



Studie malých barevných diferencí žlutého centra s vysokou čistotou odstínu

Diplomová práce

Studijní program: N3957 – Průmyslové inženýrství

Studijní obor: 3911T023 – Řízení jakosti

Autor práce: **Martina Ulmanová**

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Víková, Ph.D.





The study of small colour differences of the yellow centre with the high level of shade purity

Diploma thesis

Study programme: N3957 – Industrial Engineering

Study branch: 3911T023 – Quality Control

Author: **Martina Ulmanová**

Supervisor: doc. Ing. Martina Víková, Ph.D.



Tento list nahradte
originálem zadání.

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tom-to případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Velmi ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce doc. Ing. Martině Víkové, Ph.D. za cenné rady, připomínky, odborné vedení, ochotu, vstřícnost a věnovaný čas, který mi v průběhu psaní diplomové práce poskytl. Rovněž děkuji konzultantkám diplomové práce Ing. Markétě Kašparové a Ing. Marcelle Pechové za odborné rady, připomínky a věnovaný čas.

V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za veškerou podporu během celého studia.

V Liberci dne 13. května 2016

.....

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá studiem malých barevných diferencí žluto-zeleného centra. Zkoumá predikční schopnosti rovnic CIELAB, CMC (1:c), CIE 1994, IE 2000, DIN 99, MV-1 pod simulátory osvětlení D65 a V LED.

Klíčová slova

Barva

Barevné difference

Predikční schopnosti rovnic

D65

V LED

STRESS

Abstract

This diploma thesis deals with the study of small color differences yellow - green centre . Examining the predictive power equations CIELAB, CMC (1:c), CIE 1994, CIE 2000, DIN 99, MV-1 under simulator of illumination D65 and simulator of illumination V LED.

Key words

Color

Color difference

The predictive ability of the equations

D65

V LED

STRESS

Úvod	11
1. Zrakové ústrojí	13
1.1 Stavba lidského oka	13
1.2 Sítňice	14
1.3 Fotoreceptory	15
1.3.1 Tyčinky	16
1.3.2 Čípky	16
1.4 Fotochemie zrakových pigmentů	17
1.4.1 Iodopsin	17
1.4.2 Rhodopsin	18
1.5 Žlutá skvrna	18
1.6 Zrakový nerv a zraková dráha	18
1.7 Zraková korová centra	19
2. Vnímání barvy	20
2.1 Vnímání barvy	20
2.2 Barva	20
3. Světlo	22
4. Adaptační mechanismy	24
4.1 Vidění fotopické	25
4.2 Vidění skotopické	25
4.3 Vidění mezopické	26
5. Numerický popis barev	26
5.1 Standardizované zdroje světla	27
5.2 Standardní pozorovatel	29
6. Kolorimetrické soustavy	29
6.1 CIE XYZ	30
6.2 CIELAB	34
7. Barevné odchylky a jejich hodnocení	37
7.1 Rovnice pro výpočet barevných odchylek	38
7.1.1 CIELAB	38
7.1.2 CMC (l:c)	39
7.1.3 CIE 1994	40
7.1.4 CIE 2000	41
7.1.5 DIN 99	43
7.1.6 MV-1	44
8. Experimentální část	46
8.1 Výběr vzorků	48
8.2 Výroba vzorků	49
8.3 Objektivní měření sady barevných vzorků	53
8.3.1 Popis a postup měření	53
8.4 Vyšetřování barvocitu Farnsworth-Munsell 100 Hue testem	55
8.4.1 Popis a postup měření	59
8.4.2 Pozorovatelé	60
8.4.3 Vyhodnocení a diskuze	61
8.5 Subjektivní hodnocení sady barevných vzorků	64
8.5.1 Popis a postup hodnocení	64
8.5.2 Kritéria pro hodnocení kvality predikčních rovnic	67
8.5.3 Vyhodnocení a diskuze pro simulátor osvětlení D65	71
8.5.4 Vyhodnocení a diskuze pro simulátor osvětlení V LED	79

9. Porovnání predikčních schopností rovnic pod simulátory osvětlení D65 a V LED ...	87
10. Závěr	91
11. Seznam použitých zdrojů	96
12. Seznam rovnic	101
13. Seznam tabulek	103
14. Seznam obrázků	106
14. Seznam obrázků	106
Přílohy	I
P1	II
P2	I
P3	I
P4	III
P5	VII
P6	I
P7	II
P8	IV

Seznam zkratek

mm	Milimetr
g	Gram
°C	Stupeň celsia
cm	Centimetr
mm ²	Milimetr čtvereční
nm	Nanometr
m ²	Metr čtvereční
lux	Jednotka osvětlení
cd·m ⁻²	Jednotka jasu
K	Kelvin
ΔE^*	Měřená barevná odchylka
ΔV	Vizuálně vnímaná odchylka
ΔV_{rp}	Robustně vnímaná vizuální odchylka
ΔL^*	Jasová odchylka
ΔC_{ab}^*	Odchylka v sytosti, měrné odchylce
ΔH_{ab}^*	Odstínová odchylka
S_L	Váhová funkce závislá na poloze vzorku a standardu
S_C	Váhová funkce závislá na poloze vzorku a standardu
S_C	Váhová funkce závislá na poloze vzorku a standardu
CIE	Mezinárodní osvětlovací komise
FM 100 Test	Farnsworth Munsell 100 Hue testu
LCAM	Laboratoř měření barevnosti a vzhledu
TES	Chybové skóre
COQ	Korelační koeficient
PF/3	Performance faktor
WDC	Kritérium špatných posudků
STRESS	STRESS faktor
Sr	Rozhodovací kritérium
V LED	Bílé LED na bázi fialového čipu

Úvod

Cílem této diplomové práce je studie a vytvoření žlutého centra s vysokou čistotou odstínu, zpracování rešerše a prozkoumání problematiky tohoto tématu. Bude vytvořena sada barevných vzorků, na které budou použita brilantní odstíny barviva. Následně se barevné vzorky budou testovat pomocí spektrofotometru, který vyhodnotí hodnoty barevného centra L^* , a^* , b^* a vybraná skupina respondentů bude hodnotit vizuální odchylky mezi vzorky. Dále se bude práce zaměřovat na porovnání predikčních schopností rovnic (CIELAB, CMC(l:c), CIE 1994, CIE 2000, DIN 99 a MV-1) pod dvěma různými simulátory osvětlení, a to D65 a V LED pro vyhodnocení malých barevných diferencí. Rovnice budou hodnoceny dle čtyř vybraných charakteristik (korelační koeficient, kritérium špatných posudků, performance faktor a STRESS faktor).

Tato diplomová práce bude tvořena dvěma hlavními celky, teoretickou částí a experimentální částí. Teoretická část bude rozdělena na kapitoly a podkapitoly, přičemž každá z nich bude zaměřena na zmapování a shrnutí hlavních poznatků o daném tématu.

V první kapitola se bude zabývat popisem zrakového ústrojí, včetně anatomