikne prelumiropsin, který se změní na lumirodopsin, poté metarodopsin I a metarodopsin II. V poslední fázi se rodopsin hydrolyzuje na transformu retinalu a opsin. Co se týče adaptace na tmu, dochází k regeneraci rodopsinu z vitamínu A a opsinu. Regenerace začíná transformací

retinalu měnícího se na cisformu vitamínu A. Následně vznikne aldehyd, který se naváže na opsin. Adenosintrifosfátu je při tomto ději zdrojem energie. Během těchto dějů vznikají v důsledku osvětlování rané receptorové potenciály. [13]



Obrázek 7: Reakce rodopsinu na světlo [13]

Pigmentové proteiny čípků jsou velmi podobné rodopsinu v tyčinkách. Obsahují stejné sekvence aminokyselin jako rodopsin a liší se jen několika aminokyselinami umístěnými blízko vazby na retinal. Probíhá v nich stejný proces jako v tyčinkách pro monochromatické vidění. [13]

1.2.3 Elektrofyziologie barevného vidění

„Barevná informace je zpracována v sítnici horizontálními buňkami, které přijímají signály z čípků a vyznačují se elektrickými potenciály (S-potenciály) v odpovědi na stimulaci sítnice různými složkami barevného světla. Jedná se o tzv. oponentní kódování, červená barva působí hyperpolarizaci a zelená depolarizaci. Druhým systémem je modrá a žlutá barva, kdy modrá způsobuje hyperpolarizaci a žlutá depolarizaci. Stejný systém existuje i ve vyšších etážích zrakové dráhy, on-reakce gangliových buněk na začátku osvětlení a off-reakce po vypnutí světla.“ [13]

1.3 Teorie barevného vidění

Na jakém principu barevné vidění funguje se vědci po celém světě pokoušejí přijít už od konce 18.století. Od té doby vzniklo několik teorií, ke kterým se různí vědci přiklání a se kterými naopak nesouhlasí. Stále jde však pouze o teorie a žádná z nich nebyla doposud stoprocentně podložena, ani si nenašla tolik příznivců, že by byla považována za jedinou možnou. Celkově jde tedy říci, že žádná z teorií není natolik adekvátní, aby mohla být jednoznačně označena jako fakt, který určuje tento celý proces barevného vidění, a ostatní teorie by vylučovala. [15]

Mezi nejznámější patří Young-Helmoltzova a Heringova teorie barevného vidění.

„Dvě na první pohled protichůdné teorie. Podle trichromatická teorie je vjem barvy výsledkem současné aktivity tří receptorových systémů. Podle teorie oponentních procesů jsou při vnímání aktivovány oponentní procesy. Tyto teorie ve skutečnosti protichůdné nejsou, pouze – jak se později ukázalo – popisují různé úrovně zpracování barev.“[14]

Je pravděpodobné, že obě teorie se uplatní v budoucích výzkumech a budou na sobě závislé.

1.3.1 Trichromatická teorie barevného vidění

Nejrozšířenější z teorií je tzv. trojbarevná teorie. Trichromatickou teorii barevného vidění, za jejíhož předpokladu lze míšením tří základních monochromatických barev, a to červené, zelené a modrofialové, získat v reakci s příslušným barvočivým fotoreceptorem všechny barevné vjemy. Pilířem této teorie je existence tří typů čípků na sítnici, které jsou odpovědné za celé viditelné spektrum. S-čípek je citlivý na krátké vlnové délky(modrofialová), M na střední(zelenožlutá) a L na dlouhé vlnové délky (červená). Při podráždění pouze jednoho typu čípku vjem této barvy převládá, naopak jsou-li všechny čípky podrážděny stejnoměrně, vzniká vjem bílé barvy a barevný odstín vznikne při smíšení odpovědi alespoň dvou čípků. [3]

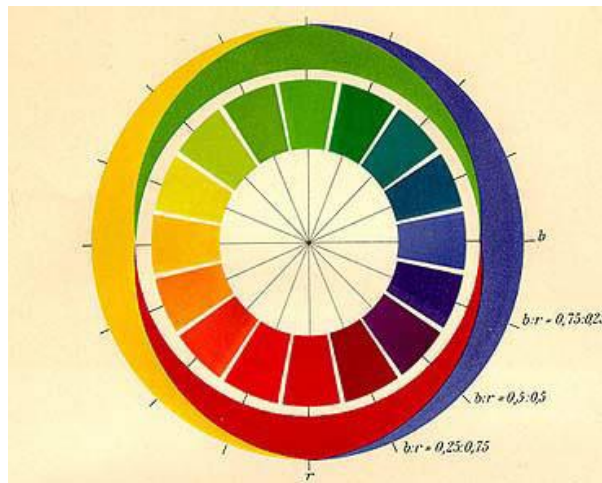
S touto teorií poprvé přišel M. V. Lomonosov (1757) a dále byla rozvinuta fyzikem Thomasem Youngem. Tito pánové za základní barvy považovali zelenou, modrou a žlutou barvu a později teorii doplnil Hermann Helmholtz, který jako základní barvy uváděl červenou, zelenou a fialovou. Dnes nese tato teorie často označení Young-Helmholtzova teorie. [15][32]

„Některé další teorie předpokládají čtyři základní barvy spektra (červená, žlutá, zelená a modrá – tetrachromatická teorie), jiné i více (multichromatické teorie). Moderní elektrofyziologické metody pomáhají doplnit dosavadní znalosti, zatím však zůstávají některé požadavky k vysvětlení barevného vidění stále jen hypotetické.“ /cituji doslovně/ POLÁŠEK, Jaroslav. *Technický sborník oční optiky.*, s.148) [7]

1.3.2 Teorie oponentního vnímání barev

Psycholog a fyziolog Ewald Hering (1872) nesouhlasil s Helmholtzovou teorií. Zastával názoru, že na sítnici existují 3 mechanismy reagující vždy oponentně na různé vlnové délky a intenzitu světla. Dva chromatické kanály (zelená-červená, žlutá-modrá) a jeden achromatický (černá-bílá). A v těchto kanálech se nachází tři hypotetické chemické látky v neustále se měnící

rovnováže, podle toho, která barva světla z oponentních párů převažuje. Při zpracování barev podle Heringa dochází v mechanismech k rozpadu (zpracování černé, modré a zelené) a zároveň i vzniku (zpracování bílé, žluté, červené) chemických látek na sítnici. Základem barevného vnímání podle Heringa je tedy přenos signálu červené a zelené barvy do mozku jedním kanálem za reakce s určitou chemickou látkou, a signálu modré a žluté barvy druhým kanálem s jinou látkou.. Třetí, nejrozšířenější kanál dekoduje a přeposílá černý a bílý signál podle intenzity světla, tedy černá značí absenci světla. A za předpokladu, že černá a bílá se na rozdíl od ostatních barev mohou mísit, mozek z toho typu receptoru přijímá i kombinovaný šedý signál.[11][8][14]



Obrázek 8: Heringův oponentní kruh[8]

1.3.3 Duplicitní teorie vidění

„V současnosti je všeobecně uznávána duplicitní teorie vidění (Schultze, Perinaud, Kries). Pro fotopické vidění a pro skotopické vidění vstupují v činnost dva různé druhy smyslových buněk sítnice. Čípkové buňky umožňují vidění za světla (včetně vidění barevného), tyčinky slouží k vidění při nízkých hodnotách osvětlení (nejsou schopny rozlišovat barvy).“ [7]

2 Poruchy barevného vidění

Ač se nám to nemusí zdát, tak anomálie barevného vidění se v populaci vyskytují poměrně častěji, než se o nich mluví. Navíc bývají mylně označovány za barvoslepost, zatímco je mezi těmito poruchami zásadní rozdíl. Barvoslepost označuje úplnou neschopnost detekovat barevný podnět a je dědičná, kdežto anomálie je pouze nedostatečnost barevného vidění.

Za člověka s normálním barvocitem označujeme jedince, jehož optický systém oka, respektive sítnice, obsahuje jak tyčinky, tak i všechny tři typy čípků, a je schopen při určitém osvětlení rozlišit více než 100 barev a stačí mu k tomu pouze tři základní barvy (červená, modrá, zelená), jejichž poměr plynule mění. Osoby s normálním barvocitem můžeme označit jako *normální trichromaté*. Naopak jedinci, kteří všechny tři základní barvy sice vnímat dokáží, ale jistým způsobem odlišně a v nepoměru, jsou označováni jako *anomální trichromaté*. Podle toho, jaký čípek je postižen, je dále dělíme. Jestli však někdo jednu z barev vnímat nedokáže vůbec, jedná se o už o poruchu zvanou *dichromasie*, kdy jeden druh čípku chybí. Označení různých druhů poruch barvocitu v závislosti na poruše/absenci jednoho z čípků je nazýváno podle řeckých číslovek označující pořadí barvy ve spektru (pro = první, deuter = druhý, tri = třetí) a přídavek -anopie/-anopsie znamená výpadek vidění neboli tedy chybění čípku. Například deuteranopie je tedy v překladu výpadek vidění druhé základní barvy spektra, tedy absence M-čípku, respektive jeho fotopigmentu.. Nakonec i *monochromasie*, což značí úplnou barvoslepost, má své, i když malé, zastoupení v populaci [3] [4] [5]

„Incidence plně vyjádřené poruchy je 8/100 u mužů a 4/100 u žen. Asi 15/100 mužů má různě závažnou odchylku barvocitu. Většina postižených (75%) má defekt v zelené (deutan) fotoreceptorové oblasti a 25 % v červené (protan).“/cituji doslovně/ [1] s.55

Poruchy barvocitu dělíme na vrozené a získané. Vrozené poruchy barvocitu postihují převážně muže, protože z pohledu genetiky je protanopie, deuteranopie a blue-cone monochromazie gonozomálně recesivní onemocnění, které se váže na chromozom X (viz tab.1). Pro názornost ukázka dědičnosti v případě matky přenašečky, nemocné matky a nemocného otce (obr. 8). Častým omylem je přiřazování achromatopsie ke gonozomálně recesivní dědičností, tato porucha je autozomálně recesivní a váže se na chromozomy somatických buněk. U získaných poruch je poměr mužů a žen stejný.

Matka přenašečka		
	X_a	X
X	X_aX	XX
Y	X_aY	XY

- ½ dcer přenašečky
- ½ dcer zdravé
- ½ synů nemocní
- ½ synů zdraví

Nemocná matka		
	X_a	X_a
X	X_aX	X_aX
Y	X_aY	X_aY

- všechny dcery přenašečky
- všichni synové nemocní

Nemocný otec		
	X	X
X_a	X_aX	X_aX
Y	XY	XY

- všechny dcery přenašečky
- všichni synové zdraví

Obrázek 9 : Dědičnost BCM, protan a deutan komplexu

[www.wikiskripta.eu/index.php/Dědičnost_pohlavně_vázaná]

Výskyt poruch barvocitu na světě je různý, celkově však evidujeme vrozené vady u 8% mužů a u 0,5% žen bělošské populace. Běloši jsou k těmto poruchám více náchylní než jiné rasy. Například u Japonců mluvíme pouze o 4 % postižených. Velmi zajímavou raritou je tropický ostrov Pingelap v Mikronésii, kde monochromazií trpí každý desátý člověk a 30 % obyvatel jsou přenašeči. Vysvětlení je podle Olivera Sackse ničivý tajfun z roku 1775, při kterém přežilo pouze 20 obyvatel, přičemž jeden z nich trpěl úplnou barvoslepostí. [14][7][8]

Tabulka 1: Základní rozdělení a charakteristiky poruch barvocitu [1]

Název	OMIM	Lokus (gen)	prevalence	Funkční příčina
protan komplex	303900	Xq28	2/100 (muži)	Absence/anomálie červeného opsinu
deutan komplex (častěji deuteranomálie)	303800	Xq28	6/100 (muži)	Absence/anomálie zeleného opsinu
modrá monochromasie(BCM)	303700	Xq28	1/100 000 (muži)	Absence/anomálie červeného a zeleného opsinu
tritan komplex	190900	7q31.3	1/500	Absence/anomálie modrého opsinu
achromatopsie	262300	8q21	raritní	Kompletní absence všech tří receptorů

2.1 Vrozené poruchy barvocitu a jejich klasifikace

Vrozené poruchy barvocitu jsou přisuzované nepřítomnosti nebo abnormalitě jednoho nebo více fotopigmentů v receptorech, což může mít za následek monochromasii, dichromasii nebo anomální trichromasii. Tedy, že receptorový mechanismus vnímání červené, zelené nebo modré barvy může být postižen. Lidé s poruchou v červené fotoreceptorové oblasti jsou nazýváni *protani*, poněvadž „pro“ je první neboli červený vjem. Dále pak lidé s poruchou v zelené a modré oblasti jsou *deuterani* a *tritani*. [8]

2.1.1 Monochromazie

Monochromasie neboli úplná barvoslepost je velmi vzácné onemocnění, které postihne 1 člověka z 300 000 lidí na světě. Může být tyčinková (neboli achromatopsie) i čípková monochromasie. Tyčinkový monochromát má nefunkční všechny tři typy čípků a funkční pouze tyčinky, má tedy pouze jeden fotopigment, který může být obsažen i v čípkách, jehož křivka spektrální citlivosti je stejná jako u skotopického vidění. U takového jedince tedy nenastává Purkyňův jev. Jedinec vidí pouze černobíle a je schopen vnímat pouze rozdíly jasu. Barvy vidí pouze v různých odstínech šedé. Tato vrozená vada, je doprovázena dalšími zrakovými obtížemi jako je nystagmus, astigmatismus a snížení zrakové ostrosti na 6/60, kterou nelze korigovat. Projevuje se světloplachostí a jeho zrakové vnímání je lepší při sníženém osvětlení. Bylo zároveň zjištěno, že tmavě červený pásmový filtr značně pomáhá těmto pacientům zvládat světloplachost. [8] [5]

Ještě vzácnější je **čípková monochromasie**, kterou trpí 1 člověk ze 100 milionů. Zraková ostrost v tomto případě není ovlivněna, ale vlnové délky nelze rozlišit, pokud mají stejnou spektrální zářivost, respektive světelnou účinnost záření. Křivka spektrální citlivosti fotopického vidění je v normálu, což naznačuje přítomnost všech tří typů fotoreceptorových pigmentů, takže problém bude pravděpodobně někde hlouběji ve zrakovém systému. [8]

Dalším typem je tzv. **blue-cone monochromasie** (BCM) neboli X-vázaná achromatopsie. Je to gonosomálně recesivní onemocnění, které postihuje muže v poměru 1:100 000. Projevuje se částečnou dysfuncí čípků vázaných na chromosom X, přesněji absencí červeného a zeleného opsinu. Doprovází jí nízká zraková ostrost 20/200, světloplachost, v dětství nystagmus, který buď vymizí nebo přetrvá do dospělosti, a porucha barvocitu. U starších pacientů se může objevit progresivní centrální retinální dystrofie. [1] [23]

2.1.2 Dichromazie

Dichromasie se vyznačuje tím, že jedinci dokáží některé barevné rozdíly rozpoznat a jiné vidí v odstínech dvou barev – hnědožlutou a modrou nebo červenou a zelenou. Poruchy dělíme podle typu chybějícího čípkového pigmentu. Jde u nich buď o poruchu vnímání červené, čili *protanopie* (slepota pro první základní barvu) nebo zelené, *deuteranopie* (slepota pro druhou základní barvu) *Tritanopie* (slepota pro třetí základní barvu), která značí poruchu vnímání na modro-žluté úrovni, je velmi vzácná. Postihuje muže a ženy stejnou měrou a prevalence je 1:13 000. Důležitá charakteristika dichromasie je, že barevné směsi trichromata odpovídají barevným směsím dichromata, však opak je pravdou. Deuteranop získá bílý vjem směsí modré a červené, a protanop k získání bílého vjemu míchá modrou a zelenou. Obecně vzato, dichromaté dokáží určitou vlnovou délku spektra dekodovat jako bílou a tato vlnová délka se označuje jako neutrální vlnová délka nebo neutrální bod. Pro protanopy je to 495 nm, deuteranopové mají neutrální bod v 500 nm a tritanopové v 570 nm.[5][8]

2.1.3 Anomální trichromazie

Většina pacientů s poruchou barvocitu jsou anomální trichromaté, kteří potřebují tři základní barvy k vytvoření ostatních odstínů. Vnímání barev se liší od normálu, ale žádný fotopigment nechybí, pouze jeden vnímá nedokonale. Anomálie klasifikujeme podle toho, jaký barevný mechanismus je postižen – *protanomálie*, *deuteranomálie* a *tritananomálie*. Například protanop k vytvoření určitého žlutého odstínu potřebuje do směsi zelené a červené dostat více červeného světla než normální trichromát, aby se výsledná barva podle něj shodovala se vzorem. Můžeme tedy říci, že je anomální trichromát méně citlivý na barvu postiženého fotopigmentu, a aby na ní zareagoval, musí být více jasnější. Proto se anomálové i v orientaci opírají spíše o rozdíly jasu nežli o barevné tóny. [5][8]

Někdy nebývá úplně jasné, o jakou poruchu se jedná, obzvláště když je na hranici dichromasie a anomální trichromasie. Často se proto v praxi tyto poruchy slučují následujícím způsobem. [4]

„ protanopie + protanomálie = **protanie**

deuteranopie + deuteranomálie = **deuteranie**

tritanopie + tritanomalie = **tritanie** „ [4]

2.2 Získané poruchy barvocitu

Získané poruchy se velmi obtížně schematicky třídí. Můžou zapříčinit pouhou odchylku od normálního barvocitu až úplnou slepotu. Pokud některé onemocnění pouze doprovází a lze ho léčit, je naděje že i barvocit se dostane zpět do normálu. Poruchy mohou nastat při neprůhlednosti optických prostředí (katarakta, afakie, hemoftalmus), při onemocnění sítnice (časté zhoršení vnímání modrožluté složky), narušení zrakové dráhy (zhoršení vnímání červeno-zelené složky). Narušení barvocitu pozorujeme také při neuropatii optiku nebo při intoxikaci některých léčiv. V případě intoxikace se barvocit navrátí po vysazení léků. Barevné vidění se také často zhoršuje u pacientů s glaukomem a bylo prokázáno, že po úspěšné trabekulektomii se barevné vidění opět zlepšilo. [2] [3] [4] [30]

Trochu jinou skupinou získaných poruch barvocitu je chromatopsie V některých případech intoxikace dochází k zabarvení celého vjemu do odstínů jedné barvy. Dělíme je na xantopsii (nažloutlé vidění), erytropsii (načervenalé vidění) a vzácnější chloropsii (nazelenalé vidění), kyanopsii (modré vidění) a iantinopsii (fialové vidění). V případě určitých antihelmintik, při žlutence, po santoninu, kyselině pikrové, salicylu a amylnitrilu může nastat xantopsie a při otravách skopolaminem, nikotinem, chininem, sirouhlíkem u digitálových glykosidů erytropsie. [3]

Mezi další léčiva ovlivňující barvocit patří např. při vyšších dávkách lék tamoxifen, který se užívá pro léčbu karcinomu prsu. Také při dlouhodobém užívání etambutolu (léčba tuberkulózy) nastane v důsledku lékem způsobené toxické optické neuropatie porucha barvocitu a zúžení zorného pole, což jsou nejranější symptomy tohoto onemocnění. Pokud se zachytí včas, tak vysazením léku se zrakové funkce vrátí do normálu. Naopak při retinální toxicitě *tioridazinu* se zrakové funkce i po vysazení látky nemusí vrátit, spíše mohou progredovat. Toxicita je závislá v tomto případě spíše na dávkování nežli na dlouhodobosti užívání. [1]

3 Vyšetřování barvocitu

Lidé se v současné době s vyšetřením barvocitu pravděpodobně setkávají poprvé při žádosti o řidičský průkaz, jelikož toto vyšetření je pro orientaci v provozu značně důležité. Vyšetření barvocitu musí také podstoupit uchazeči o zaměstnání některých profesí. Převážně se jedná o práci v dopravě, textilním a módním průmyslu, armádě nebo třeba samotné míchání barev. Vyšetřením se dají odhalit i získané poruchy barvocitu spojené s ranými projevy intoxikace, sítnicového onemocnění, neuropatii optiku či narušení zrakové dráhy. Tuto diagnostiku je proto třeba nepodceňovat. [1][10]

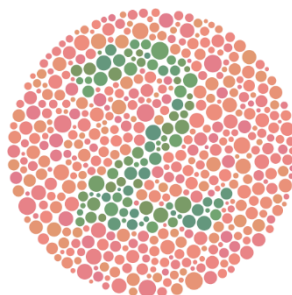
3.1 Současné metody

Pro klinickou praxi, ale i vědecké výzkumy, existuje rozsáhlá řada testů, kterými můžeme diagnostikovat různé poruchy a anomálie barevného vidění. Každé testování děláme za jiným účelem a podle toho testy také můžeme dělit. Podle účelu dělíme do tří skupin. První skupina zahrnuje testy odhalující vrozené či získané vady, druhá skupina zas míru a druh poruchy, a do třetí skupiny řadíme testy, které nám dokáží stanovit význam barevné poruchy vůči určitým profesním požadavkům. Každý test však funguje na jiném principu, a proto testy hlavně kategorizujeme podle způsobu vyšetření a vyhodnocení. Dělíme je na testy rozlišovací, míchací, pojmenovávací a testy barevné preference. [10]

3.1.1 Rozlišovací testy

Nejpoužívanější metodou vyšetřování barvocitu v klinické praxi patří již řadu let **pseudoisochromatické tabulky**. Tato metoda vyšetření je nejenom jednoduchá na provedení, ale je i finančně nenáročná. Stala se natolik oblíbenou, že se v průběhu let dočkala několika přepracování od různých autorů. V roce 1906 vyšla pravděpodobně nejznámější verze japonského vědce Ishihari, díky kterému se těmto pseudoisochromatickým tabulkám velmi často obecně říká Ishihara test. Celý test většinou čítá kolem dvaceti barevných tabulek, na kterých jsou z různých barevných a různě velkých skvrn na barevném pozadí vyobrazené číslice, písmena nebo jiné útvary. Existuje i verze podle Velhagena, Rabkina a samozřejmě původní Stillingova. U této metody se využívá princip, který objevil Donders, a který do praxe později zavedl Stilling, tzv. *pseudoisochromasie*. Hlavním faktorem je to, že některé objekty na obrázku se od pozadí odlišují pouze barevným tónem a ne jasem. Neboť stejným jasem vyřadíme tu možnost, že by osoba s poruchou barvocitu obrazec rozpoznala pouze na základě rozdílnosti jasu, a ne barevného tónu. Do praxe se později dostali tzv. klamavé tabulky, kde používají i

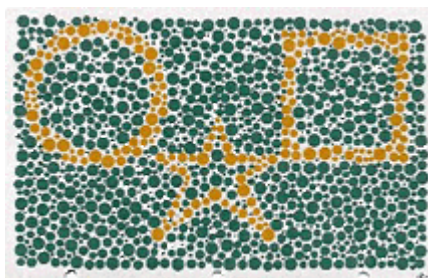
opačný princip tzv. *pseudoanischromasie*, který je kombinován s původní Stillingovou pseudoisochromasií, tedy že některé objekty na obrázku se od pozadí odlišují pouze barevným tónem a ne jasnem, a zároveň se na obrázku vyskytne i objekt s rozdílem jasu (Ishihara). U poruchy barvocitu dotýčný vyšetřovanému sdělí, že výraznější rozdíl vidí v rozdílech jasu nežli v barevných odstínech.. Jedinci s poruchou barvocitu nebudou schopni identifikovat všechny obrazce správně nebo vůbec, na základě typu své poruchy. Tento test je pouze screeningovým vyšetřením, které poruchu odhalí, ale nemůžeme ji kvalitativně určit. [10] [4] [1]



Obrázek 10 : Ishihara test

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/98/Ishihara_2.svg/500px-Ishihara_2.svg.png]

„Dalšími testy, které patří do kategorie PIC testů, jsou American Optical HardyRand-Rittler Plates (AOHRR), Standard Pseudochromatic Plates (SPP) a Color Vision Testing Made Easy (CVTME)..., které jsou určené především pro vyšetřování barvocitu u dětí.“ [10]



Obrázek 11: CVTME test pro děti

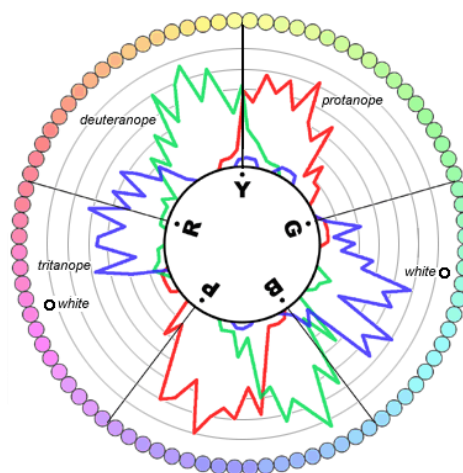
[<http://colorvisiontesting.com/images/democard72gif.gif>]

3.1.2 Testy barevné preference

Testy barevné preference neboli seřadovací testy patří mezi velmi prokazatelné testy diagnostikující obzvláště získané poruchy barevného vidění, naopak rozlišení normálního barvocitu a anomální trichromázie je velmi obtížné. U těchto testů je pacient u vyšetření vyzván k uspořádání barevných objekty do nějakých určitých barevných posloupností. Jedním ze zástupců je **Farnsworth-Munsell 100 Hue Test** (dále jen „100Hue-test“). Toto označení nese, protože původně obsahoval 100 barev, ale dnes se již skládá z 84 barev ve 4 setech po 21 terčků. Každý terčík má stejný jas i sytost, jen odstín se liší. Pro osobu bez poruchy jsou rozdíly patrné. Každý ze čtyř setů představuje jednu barvu. Na každém konci řady jsou fixní terčíky, které jsou startem a cílem řady, kterou má pacient ze zbylých terčků ve správném pořadí dotvořit. Terčíky mají zezadu čísla, podle kterých se pomocí speciálního kruhového schématu vyhodnotí odchylky od normálu. Porucha barvocitu by se projevila chybami ve dvou přibližně diametrálně opačných oblastech, kdežto za normu se dá ještě považovat pár chyb náhodně po celém obvodu kruhového diagramu, tuto hodnotu chybovosti označujeme jako TES (total errors scores). Hodnota TES je závislá na věku, přičemž do dvaceti let tato hladina klesá a poté začne opět stoupat. 100Hue-test je poměrně časově náročný, trvá přibližně 20 min, ale zase je velmi účinný. Většinou se provádí po zaznamenání odchylek v Ishihara testu. Při provádění testu by mělo být osvětlení kolem 300 lux a terčíky musí být úplně čisté, aby se zachovala požadovaná sytost, jas a odstín. Odstíny se od sebe liší o cca 1-4 nm.[8] [10][5]



Obrázek 12: sada 100hue-test



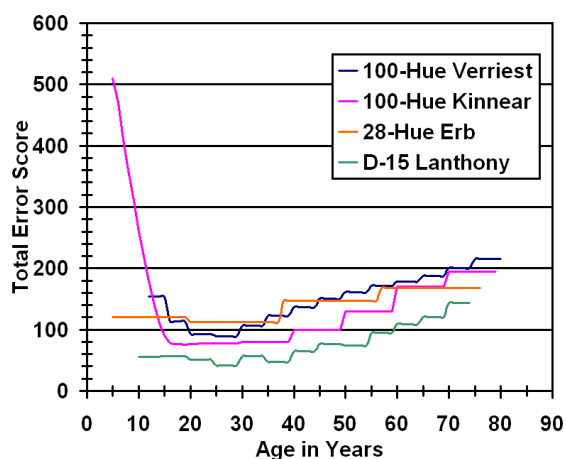
Obrázek 13: 100hue-test kruhové schéma

[Obr. 12: <http://www.ideedaprodurre.com/wp-content/uploads/2016/05/Farnsworth-Munsell-100-Hue-Test-2.jpg>]

[Obr. 13: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Colorblindness.png>]

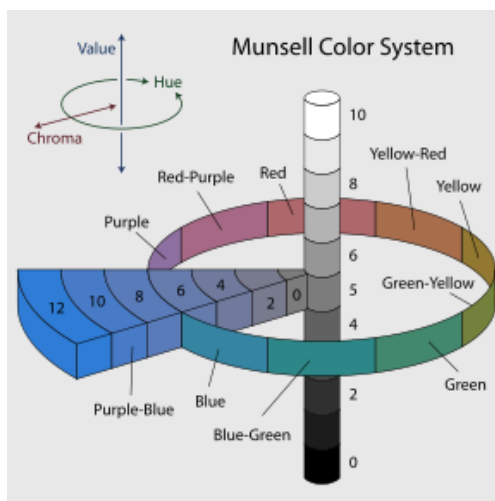
Zjednodušenou verzí 100hue-testu je **Farnworth D-15 Test** (dále jen „D-15“) .15 barevných kalíšků nízké sytosti a stejným jasem .Kalíšky je nutno opět uspořádat do správného pořadí. Tento test je vhodnější pro klinickou praxi více než 100Hue-test. [10][2]

Dalším testem z této kategorie je **Lanthonyho 40Hue-test**. Lanthonyho test se skládá z čtyřiceti terčíků a vyšetřování probíhá opět obdobně jako výše zmíněný 100Hue-Test i D-15. Rozdíl je oproti D-15 v použití jiného stupně sytosti a jasu podle Munsellova systému barev (Obr.13). Zatímco u D-15 jsou terčíky value(jas) 5 a chroma(sytost) 4, Lanthonyho 40Hue-test pracuje s value 8 a chroma 2. Rozlišit a správně seřadit terčíky je proto těžší, ale zato dokáže odhalit i progresující získané poruchy jako třeba neuropatii optiku. Testování musí probíhat při vyšším osvětlení a to přibližně 600–800 lux. [10][2]



Obrázek 14: Závislost TES na věku

[<http://www.belatorok.com/colorvision-v1/ErrorScore.gif>]



Obrázek 15: Munsellův systém barev

[<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/49/8f/32/498f3268e75d8156e3d1492effc87c84.png>]

3.1.3 Testy založené na míšení barev

Nagelův Anomaloskop patří mezi úplně nejpřesnější přístroje pro zjišťování dichromázie a anomálních poruch barvocitu a to především při poruše vnímání červené a zelené. Bohužel je však hodně drahý a vyžaduje značnou praxi pro jeho přesné výsledky. [8]

Tento přístroj funguje na principu spektrálního míšení dvou monochromatických světél za vniku třetího. Pacient hledí do okuláru, kde vidí kruh složený z dvou půlměsíců. Celá dolní polovina je čistě spektrálně žlutá (590nm) s nastavitelným jasem. Horní polovina je smíšená ze zelené (546 nm) a červené (670nm) a její jas se také dá měnit. Pacientovým úkolem je manipulovat s jasem či plynule měnit poměr červené a zelené v horní polovině do té doby, než bude úplně lícovat s tónem spodní poloviny kruhu. [8][5][13]

Pro protanopa je červená poměrně tmavá barva, a proto aby vytvořil shodu sníží jas žluté barvy. Naopak deuteranopova žlutá bude mít mnohem větší jas. U odhalení anomální dichromázie vyšetřující s normálním barvocitem vidí v horním půlměsíci větší podíl červené než zelené u protanomála a naopak u deuteranomála horní složka obsahuje více zelené. [8][5]

Jako další míchací test můžeme uvést **Test OSCAR** (Medmont C-100). Blikající LED diody blikají červeně a zeleně a pacient se snaží změnou frekvence blikání nastavit žluté světlo o zároveň nejmenší frekvenci. Protanomálové nastaví červenou barvu o větší frekvenci, než je normální trichromaté. Bohužel pro zjištění deuteranomálie je zařízení méně přesné. [10]

3.1.4 Pojmenovávací testy

Pojmenovávací testy byly vyvinuty pro testování námořnictva, pilotů a strojívedců, jelikož dokázali nejlépe simulovat reálné situace. Mezi zástupce patří Farnsworth Lantern (FaLant) Test a HolmesWright Lantern Test. Tyto testy obsahují červenou, zelenou a neutrální bílou, které se postupně střídají a zároveň se i mění apertura v průhledu. Dají se předkládat i mléčná či žebrovaná skla, která simulují mlhu a déšť. Dotyčný musí reagovat rychle a ve všech situacích tyto dvě barvy od sebe odlišit. Toto testování se už v dnešní době moc nepoužívá. [5][8][13]

4 Korekce poruch barvocitu

Bohužel v dnešní době ještě stále neumíme poruchy barvocitu léčit ani korigovat. Vědci ale postupně přicházejí s různými pomůckami, filtry, které dokáží alespoň trochu barvy odlišit a i přesto, že je postižený neuvidí, jak má, tak aspoň drobný rozdíl v nich uvidí a může se je tak naučit rozlišovat. [5][9]

4.1 Barevné filtry Chromagen

Prvenství mezi barevnými filtry a jejich oblíbenosti patří ChromaGen filtrům, které bývají i nejčastěji používané v různých klinických studiích, a to i přesto, že jejich výsledky stále nejsou prokazatelné. [9]

Diagnostická řada ChromaGen obsahuje barevné filtry vyráběné jak formou kontaktních, tak i brýlových čoček. Jsou dostupné v osmi odstínech barev a třech stupních jasu. Filtry předkládáme monokulárně a na nedominantní oko, jelikož se v průběhu studií zjistilo, že se tak dostává lepších výsledků. Na základě propustnosti, spektrálního posunu procházejícího světla a vzniklé barevné disparitě se filtrují určité části viditelného světla, a díky tomu dojde ke zvýraznění rozdílů mezi barvami, které byly předtím nerozeznatelné. Bohužel ani tato korekční pomůcka není dokonalá, jelikož se zatím neví, jak korekci zacílit pouze na postižený cípek, tak filtr ovlivňuje úplně celý vjem, což někdy může být vnímáno jako zhoršení či jako neslučitelné s praktickým využitím. Z různých výzkumů vychází, že nejlepších výsledků obecně dosahují pacienti s poruchou v zelené složce viditelného spektra. Tyto výsledky však nemohou být brány jako relevantní, jelikož je tento způsob korekce vysoce subjektivní a pouze polovina postižených tuto korekci považovala jako zlepšení, ostatním vadily vedlejší účinky (zvýšení jasu, fluorescence či již zmíněné zabarvení celého vjemu) a považovali je za rozptylující. [9]

4.2 Seekey

Na stejném principu filtrů funguje pomůcka Seekey tool, která se skládá ze dvou filtrů (červený, zelený). Na základě porovnání vjemu s filtrem a bez filtru či střídání jednotlivých filtrů si může jedinec odvodit a uhádnout danou barvu. Seekey je velmi nepřesný a nedá se považovat za korekci, ale i jako jen drobně pomáhající pomůcka, která se dá dát na klíče a mít ji stále při sobě, dokáže zpříjemnit životní situace jedincům s červeno-zelenou poruchou barvocitu. A vzhledem k tomu, že kouknutí přes filtr je pouze krátkodobé tak postiženého neobtěžují v běžných činnostech vedlejší účinky, které jsou nepříjemné nositelům či průzkumníkům ChromaGen filtrů. Na obr.17 můžeme vidět, jak jedinci vnímají barvy při

předložení jednotlivých seekey filtrů, respektive jak se změní jejich jas, rozdíly barev jsou potom kontrastnější. [12]



Obrázek 16: Seekey

[<http://www.seekey.se/Pictures/seekeyAro.jpg>]

	Impression through the red filter	Impression through the green filter
Red	Lighter	Darker
Green	Darker	Lighter
Orange	Lighter	Darker
Brown	No change	No change

Obrázek 17: Barevný vjem vyvolaný pomocí Seekey

[<http://www.color-blindness.com/wp-content/images/seekey-color-key.jpg>]

4.3 Filtry používané při monochromasii

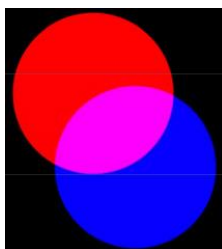
Monochromasie je naneštěstí doprovázena značnou světloplachostí, jelikož mají jedinci vadné čípky a tyčinky nejsou schopné fungovat při velké osvětlení, a tudíž jedinci nejsou schopni v silném osvětlení rozeznat ani tvary, takže v tu chvíli jsou prakticky oslepení.

4.3.1 Tyčinková monochromasie

Jak bylo již výše zmíněné, tak světloplachost způsobená tyčinkovou monochromasií se efektivně koriguje červeným pásmovým filtrem, který propouští pouze červenou složku viditelného světla, která má z celého viditelného spektra nejmenší energii, takže tyčinky oslní nejméně a jedinec je schopný i ve dne, kdy by ho světlo bez funkčních čípků zcela oslňovalo, normálně fungovat.

4.3.2 BCM

Ačkoliv je to velmi raritní, tak lidé s BCM mají funkční S-čípek, a tudíž jejich smět není monochromatický, ale žluto-modrý. Problém je však opět se světloplachostí, která je v životě značně omezuje a při použití červeného pásmového filtru jako tyčinkoví monochromaté, se jim značně sníží zraková ostrost a vyřadí se jim jejich jediný funkční čípek. Bylo však dokázáno, že tzv. Magenta filtr, který je kombinací červeného pásmového a modrého filtru, je pro BCM úplně ideální a lidem s touto poruchou velice pomáhá před světloplachostí a zároveň zlepšuje jejich zrakovou ostrost. [24]



Obrázek 18: Magenta filtr

[http://www.achromatopsia.info/storage/color-circles.jpg?__SQUARESPACE_CACHEVERSION=1270338302989]

5 Vliv poruch barvocitu na kvalitu života

Porucha barvocitu má na kvalitu života značný vliv. Normální barvocit je luxus, který některým jedincům bohužel nebyl dopřán. Barvy nás totiž obklopují všude kolem nás, ve všech situacích a působí na naši psychiku, ať už pozitivně či někdy negativně. Ovlivňují náš osobní, stejně tak i pracovní život., daní jedinci bohužel nejsou oprávněni některá povolání se svou vadou vykonávat, což je nutné respektovat. [15]

5.1 Omezení v běžném životě

Už od dětství může mít porucha barvocitu vliv na zdravý psychický vývoj jedince, jelikož hodně výukových programů pro děti, které jsou ještě negramotné, jsou zaměřovány na barvy. V pozdějším věku zas přicházejí o přehlednost a zjednodušení učení ve škole, kde se také často rozřazuje většina věcí podle barev. Mezi časté omezení každodenního života osob s poruchou barvocitu, převážně v červenozelené oblasti, patří například popáleniny od slunce. Je velmi těžké rozeznat hnědou od červené, dotyčný si spálené kůže všimne až kůže téměř žhne. Toto je zároveň velice nebezpečné omezení. Další komplikací se kterou se postižení setkávají je orientace v mapách, kde je mnoho odstínů hnědé a zelené, či veškeré elektrická zařízení, které využívají barevných LED diod k různému druhu upozornění. Dotyční nerozeznají, na co upozorňují, zda je baterka vybitá či nabitá například. Také je velice nepříjemná jistá nerozlišitelnost zralosti některého ovoce, např. banánů. Avšak velice potrápit jedince dokáže i sladit barevně oblečení k nějaké důležité příležitosti. [12][15]

Mimo výše uvedených nepříjemností, které poruchy barvocitu přinášejí je nutné zmínit, že i řízení motorového vozidla soukromě, nejenom profesně, je podmíněno zdravotní způsobilostí. Zdravotní způsobilost k řízení motorových vozidel definuje vyhláška č.72/2011Sb. Řidiči osobních vozidel, kteří řídí pouze pro soukromé účely, spadají do skupiny 1. Tato skupina nesmí mimo jiné zrakové požadavky prokazovat závažnou poruchu barvocitu v oblasti základních barev.[17]

5.2 Profesní omezení

Zrakové poruchy zásadně ovlivňují většinu profesí, poruchy barvocitu patří také ke zrakovým poruchám, které bývají často uváděny jako rizikové pro danou profesi. Nejvíce se tato omezení dotýkají profesí, které jsou v jistém ohledu rizikové a vykonavatelé nesou zodpovědnost za druhé, to zejména v dopravě (železniční, letecké, námořní, říční a silniční) nebo armádní činnosti. Dále také poruchy barvocitu vylučují profese, u kterých je schopnost

rozlišovat barvy důležitým faktorem k výkonu práce. Např. práce v potravinářství, textilním a módní průmyslu, zahradnictví, zemědělství, lesnictví, míchání barev a malování pokojů. [15] [17]

5.2.1 Dráha a drážní doprava

Zdravotní způsobilost osob při provozování dráhy a drážní dopravy je v České republice dána vyhláškou Ministerstva dopravy č. 101/1995 Sb. [18]

Nezbytnou součástí každé vstupní preventivní i mimořádné prohlídky je vyšetření barvocitu. Poruchy barvocitu podmiňují zdravotní nezpůsobilost k vydání licenční průkazu strojvedoucího nebo řidiče drážního vozidla.

Částečné poruchy barvocitu při zachovaném rozeznávání červeného a zeleného barevného signálu podmiňují zdravotní způsobilosti osob řídících tramvaj, trolejbus nebo lanovou dráhu. A naopak vyžadují odborné posouzení či posouzení odborného lékaře, pokud je výsledek posudku na poruchu barvocitu pozitivní. [18]

5.2.2 Letecká doprava

Piloti

Piloti 1.třídy (obchodní a dopravní letadla) mají přísnější požadavky zdravotní způsobilosti než piloti 2.třídy (piloti soukromých letounů, balónů a kluzáků). Piloti žádající o zdravotní způsobilosti 1. třídy musí prokázat schopnost normálního barevného vidění podstoupením Ishiharova testu, pokud neuspějí, budou podrobeni dalšímu testování, tím se musí prokázat jejich způsobilost bezpečně rozeznávat barvy. Naopak piloti 2. třídy pokud neprokazují úplně uspokojivý barvocit po Ishihara testu , je jejich létání omezeno na denní provoz.[20]

Letový dispečink

Úřední věstník Evropské unie udává v příloze IV – Požadavky na zdravotní způsobilost řídících letového provozu, že z hlediska barevného vidění musí být uchazeči normální trichromaté a tedy bez žádné poruchy barvocitu. [21]

5.2.3 Říční a námořní doprava

Říční doprava

Podmínky zdravotní způsobilosti v říční dopravě definuje příloha č. 3 - Směrnice Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 49/1967. Pokud při vstupní či periodické zdravotní prohlídce není podle pseudoisochromatických tabulek zjištěn normální barvocit, musí dotyčný bezpečně rozlišit zelenou, červenou, žlutou a modrou barvy při vyšetření umělým světelným zdrojem s barevnými filtry. Zjištění barvocitu není nutné u pracovníků strojní a pomocné skupiny. [16]

Námořní doprava

Podmínky zdravotní způsobilosti k nalodění na námořní obchodní loď upravuje vyhláška Ministerstva dopavy ČR č. 112/2015 Sb v příloze č. 3 *Neporušený barvocit* pro povolení k nalodění musí mít kapitáni, palubní důstojníci a členové posádky, kteří musí plnit povinnosti hlídky. Další skupinou jsou všichni strojní důstojníci, elektro-důstojníci, elektrotechnici a členové posádky tvořící součást strojní strážní služby. Tato skupina může mít *jemně porušený barvocit*, ale musí být schopni rozpoznat barevná signální světla. GMDSS radio-operátoři mohou mít při nalodění *poruchu barvocitu*, ale musí umět rozeznat barevné kódy povrchu v krátké vzdálenosti. [19]

5.2.4 Silniční doprava

Podmínky zdravotní způsobilosti v silniční dopravě se řídí vyhláškou č. 72/2011 Sb. Osoby spadající do skupiny 2 nesmí mít žádné závažné poruchy barvocitu. Naopak pro řidiče spadající do skupiny 1, kteří řídí pouze pro soukromé účely, jsou omezením k získání způsobilosti pouze závažné poruchy barvocitu v oblasti základních barev. [17]

Skupina 2 definuje:

- a) řidiče, kteří k výkonu práce využívají modrých signálních světel
- b) řidiče, kteří mají výkon činnost řízení motorového vozidla v pracovní smlouvě
- c) řidiče, kteří mají řízení motorového vozidla předmětem samostatné výdělečné činnosti
- d) řidiče, řídící motorové vozidlo typu C1, C1+E, C, C+E, D1, D1+E, D nebo D+E
- e) učitelé autoškoly, mající licenci [25]

6 Praktická část

Výzkumná část mé bakalářské práce se zabývá porovnáním statistik výskytu poruch barvocitu s procentuálním zastoupením v populaci uváděné v literatuře s výsledky mého testování prováděném na isochromatických tabulkách [4].

Různé zdroje se procentuálním zastoupením poruch barvocitu ve všech případech neshodují. Všímáme si některých drobných odchylek, a proto bych tímto experimentem také chtěla přispět a zjistit, zda tyto výsledky uváděné různými zdroji platí či je vyvrátím.

Tabulka 2: Procentuální výskyt poruch barvocitu podle různých zdrojů [1] [14][26] [27]

Zdroj dat	Kuchynka, Oční lékařství		Šikl, Zrakové vnímání		Webvision		Webexhibits	
	Muži %	Ženy %	Muži %	Ženy %	Muži %	Ženy %	Muži %	Ženy %
Protanomálie	2,0	4,0	1	0,01	1,0	0,02	1,3	0,02
Deuteranomálie	6,0		5	0,4	5,0	0,35	5,0	0,35
Tritanomálie	0,02		0,01	0,01	vzácná	vzácná	0,0001	0,0001
Protanopie			1	0,01	1,0	0,01	1,3	0,02
Deuteranopie			1,5	0,01	1,5	0,01	1,2	0,01
Tritanopie			0,008	0,008	vzácná	vzácná	0,0001	0,03
Tyčinková Monochromazie	vzácná		0,00001	0,00001	vzácná	vzácná	0,00001	0,0001

Cílem je otestovat přes sto respondentů různého věku a pohlaví. Převážně studentů technických fakult vysokých škol v Praze. U těch, u kterých bude zjištěna vada, dále zjistím formou dotazníku, jaké jim porucha barvocitu přináší potíže a zda má vliv na jejich práci, výsledky či psychiku.

Před začátkem měření jsem si stanovila hypotézy na základě informací zjištěných z načtených literatur a obecně známých faktů. Tyto hypotézy v závěru práce, podložené vyhodnocením výsledků vlastního vyšetření, potvrdím či vyvrátím. Jako první z hypotéz jsem si určila, že muži budou mít s rozeznáním barev větší problém než ženy, a tedy že muži budou postiženi jakoukoliv různou poruchou barvocitu častěji než ženy. Má druhá hypotéza je opřena o prevalenci uváděnou v jedné z českých předních literatur očního lékařství [1]. Očekávám tedy, že výsledky vyjdou následovně : „Incidence plně vyjádřené poruchy je 8/100 u mužů a

4/100 u žen. Asi 15/100 mužů má různě závažnou odchylku barvocitu.“ /cituji doslovně/
KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. [1]

Výsledky mého šetření porovnáám i s výše uvedenými zdroji ŠIKL-Zrakové vnímání ,Webvision a Webexhibits, viz Tabulka 2.

6.1 Metodika

Vyšetřila jsem barvocit 117 osob ve věku od 20 do 30 let. Většina byla z řad studentů ČVUT v Praze. Vyšetření probíhalo na fakultě elektrotechnické, strojní a biomedicínského inženýrství. Půdy těchto fakult jsem si vybrala z toho důvodu, že je zde větší koncentrace mužů (ČVUT FEL a FS) a tedy větší šance v tomto vzorku lidí objevit nějakou poruchu barvocitu. Na fakultě biomedicínského inženýrství jsem naopak naměřila většinu žen. K vyšetření jsem použila knihu Tabulky k vyšetření barvocitu autorů K. Velhagen a D.Brosshmana [4].

Vyšetření se skládá z klasických Stillingovým pseudoisochromatických tabulek (tabulky 4-10, 13-16), dále klamavých tabulek s použitím pseudoanisochromatických prvků (tabulky 2, 3, 11, 12, 19) a tabulek se zvýšeným simultánním kontrastem (tabulky 20-23). [4]

Před samotným vyšetřením jsem si nastudovala všeobecné zásady a pokyny k použití tabulek, abych nezanedbala např. osvětlení, kontrast či vyšetřovací vzdálenost. Zároveň jsem si nejdříve sama vyšetřila barvocit, jestli ho mám v pořádku, abych mohla vyšetření druhých provádět. Potvrdilo se mi, že mám barvocit v pořádku a mohla jsem tedy přejít k samotnému výzkumu. [30]

Vyšetřování probíhalo za denního světla mezi 12.- 16. hodinou odpolední v místnosti s umělým osvětlením a vyšetřovacím místem u okna, a tedy s dostatečným přísunem denního světla. Podle instrukcí jsem dala vyšetřovanému tabulky do vzdálenosti 70 cm a vyzvala ho, aby si nasadil korekci do dálky, pakliže jí nosí. Nejprve jsem vyšetřovanému ukázala tabulku č.1, kterou přečte i osoba s poruchou barvocitu a na ní jsem mu vysvětlila princip testu. Na každé z 23 tabulek se mohl objevit jeden až tři symboly. A to číslice, písmeno nebo jejich kombinace. Symbol se mohl skládat z více barev, nejenom z jedné, a nebyl nijak kontrastně ohraničen. Na každou tabulku bylo vyhrazeno maximálně 15 sekund a pokud do té doby vyšetřovaný neodpověděl, vyzvala jsem ho ať odpoví. Pokud ani tak nevěděl, byla jsem nucena tabulku přeskočit a zaznamenat výsledek rovnou jako chybnou odpověď. Test jsem provedla na celkem 23 tabulkách, výsledky okamžitě zaznamenávala a poté testování ukončila. [4]

Jelikož je testování na isochromatických tabulkách bráno pouze jako screeningové vyšetření, není možné z tohoto vyšetření poznat, o jakou vadu se přesně jedná. Je pouze možné dobrat se možnému podezření na poruchu v červeno-zelené oblasti, pod kterou se může skrývat jak deuteranomálie, deuteranopie, protanopie i protanomálie. Stejně tak je možné získat podezření na poruchu v modro-žluté oblasti, pod kterou se může skrývat tritanomálie i tritanopie. Při podezření na jednu z poruch jsem vždy každému doporučila návštěvu oftalmologa, který by poté řadou výše zmíněných navazujících a přesnějších testů určil konečnou diagnózu.

6.1.1 Hodnocení výsledků

Výsledky u jednotlivých tabulek se často různí, obecně však vyhodnocujeme buď jako *správný* výsledek, *špatný* výsledek nebo že vůbec *nečte*. [4]

Výsledná data jsem roztřídila podle počtu chyb do skupiny *bez poruchy*, *lehké podezření* a *vážné podezření* poruchy barvocitu. Jedince, kteří neudělali žádnou chybu, jsem zařadila do skupiny „bez poruchy“. Ty jedince, kteří z 23 tabulek chybovali maximálně třikrát, jsem zařadila do skupiny „lehké podezření“ a ty, kteří už chybovali vícekrát, jsem zařadila do skupiny „vážné podezření“. S mužskou skupinou „vážné podezření“ budu dále pracovat k dosažení procent výskytu poruchy barvocitu u mužů a porovnáám tento výsledek s výskytem plně vyjádřené poruchy u mužů uváděné v literatuře [1] str.55. Dále tato skupina, tentokrát i společně s chybovou skupinou „lehké podezření“, bude mými vstupními hodnotami pro výpočet procentuálního zastoupení různě závažné odchylky barvocitu, které rovněž porovnáám s výskytem uváděným v literatuře [1]. U výpočtu výskytu poruch barvocitu u žen budu brát v potaz pouze více jak 6 chyb, a tedy ženskou skupinu „vážné podezření“.

Chyby jsem hodnotila podle pravidel vyhodnocení, uvedených v tabulkách [4]. Osoby s normálním či porušeným barvocitem čtou tabulky tak, jak je uvedeno tabulce 3.

Tabulka 3: předpokládané čtené symboly u poruch barvocitu [4]

1/2	Normální barvocit	Porucha v červeno-zelené oblasti	Porucha v modro-žluté oblasti	2/2	Normální barvocit	Porucha v červeno-zelené oblasti	Porucha v modro-žluté oblasti
Tabulka 1	2L						
Tabulka 2	182	8	12	Tabulka 13	42		
Tabulka 3	69	60/66/00		Tabulka 14	49		nečte
Tabulka 4	H5			Tabulka 15	5E		nečte
Tabulka 5	3			Tabulka 16	65		
Tabulka 6	6R			Tabulka 17	RG		
Tabulka 7	2			Tabulka 18	A4		
Tabulka 8	F4			Tabulka 19	B5	B6	
Tabulka 9	6			Tabulka 20	2 (šedo-běžová)	2 (zelená/červená)	
Tabulka 10	51			Tabulka 21	3 (šedo-běžová)	3 (zelená/červená)	
Tabulka 11	3	8		Tabulka 22	Běžový a šedý bod	Načervenalý / nazelenalý	
Tabulka 12	CH	31/37		Tabulka 23	Běžový a šedý bod	Načervenalý / nazelenalý	

Pozn.: Vynechaná políčka tabulky značí, že dotyčný buď vůbec nečte symbol nebo ho čte špatně.

Jak jsem již uváděla, pro přesné určení diagnózy je tento druh testu nedostatečný, avšak velká pravděpodobnost, že se jedná např. o protana je, když by opakovaně selhával při čtení tabulek s tmavě červeným znakem na tmavém pozadí. Proto mezi protany mohou patřit osoby, které nerozeznají znaky na tabulkách 6, 7 a 8. [4]

Stejně tak budou pravděpodobně deutarani selhávat u tabulek 9,10,13 a tritani u tabulek 2,14 a 15. [4]

6.2 Výsledky

Vyšetření barvocitu proběhlo podle plánu a splnila jsem všechny podmínky pro správné měření jako je vyšetřovací vzdálenost a dobré osvětlení. Jasem a kontrastem jsem se nezabývala, jelikož jsem vyšetřovala na tištěných stránkách knihy.

Jednotlivá vyšetření mi zabrala v průměru 3 minuty i s vysvětlením celého principu. Takto krátký průměrný vyšetřovací čas je z důvodu, že většina vyšetřovaných neměla problém symboly číst a testování bylo velmi svižné, a tedy nijak zdlouhavé. Pouze v několika málo případech, kdy měl dotyčný problém symboly přečíst či vůbec je vidět, trvalo vyšetření až 7 minut.

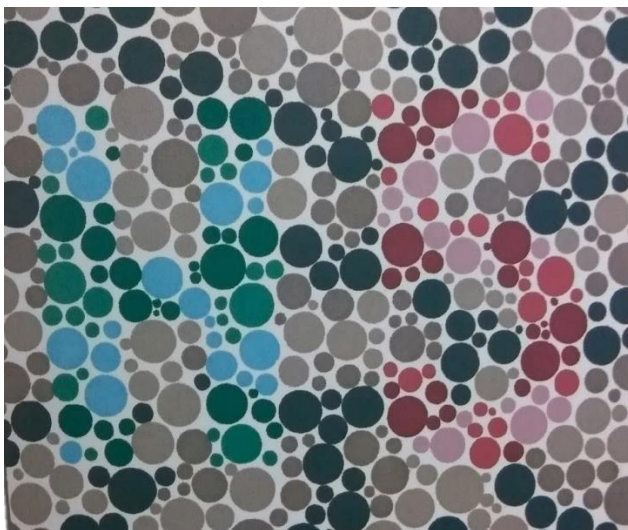
Nikdo z vyšetřovaných nebyl nijak mentálně zaostalý a všichni byli plně gramotní, a tedy všem znakům v tabulkách zcela rozuměli. Nikdo nebyl slabozraký a pokud měl někdo refrakční vadu a potřeboval korekci, tak byl vyzván, aby si ji nasadil a celé vyšetření podstoupil vykorigován. Většina vyšetřovaných potřebujících korekci už však s korekcí na dálku přišli a jelikož jsem nevyšetřovala žádné osoby s presbyopií, tak nikdo nepotřeboval brýle na blízko, respektive na střední vzdálenost.

Vyšetřila jsem celkem 117 osob, z toho 79 mužů a 38 žen. Všichni respondenti byli ve věkové kategorii 20-30 let a naprostá většina byla studenty fakult ČVUT v Praze (fakulty FEL, FS a FBMI). Každý subjekt měl přečíst a zodpovědět co vidí na celkem 23 tabulkách, každá tabulka měla pouze jednu správnou odpověď, a přesto se občas odpovědi lišily. Odlišné, špatné odpovědi mě většinou už rovnou vedly k možnému podezření na specifickou poruchu barvocitu viz tabulka 3. Ne však vždy se chybování respondentů opakovalo u následujících tabulek, které měly určitou poruchu barvocitu dále prokazovat. Podle dosažených chyb jsem respondenty rozdělila do již zmíněných skupin.

Tabulka 4: Rozdělení respondentů do orientačních chybových skupin

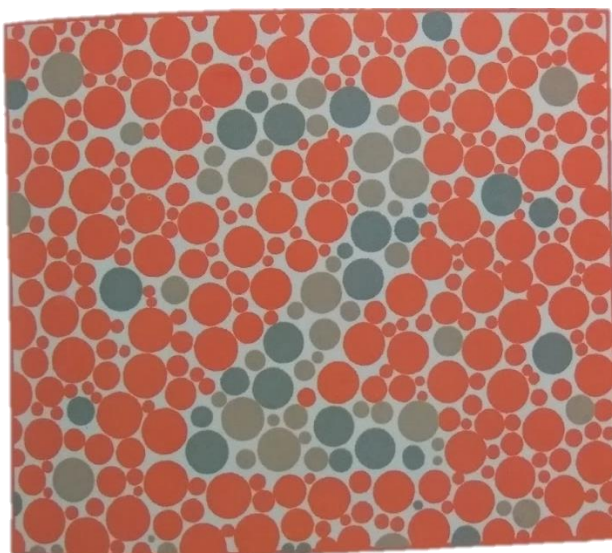
	MUŽ	ŽENA	CELKEM
BEZ PORUCHY (0 chyb)	41	27	68
LEHKÉ PODEZŘENÍ (1-3 chyby)	35	10	45
VÁŽNÉ PODEZŘENÍ (více než 3 chyby)	3	1	4

Skupinu „bez poruchy“, a tedy bez chyby, čítá celkem 68 respondentů, z toho 27 žen a 41 mužů. U „lehkého podezření“ se počet respondentů snížil na 45, z toho 35 mužů a 10 žen. Tito respondenti udělali maximálně 3 chyby a považují je spíše za chyby zapříčiněné nepozorností, roztržitostí, náladou nebo jen decentní odchylkou barvocitu. Jde většinou o chybování v tabulce č.4 a tabulce č.20.



Obrázek 19 : Tabulka č.4 [4]

U tabulky č.4 chybovalo celkem 36 % respondentů, což je ze všech tabulek nejvyšší chybovost. S jejím rozlišením měli problém i tací, kteří nakonec nechybovali u žádné další. U této tabulky se všichni zdrželi nejdéle a někteří si ani po hraničních patnácti sekundách nebyli jistí. Dále se tato tabulka dočkala i největšího množství různorodých odpovědí a kombinací symbolů. Druhou nejčastější odpovědí, hned po správné H5, bylo HS a dále pak NS. Tato tabulka patří do klasických stillingových pseudoisochromatických tabulek, proto ji přikládám patřičný význam, a tedy i HS musí být bráno jako chyba. Nehledě na to, že v systému hodnocení [4] není tato chyba uváděna jako zanedbatelná.



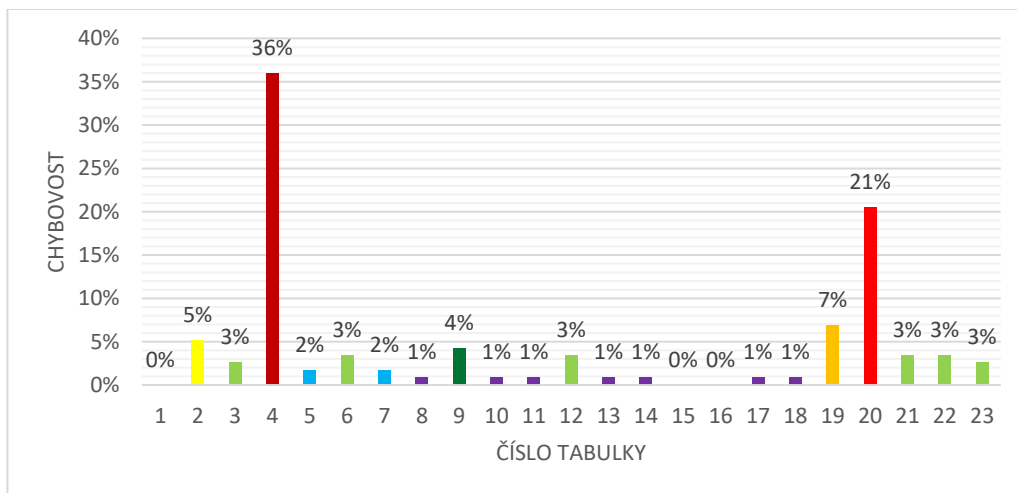
Obrázek 20: Tabulka č.20 [4]

Tabulka č.20 na obr.20 je druhou nejčastěji chybovanou tabulkou s 21 % chybných odpovědí. U této tabulky jsem se ptala netradičně na dvě otázky. Nejprve co vyšetřovaný vidí za symbol a poté jaké barvy mají puntíky uvnitř symbolu. Rozpoznat symbol zde nehrálo moc velkou roli, jelikož by ho měl vidět i člověk s poruchou barvocitu. Zásadnější byla odpověď na otázku barev uvnitř symbolu. Odpovědi by se měly točit kolem barvy šedé a béžové, uznávala jsem i odpověď šedomodrá či domodra nebo i hnědá. Odpovědi, které zahrnovaly zelenou barvu by už však měly být náznakem poruchy barvocitu. Jedná se totiž o tabulku se zvýšeným simultánním kontrastem. [4]

Simultánní neboli současný kontrast nám domněle zesiluje rozdíly mezi dvěma přiléhajícími barevnými plochami. Barevné plochy vedle sebe nevypadají tak, jako by vypadaly od sebe oddělené. Respektive jejich barevné vyzařování se nám zdá jiné, pokud jsou u sebe, oproti tomu, kdybychom jim jejich vyzářenou barvu objektivně změřili. Každá plocha od té sousední něco přebere a navzájem se tedy ovlivňují. Například šedý čtverec na tmavém pozadí se nám zdá světlejší, než kdybychom ten samý šedý čtverec měli na bílém pozadí. Tyto dva čtverce by se nám zdály odlišné, i když jsou barevně identické. [28] [29]

Celkovou chybovost ve všech tabulkách nám ukazuje graf na obr.21. Můžeme si všimnout, že tabulky č.4 a č.20 patřily mezi extrémy a považuji je za nejvíce náročné. Pokud bych však u tabulky č.2 zaznamenávala kolikrát dotyčný odpověďel správně na první pokus, a ne až po upozornění, jestli si je odpovědí opravdu jistý, pravděpodobně by kvůli roztěkanosti respondentů patřila také mezi ty nejvíce problematické tabulky. Zbytek je s chybovostí v zásadě nastejno a chyby už patřily spíše respondentům, u kterých jsem zjistila podezření na poruchu

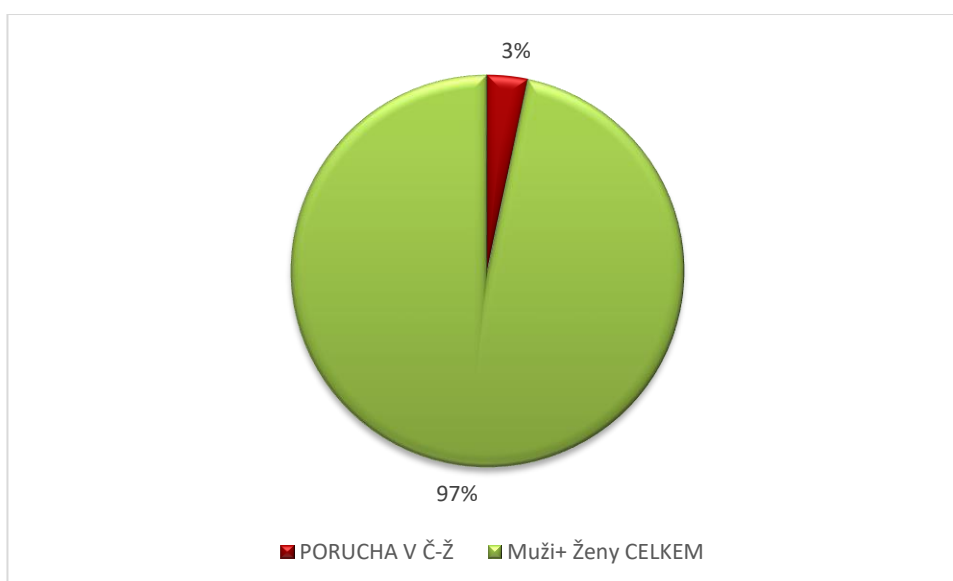
barvocitu v červeno-zelené oblasti. Ačkoliv 2 respondenti chybovali zvláště i u tabulky č.11 a č.14, které poukazují na poruchu v modré oblasti, tak nikde dále se už tato odchylka neobjevila, a tedy ve výsledcích nevidují žádného respondenta s podezřením na poruchu barvocitu v modré oblasti.



Obrázek 21: Graf procentuální chybovosti jednotlivých tabulek

Co se týče celkových výsledků vyšetření barvocitu, tak jsem sledovala výskyt poruch barvocitu mezi všemi vyšetřenými, mezi muži a mezi ženami.

Výskyt poruchy barvocitu v červeno-zelené oblasti, respektive výskyt vážného podezření, vyšel celkem 3% na základě incidence 4/117 (3,5/100). Tedy zaokrouhleně každý 29. člověk ze 100 má pravděpodobně poruchu barvocitu v červeno-zelené oblasti.



Obrázek 22: Graf celkového výskytu poruchy

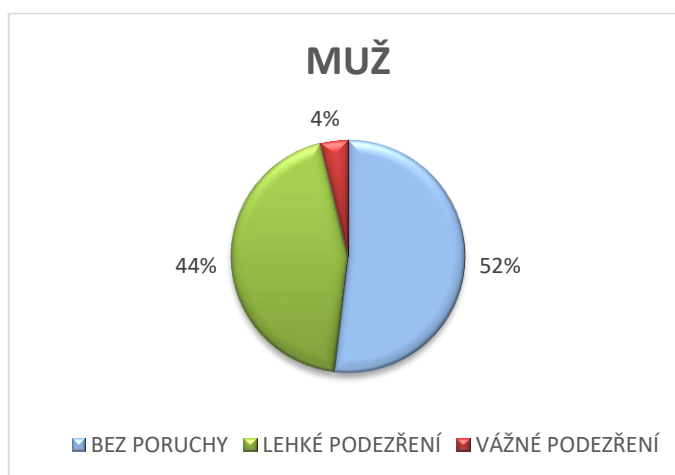
Co se týče genderového rozdělení výskytu poruchy, tak muži mají geneticky vyšší předpoklad k této vrozené poruše barvocitu v červeno-zelené oblasti, jelikož se jedná o gonozomálně recesivní onemocnění vázané na X chromozom, které se přenáší z matky na syna, přičemž matka je pouze přenašečka a u syna se porucha projeví. Proto i má očekávání byla taková, že muži budou postiženi více.

Z 79 vyšetřených mužů jsem shledala u tří mužů vážné podezření na poruchu barvocitu v červeno-zelené oblasti. Celkově se vážné podezření na poruchu objevilo o 4% mužů. Jeden z mužů chyboval až 17 krát z 23 vyšetřovaných tabulek. Zde předpokládám i nějakou kombinaci anopie s anomálií.

Tabulka 5: Četnost chyb mužů s vážným podezřením

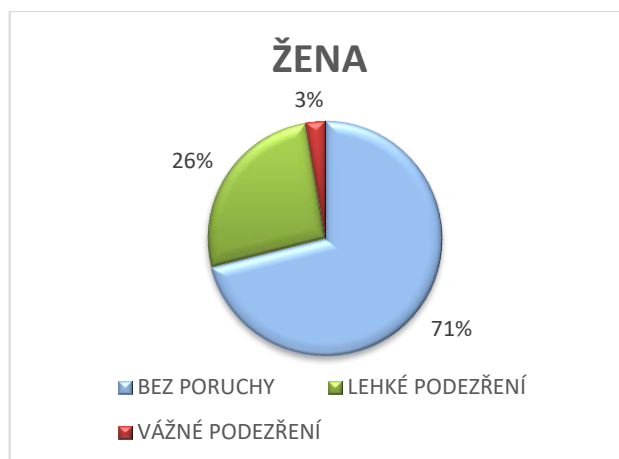
	absolutní četnost chyb	relativní četnost chyb
postižený 1	17	74%
postižený 2	12	52%
postižený 3	9	39%

Větší procento mužů, konkrétně 44% jsem zařadila do lehkého podezření, jelikož jejich chybování nebylo natolik vysoké, abych se obávala vážnější poruchy. Může jít o pouhou drobnou odchylku barvocitu, slabou anomálii. Tuto skupinu mužů jsem, spolu s vážným podezřením, zahrnula do výskytu různě závažné odchylky barvocitu, kde je výskyt už téměř poloviční, přesněji 48%. Incidence různě závažné odchylky barvocitu u mužů je 38/79, tedy že skoro každý 2.muž má pravděpodobně alespoň drobnou odchylku barvocitu.



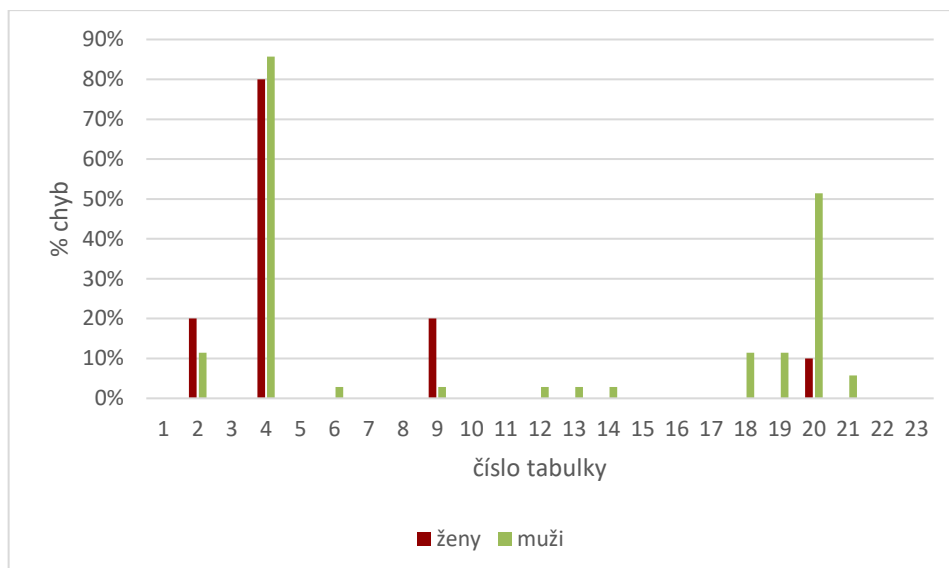
Obrázek 23: Graf výskytu poruchy barvocitu u mužů

Na rozdíl od žen, u kterých se vážné podezření na poruchu barvocitu projevilo pouze u jedné ženy z 38, tzn. 3% žen mají patrně poruchu barvocitu v červeno-zelené oblasti. Procenta postižení sice v porovnání s muži vypadají takřka stejně, ale v přepočítání na incidenci vidíme, jak velký rozdíl může 1% udělat. Z incidence 1/38 vyplývá, že každá 38. žena má poruchu barvocitu. Rozdíl vypovídající ve prospěch žen můžeme vidět i u lehkého podezření, které je oproti mužům pouze z 26% pozitivní. Perfektní barvocit má tedy o 19% více žen než mužů.



Obrázek 24 Graf výskytu poruchy barvocitu u žen

Ve společnosti se často řeší, že obecně ženy mají lepší schopnost rozlišení více barevných tónů než muži. Termíny jako lososová, meruňková, lila, smaragdová či třeba fuchsiová jsou pro muže téměř španělskou vesnicí. Z porovnání skupiny lehkého podezření toto tvrzení mohu potvrdit, protože u této skupiny se opakovaly nejvíce chyby závislé na opravdu malých rozdílech odstínů a ženy u těchto tabulek měly mnohem lepší výsledky a muži s lehkým podezřením chybovaly více. Porovnání je patrné z grafu na obrázku 25.



Obrázek 25: Porovnání chybování v jednotlivých tabulkách u skupiny s lehkým podezřením

6.3 Dotazník

Vzhledem k tomu, že se má práce zabývat vlivem poruch na kvalitu života, rozeslala jsme těm, kteří měli více jak 5chyb dotazník s otázkami týkajícími se běžného a profesního života ve spojitosti s jejich barevným omezením.

Zajímalo mne, jestli pozitivní výsledek testu poruchy barvocitu opravdu prokazuje určitá omezení v dopravě, zaměstnání, v přírodě, v orientaci a z části i jak ovlivňuje psychiku dotyčného. Dotazník byl pouze doplňkový s cílem více se dozvědět o zajímavostech či problémech, které porucha barvocitu v červenozelené oblasti přináší, a proto výsledky dotazníku vyzdvihují pouze zajímavé odpovědi, které do této problematiky přinesly nové poznatky či nesourodost s našimi představami o tom, jak dotyčný s poruchou barvocitu vidí.

6.3.1 Výsledky dotazníku

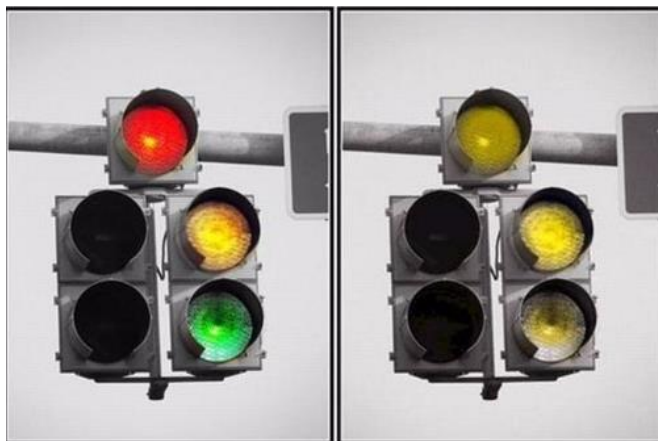
Dotazník mi vyplnili všichni tři muži a jedna žena, u kterých se v rámci mého vyšetření projevilo vážné podezření na poruchu barvocitu v červenozelené oblasti. Ptala jsem se celkem na 32 otázek, z toho 10 z nich bylo zaměřené na řízení motorového vozidla či orientaci v provozu. Jelikož však tázaná žena není řidička, tak její odpovědi, které byly přímo zaměřené na řízení, neberu v potaz.

Nejdříve jsem se ptala na jejich pohlaví, povolání a zda jsou řidiči. Pokud řidiči byli, zodpověděli mi dále na otázku, zda byli svým obvodním lékařem vyšetřeni na barvocit v rámci zdravotní způsobilosti k získání řidičského oprávnění.

Ačkoliv je to povinnou součástí zdravotní prohlídky k získání zdravotní způsobilosti k řízení motorového vozidla po pozemních komunikacích, což je uvedeno v příloze č. 3 části I vyhlášky 277/2004 Sb., tak jeden z řidičů svým obvodním lékařem vůbec nebyl na barvocit vyšetřen, proto ani nevěděl, že jakoukoliv odchylku barvocitu má. [17]

U zodpovězené otázky na povolání, mě také velice překvapilo, že dotazovaná žena, která měla podle mého vyšetření vážné podezření na poruchu barvocitu, pracuje jako make-up artistka, která pracuje například s obrovskou škálou odstínů rtěnek či očních stínů. Nehledě na správný výběr make-upu. V dotazníku poté dále zodpovídala, že jí rozlišovat barvy nedělá vůbec potíže. Může být proto možné, že buď došlo k nějaké chybě ve vyšetření nebo dotyčná dokáže dělat svou práci kvalitně i s odchylkami barvocitu a na výsledku práce se to esteticky neprojeví a zákaznice jsou tedy spokojené.

Co se týče tedy otázek zaměřených na silniční provoz, tak jsem se v dotazníku schválně ptala tak, abych buď potvrdila nebo vyvrátila neschopnost řidičů s poruchou barvocitu bezpečné účasti v silničním provozu. Nezkoušela jsem proto například na obrázku proházet barvy semaforu a chtít po dotazovaných, aby mi řekli, jaké barvy má semafor. U takovéto otázky by se opravdu mohli nacytat a nemuseli by odpovédět správně, ale to nebylo mým cílem. Zajímalo mne, jak bezpečně reagují na to, co opravdu vidí a zda jsou tedy hrozbou či ne. Všichni řidiči řídí pouze pro soukromé účely, takže na ně nejsou brány takové nároky jako na řidiče z povolání.



Obrázek 26: Porovnání pohledu na semafor normálního trichromata (vlevo) s deuteranopem (vpravo)

(<http://docplayer.cz/6892875-Vyznam-vysetreni-barvocitu-a-klinicke-testovani-barvocitu.html>)

U semaforu všichni bezpečně rozeznají 3 odlišné barvy, a i červené dopravní značky na většinu působí výstražně. Ve spojitosti s červenou jsem se také ptala, jak rychle reagují na brzdící auto před sebou, zde jsem už zaznamenala, že dvěma řidičům ze tří to chvíli trvá, nežli zareagují a začnou brzdit také. Tento problém se často týká protanů a to obzvláště když nejsou brzdová světla úplně čistá. Třetí řidič odpověděl, že reaguje okamžitě. [4] [30]

Součástí silničního provozu jsou však i chodci, kteří pozemní komunikaci přechází a mohou tak ohrozit sebe tak i řidiče, jedoucí zrovna na dané silnici. Proto mě zajímalo, jak a podle čeho se moji respondenti rozhodují zda mohou přejít/přeběhnout silnici. Všichni opět odpověděli, že bezpečně panáčky barevně rozliší a že přechází na zelenou barvu. Nastane-li ale situace, kdy jim ujíždí tramvaj, tak se 50% dotazovaných na semafor vůbec nakouká. Dotazovaná žena ale přiznala, že když koukne na semafor tak jí v tom stresu chvíli dělá obtíž vyhodnotit situaci, zda přejít může nebo ne.

Velice podstatnou otázkou z hlediska bezpečnosti silničního provozu, kterého jsou velice pravděpodobně nesprávně součástí, bylo, zda někdy nevědomky projeli na červenou. Všichni tři řidiči odpověděli, že projeli. Což samozřejmě patří mezi ty situace, které jejich i naši bezpečnost na vozovkách ohrožují a vyšetření barvocitu by opravdu mělo být součástí prohlídky lékařem a nemělo by být opomenuto.

Skupina otázek mířící na psychiku, respektive na psychologii barev, podle které na nás barvy všelijak působí a mění naše pocity a nálady, mě kupodivu ani moc nepřekvapila. Přestože je vliv barev na psychiku velice subjektivní záležitost, respondenti odpovídali naprosto tak, jak bych očekávala u lidí bez poruchy. Ale čekala jsem, že ani jeden neuvede jako oblíbenou barvu

červenou či zelenou. Na červenou a zelenou a jejich pocity z nich jsem se ptala následovně, zde si ale nejsem jistá, jestli se těmto odpovědím dá věřit či ne. Odpověďmi byly takové ty ukázkové pocity z červené a zelené, které člověk slyší a čte všude kolem, je proto možné, že stejně jako pořadí barev na semaforu je toto naučená záležitost. Červená tedy působí hlavně tak, že upoutá pozornost či je symbolem vášně. Odpověď “pocit štěstí“ byla ale zajímavá, to spíše odpovídá na žlutou barvu, což je to, co člověk s poruchou barvocitu v červenozeleňé oblasti vidí, tedy zde alespoň jemný náznak odlišnosti. Otázka na pocity depresí a jak na dotazované působí podzimní a letní zahrada, byl jen takový pokus. Napadlo mě, že osoby s poruchou barvocitu s červenozeleňé oblasti nebudou tak moc vnímat rozdíly mezi letní a podzimní zahradou jako je vnímá osoba bez poruchy. Proto jsem předpokládala, že na ně budou působit obě stejně a nebudou trpět podzimními depresemi. To je však otázka, která by chtěla více rozvinout a více prozkoumat. Je to už více psychologická záležitost nežli týkající se barvocitu.

Nejvíce mě zaujali odpovědi, které poukazovali na téměř běžné problémy, se kterými se dotyčný s nedostatečným barvocitem setkává. Ať je to orientace v mapách, kde je spousta různých odstínů hnědé a zelené nebo notifikační dioda na telefonu či dobíječe baterek, kde dotyčný nerozliší, jestli je baterka již nabitá nebo ještě ne. Zajímavé bylo také zjištění, že jeden z dotazovaný kvůli své poruše nemůže chodit na houby, protože je nevidí. Stejný muž se svěřil i s jeho profesním omezením, které mu porucha přinesla. Chtěl se stát řídicím letového provozu, a dokonce i složil velmi náročné zkoušky FEAST, které složí, podle jeho slov, jen málokdo. Bohužel tato pozice je velice náročná na zdravotní způsobilost uchazeče a žádná porucha barvocitu není tolerována.

Díky tomuto dotazníku jsem porozuměla, do jaké míry těmto lidem jejich barevné znevýhodnění ovlivňuje život a jsem nesmírně ráda, že se mnou jejich jinak barevný pohled na svět sdíleli.

7 Diskuse

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala výskytem poruch barvocitu v populaci a své výsledky jsem porovnávala s výskytem uváděným v literatuře.

Z mého šetření na pseudoisochromatických tabulkách podle Valhagen a Brossmanna mi vyšel výskyt poruch v červeno-zelené oblasti u 4% mužů a u 3% žen. Když tyto výsledky porovnáme s výsledky uváděnými z různých zdrojů v *tabulce 2*, tak zjistíme, že se rozcházejí.

Podle publikace *Oční lékařství* od Pavla Kuchynky je výskyt poruchy v červeno-zelené oblasti u 8% mužů a jakákoliv porucha barvocitu u 4% žen. Zde se mi hypotéza potvrdila pouze z části. procentuální zastoupení poruchy barvocitu u žen poněkud odpovídá, avšak u mužů je tento výskyt poloviční, nežli je uváděno v Kuchynkovi.[1]

V publikaci Radovana Šikla *Zrakové vnímání* [14] najdeme hned jiný uváděný výskyt poruch. U mužů v červeno-zelené oblasti je uváděno méně než u Kuchynky[1] a to 6% výskyt. U žen se zde uvádí jen 0,5 %. Zde se s mým výsledkem výskytu u mužů blížíme, ale stále je značně rozdílný. Výskyt poruchy u žen v tomto případě neodpovídá vůbec. [14]

Zahraniční publikace z webu Webvision a Webexhibits uvádějí podobný procentuální výskyt poruchy v červeno-zelené oblasti jako Radovan Šikl [14], 6% mužů a cca 0,4 % žen. Výsledky porovnání jsou tedy stejné

Když jednotlivé publikované výskyty zprůměrujeme, dostaneme průměrné hodnoty výskytu poruchy v červeno-zelené oblasti u 6,6% mužů a u 1,3 % žen. Však ani tyto hodnoty neodpovídají výsledkům prováděného výzkumu.

Jak je tedy možné, že se výsledky mého šetření takto značně rozcházejí? Nevíme jistě, zda statistiky z českých literatur jsou dělané opravdu jenom na českých respondentech nebo je statistika dělaná i na příslušnicích jiných národností. Různé národnosti i rasy mohou mít různé genetické předpoklady k získání poruchy barvocitu.

Dále mohl rozdíl vzniknout na základě rozdílné formy testování. Mé vyšetřování probíhalo na pseudoisochromatických tabulkách, ze kterého v některých případech nelze zachytit drobnější odchylky barvocitu, a proto se například statistiky na základě vyšetření podle seřadovacích testů mohou lišit.

Nejvíce pravděpodobné se zdá, že se výsledky odlišují kvůli malému počtu respondentů mého šetření. Statistiky uváděné v publikaci jsou jistě dělané na sta tisících respondentů a je

pravděpodobné, že na větším vzorku by i mé výsledky vycházely blíže těm uváděným v literatuře.

Samozřejmě může být i více možných faktorů, které statistiky ovlivní, na mém vzorku si už však žádných možných faktorů nejsem vědoma.

U všech publikací se mi však potvrdila hypotéza, že muži jsou poruchami barvocitu postiženi více, a to i drobnou odchylkou v jemném rozeznání odstínů, kde se u mého šetření vyskytlo až skoro 50% mužů a tedy perfektní barvocit má o 19% více žen než mužů. Tento výsledek je nutné brát hodně s rezervou, jelikož je možné, že muži mohou být mnohem více roztěkanější a nedůkladní, že tyto drobnosti pouze opravdu přehlédli nebo se zde projevil nestejný vyšetřovaný počet mužů a žen.

Závěr

V práci jsem shrnula veškeré dostupné poznatky z oblasti barvocitu, včetně pojetí barev a mechanismus barevného vidění. Probádala jsem veškeré možné teorie, které byly kdy vzneseny a sama jsem se ztotožnila s duplicitní teorií barevného vidění, protože se nejvíce podobá mé představě o celém mechanismu barevného vidění.

Z části jsem toto téma zaměřila na poruchy barvocitu, jejich klasifikaci, metody vyšetření a problémy, které jedincům trpícím těmito poruchami přinášejí. A i když korekce barvocitu stále ještě nebyla vědci zdárně vynalezena, tak i přes to jsem se zabývala jistými nápomocnými korekčními pomůckami, které lidem s poruchou barvocitu alespoň z části usnadňují jejich život.

V mé praktické části jsem sledovala výskyt poruch barvocitu a porovnávala je s výskytem uváděné v literatuře. Hypotézy na základě výskytu poruch se mi z části nepotvrdily, jelikož z mého vlastního šetření vyšlo mnohem menší procento výskytu poruchy barvocitu v populaci u mužů, nežli bylo v literatuře [1] uváděno. Procentuální výskyt poruchy u žen byl však velmi podobný, rozlišný pouze o jedno procento u publikace Oční lékařství [1].

Druhá hypotéza, že muži jsou postihováni mnohem více než ženy, se potvrdila. Perfektní barvocit má totiž o 19% více žen než mužů.

Zaměřovala jsem se i na vliv na kvalitu života trpících poruchou barvocitu, což jsem zjišťovala na základě mnou vytvořeného dotazníku, který byl složen z otázek týkajících se dopravy, profese, problémů každodenního života, které porucha přináší, a psychologického vlivu barev na dotyčného. Zjistila jsem, že problematika barvocitu má značný vliv na kvalitu života jak z psychologického, tak profesního pohledu. Veškerá profesního omezení uvedené v práci jsem popsala podle nejnovějších účinných zákonů a vyhlášek České republiky a Evropské unie. Podle odpovědí dotazovaných s poruchou barvocitu bych však vyvodila, že není nutné osoby s poruchou barvocitu, které mají problém rozlišit základní barvy, striktně vyčleňovat z dopravního provozu. Podle mého názoru se i tak dokáží v provozu orientovat a dostatečně pohotově reagovat.

Pomocí dotazníku jsem i vyvrátila mou předem určenou hypotézu, že nikdo s poruchou barvocitu v červenozelené oblasti nebude vlastnit řidičský průkaz.

Splnila jsem veškeré své cíle a všechny předem stanovené hypotézy jsem potvrdila či vyvrátila.

Poruchy barvocitu nejsou sice tak časté, podle mého výzkumu jimi trpí každý 26. muž a každá 38. žena, přičemž drobnou odchylku barvocitu pozorujeme u každého 2. muže, ale rozhodně dokáží člověku mnoho věcí zkomplikovat. Je však v zásadě positívum, že se jedná převážně o vrozené vady a postižený nemá srovnání. Zdá se mu tedy svět takto v pořádku a porucha neovlivňuje jeho psychiku nějak závrtně negativně, dokud nepřijdou větší komplikace spojené s řídičským průkazem či vysněnou profesí. Věda a medicína jde však stále dopředu a věřím, že jednou se přijde alespoň na fungující korekce poruch barvocitu nebo třeba i později na jejich léčbu

Seznam použité literatury

- [1] KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1163-8.
- [2] PAVEL ROZSÍVAL ET AL. *Oční lékařství*. Praha: Galén, 2006. ISBN 9788072624041
- [3] AUTRATA, Rudolf a Jana VANČUROVÁ. *Nauka o zraku*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2002. ISBN 80-7013-362-7.
- [4] VELHAGEN, Karl a Dieter BROSCHEMANN. *Tabulky k vyšetření barvocitu*. Praha: Aventinum, 1995. ISBN 80-85277-24-7
- [5] KOLÍN, Jan. *Oční lékařství*. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1325-3.
- [6] REICHL, J. *Základy kolorimetrie: Barva světla a barva tělesa* [online]. 01/2012. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main/article/view/544-barva-svetla-a-barva-telesa>
- [7] POLÁŠEK, Jaroslav. *Technický sborník oční optiky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1974.
- [8] TUNNACLIFFE, Alan H. *Introduction to visual optics*. 4th ed. Godmersham Park: Association of British Dispensing Opticians, 1993. ISBN 978-0-90009-928-1
- [9] KODETOVÁ, Marie. *Využití filtrů chromagen ke korekciporuch barvocitu*. Česká oční optika. Praha, 2015, č.3, s. 55-57. ISSN 1211-233X
- [10] VESELÝ, Petr. *Současné metody vyšetřování barvocitu* [online]. Společenstvo českých optiků a optometristů, Novodvorská 1010/14, 142 01 Praha 4: EXPO DATA spol. s r.o., 2010, **2010**(04) [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2010_04.pdf
- [11] SOVOVÁ, Veronika. *Vidíme barevně* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://veronika.sovova.sweb.cz/interest/vidimbar.htm>
- [12] Color Blind Essentials., Daniel. *Colblindor* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.color-blindness.com/wp-content/documents/Color-Blind-Essentials.pdf>
- [13] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [14] ŠIKL, Radovan. *Zrakové vnímání*. Praha: Grada, 2012. Psyché. ISBN 978-80-247-3029-5.
- [15] MONATOVÁ Lili, *Pedagogické aspekty zrakových defektů*, [online]; Sborník prací filosofické fakulty brněnské univerzity, 1985 Dostupné z:

- https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/112603/I_PaedagogicaPsychologica_20-1985-1_6.pdf?sequence=1
- [16] *SMĚRNICE Ministerstva zdravotnictví: 49/1967*. In: . 1967. Dostupné také z: http://www.guard7.cz/files/pdf/smer_mz_67-049.pdf
- [17] ČR. Vyhláška č. 72/2011 Sb: Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 277/2004 Sb. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2011, ročník 2011, 28/2011, číslo 72. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-72>
- [18] ČR. Vyhláška č. 101/1995 Sb.: Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se vydává Řád pro zdravotní a odbornou způsobilost osob při provozování dráhy a drážní dopravy. In: *Sbírka zákonů ČR*. Ministerstvo dopravy, 2011, ročník 1995, 25/1995, číslo 101. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-72>
- [19] ČR. Vyhláška č. 112/2015 Sb: Vyhláška o odborné a zdravotní způsobilosti členů posádky lodě, průkazech způsobilosti, námořnických knížkách a kapitánském slibu. In: *Sbírka zákonů ČR*. Ministerstvo dopravy, 2011, ročník 2015, 45/2015, číslo 112. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-112#f5631555>
- [20] Příloha IV: část-MED/hlava A. In: *Úřední věstník Evropské unie*. Evropská komise, 2011, ročník 2011, číslo 311. Dostupné také z: <http://www.leteckylekar.cz/images/Part-MED.pdf>
- [21] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2015/340: technické požadavky a správní postupy týkající se příkazů způsobilosti a osvědčení řídicích letového provozu podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES). In: *Úřední věstník Evropské unie*. Evropská komise, 2015, ročník 2015, číslo 340. Dostupné také z: <http://www.leteckylekar.cz/images/2015-340.pdf>
- [22] *Facts About Color Blindness* [online]. National Eye Institute, 2015 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: https://nei.nih.gov/health/color_blindness/facts_about
- [23] Blue cone monochromacy [online]. BCM family foundation [cit. 2017-05-14] Dostupné z: <http://www.blueconemonochromacy.org/blueconemonochromacy/>
- [24] *(BCM) Blue cone monochromat* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.achromatopsia.info/blue-cone-monochromatism/>
- [25] *Posuzování zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel jako součásti výkonu práce* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/chppl/Ridici_SZU_7_13.pdf
- [26] GOURAS, Peter. *WEBVISION: Part VII: Color vision* [online]. 2009 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://webvision.med.utah.edu/book/part-vii-color-vision/color-vision/>

- [27] *Causes of color: Vision-Colorblind* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z:
<http://www.webexhibits.org/causesofcolor/2A.html>
- [28] POLÁŠEK, Vladan. *Psychologické působení barev a jeho využití v AV tvorbě* [online]. 2011. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z:
http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/17054/pol%C3%A1%C5%A1ek_2011_dp.pdf?sequence=1
- [29] KULKA, Jiří. *Psychologie umění*. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-2329-7.
- [30] Katavisto, M. (1961), PSEUDO-ISOCHROMATIC PLATES AND ARTIFICIAL LIGHT. *Acta Ophthalmologica*, 39: 377–390. doi:10.1111/j.1755-3768.1961.tb00865.x
- [31] Tagarelli, A., Piro, A., Tagarelli, G., Lantieri, P. B., Risso, D. and Olivieri, R. L. (2004), Colour blindness in everyday life and car driving. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 82: 436–442. doi:10.1111/j.1395-3907.2004.00283.x
- [32] HAIDAR, Riad ; Thomas Young and the wave theory of light [online]
Dostupné z : <https://www.bibnum.education.fr/sites/default/files/71-young-analysis.pdf>

Seznam symbolů a zkratk

ČVUT	České vysoké učení technické
FEL	Fakulta elektrotechnická
FS	Fakulta strojní
FBMI	Fakulta biomedicínského inženýrství
FEAST	The First European Air Traffic Controller Selection Test
TES	Total errors score
BCM	Blue cone monochromac

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vliv osvětlení na vnímání barev	3
Obrázek 2: Viditelné spektrum.....	4
Obrázek 3: Tón barvy[6]	5
Obrázek 4: Sytost barvy[6].....	5
Obrázek 5: Jas barvy[6]	5
Obrázek 6: Graf spektrální citlivosti čípků S, M a L.....	7
Obrázek 7: Reakce rodopsinu na světlo [13].....	8
Obrázek 8: Heringův oponentní kruh	10
Obrázek 9 : Dědičnost BCM, protan a deutan komplexu.....	12
Obrázek 10 : Ishihara test	17
Obrázek 11: CVTME test pro děti.....	17
Obrázek 12: sada 100hue-test.....	18
Obrázek 13: 100hue-test kruhové schéma.....	18
Obrázek 14: Závislost TES na věku	19
Obrázek 15: Munsellův systém barev	19
Obrázek 16: Seekey	22
Obrázek 17: Barevný vjem vyvolaný pomocí Seekey.....	22
Obrázek 18: Magenta filtr.....	23
Obrázek 19 :Tabulka č.4 [4].....	32
Obrázek 20: Tabulka č.20 [4].....	33
Obrázek 21: Graf procentuální chybovosti jednotlivých tabulek	34
Obrázek 22: Graf celkového výskytu poruchy	34
Obrázek 23: Graf výskytu poruchy barvocitu u mužů	35
Obrázek 24 Graf výskytu poruchy barvocitu u žen.....	36
Obrázek 25: Porovnání chybování v jednotlivých tabulkách u skupiny s lehkým podezřením	37
Obrázek 26: Porovnání pohledu na semafor normálního trichromata (vlevo) s deuteranopem (vpravo)	39

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní rozdělení a charakteristiky poruch barvocitu [1]	12
Tabulka 2: Procentuální výskyt poruch barvocitu podle různých zdrojů [1] [14][26] [27]	27
Tabulka 3: předpokládané čtené symboly u poruch barvocitu [4]	30
Tabulka 4: Rozdělení respondentů do orientačních chybových skupin	31
Tabulka 5: Četnost chyb mužů s vážným podezřením	35

Seznam příloh

Příloha 1: Odpovědi respondentů 1.-13.....	52
Příloha 2: Odpovědi respondentů 14.-26.....	53
Příloha 3: Odpovědi respondentů 27.-39.....	54
Příloha 4: Odpovědi respondentů 40.-52.....	54
Příloha 5: Odpovědi respondentů 53.-65.....	55
Příloha 6: Odpovědi respondentů 66.-78.....	56
Příloha 7: Odpovědi respondentů 79.-91.....	57
Příloha 8: Odpovědi respondentů 97.-104.....	58
Příloha 9: Odpovědi respondentů 105.-117.....	59
Příloha 10: Dotazník 1.....	60
Příloha 11: Dotazník 2.....	65
Příloha 12: Dotazník 3.....	69
Příloha 13: Dotazník 4.....	73

Vstupní data

Pozn.: Vstupní data jsou již seřazená podle pohlaví a u každého pohlaví pak dále podle úspěšnosti, od nejhoršího po nejlepší. Původní originální excel. tabulka je vložena na CD.

Příloha 1: Odpovědi respondentů 1.-13.

	RESPONDENTI 1.-13.												
Tab. Č.1	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ
Tab. Č.2	2L	2L	2L	2I	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L
Tab. Č.3	8	8	8	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
Tab. Č.4	OO	OO	OO	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Tab. Č.5	X	X8	X3	NS	H6	H8	HS	HS	HS	5	X5	hs	H5
Tab. Č.6	NIC	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tab. Č.7	NIC	NIC	63 nejistý	6R	6R	6R	6R	6R	6R	6R	6R	6R	6R
Tab. Č.8	NIC	2	nic	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tab. Č.9	F	F4	f4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4
Tab. Č.10	6 MOZNA	8	6	6	6	6	6	6	8	6	6	6	6
Tab. Č.11	NIC	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Tab. Č.12	NIC	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tab. Č.13	31	C4	1	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
Tab. Č.14	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Tab. Č.15	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	9
Tab. Č.16	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E
Tab. Č.17	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Tab. Č.18	NIC	RG	rg	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG
Tab. Č.19	A	A4	a4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
Tab. Č.20	5	36	NIC	B6	B5	3S	36	B6	B5	B5	B5	B5	B5
Tab. Č.21	2 ZELENO SEDA (2 ODTINY)	2 TMAVEZ ELENA SEDA	2 SEDA	2 SLABA ZELENA SEDOHN EDA	2 SEDA VYBLITA ZELENA	2	2 šedivá, modrá	2 šedivá	2 SEDA SEDOM ODRA	2 SEDA ZELENO SEDA	2 GREEN BROWN	2 MODRO ZELENA	2 SEDOZE LENA SEDA
Tab. Č.22	3 DOORA NZOVA (1BARV A)	3 ORANZO VA FIALOVA	3 OKROVÁ SEDA	3 SLABA ZLUTA SEDA	3 ZELENA DO ZLUTA	3	3, žlutá, hnědá	3 béžová (2 odstíny)	3 ORANZO VA HNEDA	4 BEZOVA HNEDA	3 BROWN YELLOW	3 ZLUTA HNEDA	3 BEZOVA SCETLA TMAVA
Tab. Č.23	ZELENA BILA RUZOVA	ZELENA RUZOVA A TMAVA RUZOVA	ZELENY SEDY	ZELENA BILA SEDA	ZELENA BILA, SEDA	zelený ,bílý, šedý	zelený čtverec, šedivá uvnitř	ZELENA ,BILA SEDA	ZELENA SEDA SVETLE TMAVE	ZELENA BILA SEDIVY	GREEN WHITE GRAY	ZELENA BILA SEDA	ZELENA BILA SEDA

Příloha 2:: Odpovědi respondentů 14.-26.

	RESPONDENTI 14.-26.												
Tab. Č.1	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ	MUŽ
Tab. Č.2	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L	2L
Tab. Č.3	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182 UPOZ
Tab. Č.4	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Tab. Č.5	XS	HS	H3	H5	HS	HS	HS	HS	HS	HS	H5	HS	H5
Tab. Č.6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tab. Č.7	6R	6R	6R	6E	6R	6R	6R	6R	6R	6R	6R	6R	6R
Tab. Č.8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tab. Č.9	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4	F4
Tab. Č.10	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Tab. Č.11	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
Tab. Č.12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tab. Č.13	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
Tab. Č.14	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	45	42	42
Tab. Č.15	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Tab. Č.16	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E
Tab. Č.17	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Tab. Č.18	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG
Tab. Č.19	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
Tab. Č.20	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5
Tab. Č.21	2 SEDA DOZELE NA	2 SEDA SEDOZE LENA	2	2 SEDA	2 BEZOVA SEDIVA	2 SVELE TMAVE SEDA	2 SEDA A MODRO SEDA	2 SEDA MODRA	2 SEDA SVETLEH NEDA	2 SEDA BEZOVA	2 2 ODSTNY SEDY ZLOTA, SEDOM ODRY	2 SEDA SEDOM ODRA	2 SEDA SVETLA SEDA
Tab. Č.22	3 HNEDA BEZOVA	3 ODTINY SEDOHN EDA	3	3HNEDA	3 HNEDA BEZOVA	3 BEZOVA A HENDA	3 SEDA HNEDA	3 BEZOVA HNEDA	3 HNEDA ZLUTA	3 PISKOVA HNEDA	3 BEZOVA SEDA, HNEDA	3 HNEDA ORAZOV A	3 TMAVA SVETLA HNEDA KHAKI
Tab. Č.23	ZELENA BILA SEDA	ZELENA BILA SEDA	2x zelena, bila, šedá	ZELENA BILA SEDA	ZELENA BILA, SEDA	ZELENA BILA SEDA	ZELENA BILASED A	ZELENA BILA SEDA	ZELENE BILA SEDA	ZELENA BILA SEDA	ZELENY BILA SEDA	ZELENA BILA SEDA	ZELENA BILA SEDA

Tab. Č.15	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Tab. Č.16	5E	5E	5E	5e	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E	5E
Tab. Č.17	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Tab. Č.18	RG	RG	RG	rg	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG
Tab. Č.19	A4	A4	A4	a4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4	A4
Tab. Č.20	B5	B5	B5	b5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5
Tab. Č.21	2 SEDIV A BEZO VA	2 SEDA SEDO MOD RA	2 SEA HNED A	2 béžov á šedá	2	2, šedá a hněd a	2	2 světl e hněd á a šedo modr á	2 šedo u	2, světl e a tmav ě šediv á	2	2, šedá a béžo vá	2
Tab. Č.22	3BEZ OVA HNED A	3 SVET LEHN EDA TMA VESE DA	3 OKRO VA HNED A	3 žlutá béžov á	3	3, žlutá, hněd á	3	3 okrov á a hněd á	3 žlutá, šedá	3 béžo vá, hněd á	3	3, světl e hněd á a žlutá	3
Tab. Č.23	ZEEL NA BILA SEDA	ZELE NA BILA SEDA	ZELE NA BILA SEDA	zelen a bíla šedá	Zelen a bíla šedá	Zelen a, bíla a šedá	ZELE NÁ BÍLÁ	jasně zelen á a body uvnit ř šediv é, nalev o se zdá být bod světl ejší	zelen á, šedá	zelen á, bílá a šediv á	zelen ý a šedé	zelen á a šedá	zelen ou a bílou, zelen ou a šedo u

Dotazník

Příloha 10: Dotazník 1

VLIV PORUCH BARVOCITU NA KVALITU ŽIVOTA - 1

1) Jaké je Vaše pohlaví?

- a. Muž
- b. Žena

2) Jaké je Vaše povolání?

PROJECT MANAGER

- 3) Máte řidičský průkaz?
a. **Ano a řídím**
b. Ano a neřídím
c. Ne
- 4) Pokud jste v předchozí otázce odpověděli ANO, dělal Vám Váš obvodní lékař vyšetření barvocitu v rámci zdravotní způsobilosti k získání řidičského oprávnění?
a. **Ano**
b. Ne
- 5) Věděl/a jste už před mým vyšetřením, že máte poruchu barvocitu?
a. **Ano**
b. Ne
- 6) Máte vysoké dioptrie či jinou oční vadu? Popřípadě napište jakou.
-3,5 D
- 7) Pracujete v dopravě? Popřípadě na jaké pozici
a. Ano,
- b. **Ne**
- 8) Kolik různých barev vidíte na semaforu? Prosím napište co nejvíce detailně co vidíte.
vidím normálně červenou, oranžovou a zelenou. Většina poruch je opravdu o barvocitu, tedy fakt o citu, tedy například tmavě zelená oproti světle hnědé nedokážu identifikovat a podobně. Ale základní jednoduché barvy nejsou problém
- 9) Jaké máte radši barvy?
a. Studené
b. **Teplé**
- 10) jaká je vaše oblíbená barva?
ČERNÁ
- 11) Nekupujete si (omylem/záměrně) většinu věcí, oblečení v jedné barvě? (, že vám to třeba říkají kamarádi, proč máte všechno červené atd.)
a. Ano, hodně věcí mám v jedné barvě
b. Asi ano, nevím
c. **Ne, naopak mám různobarevný šatník**
d. To mě nikdy nenapadlo, raději se někoho zeptám
- 12) stává se vám, že se ocitnete v situaci, kdy koupíte, podáte někomu něco špatně, kvůli Vaší poruše barvocitu?
a. Hodně často

- b. Vůbec
- c. Párkrát se mi to stalo
- d. **JINÉ.... *ani ne koupím, podám, ale v lese nemůžu chodit na houby (nevidím je) a nedokážu se orientovat spolehlivě v mapách kde určitá barevná škála něco značí (hustotu obyvatel například, 10 odstínů zelené, nepřidám legendu k mapě)***

13) Používáte barevné rozlišovače ? (zvýrazňovače, fixy, štítky..) pokud ne,co používáte při organizaci svých věcí, diáře apod..

- a. **Ano**
- b. Ne

14) Máte nějakou poruchu učení, soustředění či něco podobného?

ne

15) Stydíte se za svou poruchu barvocitu

- a. Ano
- b. **Ne**

16) Co ve vás vyvolává červená barva? (možnost více odpovědí)

- a. Vášně
- b. Klid
- c. Agresi
- d. **Upoutá mou pozornost**
- e. Dodá mi energii
- f. Pocit štěstí
- g. Pocit smutku
- h. Nic
- i. JINÉ...

17) Co ve vás vyvolává zelená barva? (možnost více odpovědí)

- a. Vášně
- b. Klid
- c. Agresi
- d. Upoutá mou pozornost
- e. Dodá mi energii
- f. Pocit štěstí
- g. Pocit smutku
- h. Nic
- i. **JINÉ ...volno, jed' (tráví v autě hodně času)**

18) poznáte od pohledu (podle barvy) zralé ovoce od nezralého? (například třešně, jablko, jahody...)

- a. **ano**
- b. ne

- c. **JINÉ...** zrovna třešně jablko nebo jahody samozřejmě ano, přestože mám vadu poměrně silnou, opravdu to není takové zlo jak si lidé představují. Nepoznám to na jiných druzích ovoce - meruňka, broskev - tam kde už se barva ke konci mění málo, ale malý rozdíl mezi tvrdou a měkkou tam jiní lidé poznají

19) působí na Vás některé dopravní značení výstražným dojmem? Jaké ...
no, to které je výstražné (s reflexním okrajem)

20) vyvolává ve vás některá barva nějaké emoce?
asi ano, nevím, jsem muž, takové věci tolik neprožívám nebo si neuvědomuji

21) na semaforu pro chodce...

- a. **Vidím červenou a zelenou**
- b. jdu na panáčka, který má roztažené nohy
- c. jdu na panáčka, který je dole

22) když běžím na tramvaj a musím přeběhnout silnici, kde je semafor pro chodce

- a. **na semafor vůbec nekoukám**
- b. musím se na semafor kouknout a zbrzdí mě to na pár sekund, než rozliším jestli můžu přeběhnout
- c. orientuji se podle zvukového signálu

23) jel/a jste někdy nechtěně na červenou?

- a. **Ano**
- b. Ne

24) stalo se vám někdy, že jste pozdě zareagovali na červenou v autě a zastavili jste až za čarou?

- a. Ano
- b. Ne
- c. **JINÉ...** ano, ale nemá to co dělat s poruchou barvocitu, běžná nepozornost

25) když před Vámi jede auto, které začne zničeno nic brzdit (a rozsvítí se brzdová světla), zareagujete...

- a. **okamžitě**
- b. pociťuji, že mi to chvíli trvá
- c. už sem takhle někdy naboural

26) zaznamenali jste nějaký problém v práci ve škole, který dáváte za vinu vaší poruše?
psal jsem již výše – orientace v mapách na zeměpisu byla problém z důvodu legendy v mnoha odstínech jedné barvy. Jinak nic

27) míváte podzimní deprese?

- a. ANO
- b. NE**

28) jak na vás působí podzimní zahrada?

- a. Depresivně
- b. Nijak
- c. Líbí se mi**

29) jak na vás působí jarní /letní zahrada?

- a. Depresivně
- b. Nijak
- c. Líbí se mi**

30) patří mezi vaše koníčky zahradničení, malování, grafický design, móda, fotografování?

- a. Ano
- b. Ne**

31) používáte nějakou pomůcku na rozlišení barev? Popřípadě jakou či jestli byste nějakou uvítali.

není potřeba, porucha barvocitu není barvoslepost

32) Co považujete za největší nevýhodu? čím vás vaše porucha nejvíce omezuje?

nemohu kvůli ní vykonávat práci řídicího letového provozu, přestože jsem na toto místo úspěšně složil zkoušky FEAST, které složí poměrně málokdo

Příloha 11: Dotazník 2**VLIV PORUCH BARVOCITU NA KVALITU ŽIVOTA - 2**

- 1) Jaké je Vaše pohlaví?
 - a. **Muž**
 - b. Žena

- 2) Jaké je Vaše povolání?
STUDENT

- 3) Máte řidičský průkaz?
 - a. **Ano a řídím**
 - b. Ano a neřídím
 - c. Ne

- 4) Pokud jste v předchozí otázce odpověděli ANO, dělal Vám Váš obvodní lékař vyšetření barvocitu v rámci zdravotní způsobilosti k získání řidičského oprávnění?
 - a. **Ano**
 - b. Ne

- 5) Věděl/a jste už před mým vyšetřením, že máte poruchu barvocitu?
 - a. **Ano**
 - b. Ne

- 6) Máte vysoké dioptrie či jinou oční vadu? Popřípadě napište jakou.
NE

- 7) Pracujete v dopravě? Popřípadě na jaké pozici
 - a. Ano,
 - b. **Ne**

- 8) Kolik různých barev vidíte na semaforu? Prosím napište co nejvíce detailně co vidíte.
3 jasné barvy

- 9) Jaké máte radši barvy?
 - a. **Studené**
 - b. Teplé

- 10) jaká je vaše oblíbená barva?
MODRÁ

- 11) Nekupujete si (omylem/záměrně) většinu věcí, oblečení v jedné barvě? (, že vám to třeba říkají kamarádi, proč máte všechno červené atd.)
 - a. Ano, hodně věcí mám v jedné barvě
 - b. Asi ano, nevím
 - c. Ne, naopak mám různobarevný šatník
 - d. **To mě nikdy nenapadlo, raději se někoho zeptám**

12) stává se vám, že se ocitnete v situaci, kdy koupíte, podáte někomu něco špatně, kvůli Vaší poruše barvocitu?

- a. Hodně často
- b. Vůbec**
- c. Párkrát se mi to stalo
- d.

13) Používáte barevné rozlišovače? (zvýrazňovače, fixy, štítky...) pokud ne, co používáte při organizaci svých věcí, diáře apod.

- a. Ano
- b. Ne**

14) Máte nějakou poruchu učení, soustředění či něco podobného?

NE, leda lenost :D

15) Stydíte se za svou poruchu barvocitu

- a. Ano
- b. Ne**

16) Co ve vás vyvolává červená barva? (možnost více odpovědí)

- a. Vášeň
- b. Klid
- c. Agresi
- d. Upoutá mou pozornost**
- e. Dodá mi energii
- f. Pocit štěstí
- g. Pocit smutku
- h. Nic

17) Co ve vás vyvolává zelená barva? (možnost více odpovědí)

- a. Vášeň
- b. Klid**
- c. Agresi
- d. Upoutá mou pozornost
- e. Dodá mi energii
- f. Pocit štěstí
- g. Pocit smutku
- h. Nic

18) poznáte od pohledu (podle barvy) zralé ovoce od nezralého? (například třešně, jablko, jahody...)

- a. ano**
- b. ne

19) působí na Vás některé dopravní značení výstražným dojmem? Jaké ...

červené

20) vyvolává ve vás některá barva nějaké emoce?

modrá

21) na semaforu pro chodce...

- a. **jdu na zelenou**
- b. jdu na panáčka, který má roztažené nohy
- c. jdu na panáčka, který je dole

22) když běžím na tramvaj a musím přeběhnout silnici, kde je semafor pro chodce

- a. na semafor vůbec nekoukám
- b. musím se na semafor kouknout a zbrzdí mě to na pár sekund, než rozliším jestli můžu přeběhnout
- c. orientuji se podle zvukového signálu
- d. **JINÉ... Kouknu se na semafor, pak jestli mě něco přejede a podle toho bud utíkám nebo čekám a doufám, že mi to neujede**

23) jel/a jste někdy nechtěně na červenou?

- a. **Ano**
- b. Ne

24) stalo se vám někdy, že jste pozdě zareagovali na červenou v autě a zastavili jste až za čarou?

- a. Ano
- b. **Ne**
- c.

25) když před Vámi jede auto, které začne zničeno nic brzdit (a rozsvítí se brzdová světla), zareagujete...

- a. okamžitě
- b. **pocit'uji, že mi to chvílku trvá**
- c. už sem takhle někdy naboural

26) zaznamenali jste nějaký problém v práci ve škole, který dáváte za vinu vaší poruše?
(nevyplněno)

27) míváte podzimní deprese?

- a. ANO
- b. **NE**

28) jak na vás působí podzimní zahrada?

- a. Depresivně
- b. Nijak
- c. Líbí se mi
- d. **JINÉ... vím, že mě čeká rytí**

29) jak na vás působí jarní /letní zahrada?

- a. Depresivně
- b. Nijak
- c. **Líbí se mi**

30) patří mezi vaše koníčky zahradničení, malování, grafický design, móda, fotografování?

- a. Ano
- b. **Ne**

31) používáte nějakou pomůcku na rozlišení barev? Popřípadě jakou či jestli byste nějakou uvítali.

NE

32) Co považujete za největší nevýhodu? čím vás vaše porucha nejvíce omezuje?

Někdy nepoznám zda mám nabité baterky, protože barvy pro oba stavuy jsou podobné

33) Něco jiného, co byste mi chtěli povědět? :)

Mmm...bude se moje vnímání barev zhoršovat, když budu oči hodně zatěžovat např. dlouhým koukaním na PC?

Příloha 12: Dotazník 3**VLIV PORUCH BARVOCITU NA KVALITU ŽIVOTA -3**

- 1) Jaké je Vaše pohlaví?
 - a. **Muž**
 - b. Žena
- 2) Jaké je Vaše povolání?
STUDENT
- 3) Máte řidičský průkaz?
 - a. **Ano a řídím**
 - b. Ano a neřídím
 - c. Ne
- 4) Pokud jste v předchozí otázce odpověděli ANO, dělal Vám Váš obvodní lékař vyšetření barvocitu v rámci zdravotní způsobilosti k získání řidičského oprávnění?
 - a. Ano
 - b. **Ne**
- 5) Věděl/a jste už před mým vyšetřením, že máte poruchu barvocitu?
 - a. Ano
 - b. **Ne**
- 6) Máte vysoké dioptrie či jinou oční vadu? Popřípadě napište jakou.
NE
- 7) Pracujete v dopravě? Popřípadě na jaké pozici
 - a. Ano,
 - b. **Ne**
- 8) Kolik různých barev vidíte na semaforu? Prosím napište co nejvíce detailně co vidíte.

3 JASNĚ ROZEZNATELNÉ BARVY

- 9) Jaké máte radši barvy?
 - a. **Studené**
 - b. Teplé
- 10) jaká je vaše oblíbená barva?

VÍNOVÁ

- 11) Nekupujete si (omylem/záměrně) většinu věcí, oblečení v jedné barvě? (, že vám to třeba říkají kamarádi, proč máte všechno červené atd.)
 - a. Ano, hodně věcí mám v jedné barvě
 - b. Asi ano, nevím

- c. **Ne, naopak mám různobarevný šatník**
- d. To mě nikdy nenapadlo, raději se někoho zeptám

12) stává se vám, že se ocitnete v situaci, kdy koupíte, podáte někomu něco špatně, kvůli Vaší poruše barvocitu?

- a. Hodně často
- b. Vůbec**
- c. Párkrát se mi to stalo
- d.

13) Používáte barevné rozlišovače ? (zvýrazňovače, fixy, štítky..) pokud ne,co používáte při organizaci svých věcí, diáře apod

NE

14) Máte nějakou poruchu učení, soustředění či něco podobného?

ADHD

15) Stydíte se za svou poruchu barvocitu

- a. Ano
- b. Ne**

16) Co ve vás vyvolává červená barva? (možnost více odpovědí)

- a. Vášeň
- b. Klid
- c. Agresi
- d. Upoutá mou pozornost**
- e. Dodá mi energii
- f. Pocit štěstí
- g. Pocit smutku
- h. Nic

17) Co ve vás vyvolává zelená barva? (možnost více odpovědí)

- a. Vášeň
- b. Klid**
- c. Agresi
- d. Upoutá mou pozornost
- e. Dodá mi energii
- f. Pocit štěstí
- g. Pocit smutku
- h. Nic

18) poznáte od pohledu (podle barvy) zralé ovoce od nezralého? (například třešně, jablko, jahody...)

- a. ano**
- b. ne

19) působí na Vás některé dopravní značení výstražným dojmem? Jaké ...

Zákaz vjezdu do jednosměrky

20) vyvolává ve vás některá barva nějaké emoce?

VÍNOVÁ

21) na semaforu pro chodce...

a. jdu na zelenou

b. jdu na panáčka, který má roztažené nohy

c. jdu na panáčka, který je dole

22) když běžím na tramvaj a musím přeběhnout silnici, kde je semafor pro chodce

a. na semafor vůbec nekoukám

b. musím se na semafor kouknout a zbrzdí mě to na pár sekund, než rozliším jestli můžu přeběhnout

c. orientuji se podle zvukového signálu

23) jel/a jste někdy na červenou?

a. Ano

b. Ne

24) stalo se vám někdy, že jste pozdě zareagovali na červenou v autě a zastavili jste až za čarou?

a. Ano

b. Ne

c.

25) když před Vámi jede auto, které začne zničeno nic brzdit (a rozsvítí se brzdová světla), zareagujete...

a. okamžitě

b. pocít'uji, že mi to chvílku trvá

c. už sem takhle někdy naboural

26) zaznamenali jste nějaký problém v práci ve škole, který dáváte za vinu vaší poruše?

NE

27) míváte podzimní deprese?

a. ANO

b. NE

28) jak na vás působí podzimní zahrada?

a. Depresivně

b. Nijak

c. Líbí se mi

29) jak na vás působí jarní /letní zahrada?

- a. Depresivně
- b. Nijak
- c. **Líbí se mi**

30) patří mezi vaše koníčky zahradničení, malování, grafický design, móda, fotografování?

- a. **Ano**
- b. Ne

31) používáte nějakou pomůcku na rozlišení barev? Popřípadě jakou či jestli byste nějakou uvítali.

NE

32) Co považujete za největší nevýhodu? čím vás vaše porucha nejvíce omezuje?

NEVÍM

33) Něco jiného, co byste mi chtěli povědět? :)

(nevyplněno)

Příloha 13: Dotazník 4

VLIV PORUCH BARVOCITU NA KVALITU ŽIVOTA - 4

- 1) Jaké je Vaše pohlaví?
 - a. Muž
 - b. Žena**
- 2) Jaké je Vaše povolání?
Make-up artist
- 3) Máte řidičský průkaz?
 - a. Ano a řídím
 - b. Ano a neřídím
 - c. Ne**
- 4) Pokud jste v předchozí otázce odpověděli ANO, dělal Vám Váš obvodní lékař vyšetření barvocitu v rámci zdravotní způsobilosti k získání řidičského oprávnění?
 - a. Ano
 - b. Ne
- 5) Věděl/a jste už před mým vyšetřením, že máte poruchu barvocitu?
 - a. Ano
 - b. Ne**
- 6) Máte vysoké dioptrie či jinou oční vadu? Popřípadě napište jakou.
NE
- 7) Pracujete v dopravě? Popřípadě na jaké pozici
 - a. Ano,
 - b. Ne**
- 8) Kolik různých barev vidíte na semaforu? Prosím napište co nejvíce detailně co vidíte.
NEMÁM S ROZEZNÁNÍM BAREV PROBLÉM
- 9) Jaké máte radši barvy?
 - a. Studené**
 - b. Teplé
- 10) jaká je vaše oblíbená barva?
FIALOVÁ
- 11) Nekupujete si (omylem/záměrně) většinu věcí, oblečení v jedné barvě? (, že vám to třeba říkají kamarádi, proč máte všechno červené atd.)
 - a. Ano, hodně věcí mám v jedné barvě
 - b. Asi ano, nevím
 - c. Ne, naopak mám různobarevný šatník**
 - d. To mě nikdy nenapadlo, raději se někoho zeptám

- 12) stává se vám, že se ocitnete v situaci, kdy koupíte, podáte někomu něco špatně, kvůli Vaší poruše barvocitu?
- Hodně často
 - Vůbec**
 - Párkrát se mi to stalo
 -
- 13) Používáte barevné rozlišovače? (zvýrazňovače, fixy, štítky..) pokud ne,co používáte při organizaci svých věcí, diáře apod
- ANO**
 - NE
- 14) Máte nějakou poruchu učení, soustředění či něco podobného?
- NE**
- 15) Stydíte se za svou poruchu barvocitu
- Ano
 - Ne**
- 16) Co ve vás vyvolává červená barva? (možnost více odpovědí)
- Vášeň**
 - Klid
 - Agresi
 - Upoutá mou pozornost**
 - Dodá mi energii
 - Pocit štěstí
 - Pocit smutku
 - Nic
- 17) Co ve vás vyvolává zelená barva? (možnost více odpovědí)
- Vášeň
 - Klid**
 - Agresi
 - Upoutá mou pozornost
 - Dodá mi energii
 - Pocit štěstí
 - Pocit smutku
 - Nic
 - JINÉ...UVOLNĚNÍ**
- 18) poznáte od pohledu (podle barvy) zralé ovoce od nezralého? (například třešně, jablko, jahody...)
- ano**
 - ne

19) působí na Vás některé dopravní značení výstražným dojmem? Jaké ...
(NEŘÍDÍ)

20) vyvolává ve vás některá barva nějaké emoce?
ČERVENÁ

21) na semaforu pro chodce...

- a. **jdu na zelenou**
- b. jdu na panáčka, který má roztažené nohy
- c. jdu na panáčka, který je dole

22) když běžím na tramvaj a musím přeběhnout silnici, kde je semafor pro chodce

- a. na semafor vůbec nekoukám
- b. musím se na semafor kouknout a zbrzdí mě to na pár sekund, než rozliším jestli můžu přeběhnout
- c. orientuji se podle zvukového signálu
- d. **JINĚ... musím se na semafor kouknout a zbrzdí mě to na pár sekund než rozliším jestli můžu přeběhnout**

23) jel/a jste někdy na červenou?

- a. Ano
- b. Ne

24) stalo se vám někdy, že jste pozdě zareagovali na červenou v autě a zastavili jste až za čarou?

- a. Ano
- b. Ne
- c.

25) když před Vámi jede auto, které začne zničeno nic brzdit (a rozsvítí se brzdová světla), zareagujete...

- a. okamžitě
- b. pociťuji, že mi to chvíli trvá
- c. už sem takhle někdy naboural

26) zaznamenali jste nějaký problém v práci ve škole, který dáváte za vinu vaší poruše?

NE

27) míváte podzimní deprese?

- a. **ANO**
- b. NE

28) jak na vás působí podzimní zahrada?

- a. Depresivně
- b. Nijak
- c. **Líbí se mi**

29) jak na vás působí jarní /letní zahrada?

- a. Depresivně
- b. Nijak
- c. **Líbí se mi**

30) patří mezi vaše koníčky zahradničení, malování, grafický design, móda, fotografování?

- a. **Ano**
- b. Ne

31) používáte nějakou pomůcku na rozlišení barev? Popřípadě jakou či jestli byste nějakou uvítali.

NE

32) Co považujete za největší nevýhodu? čím vás vaše porucha nejvíce omezuje?

NIC

33) Něco jiného, co byste mi chtěli povědět? :)

ANI NE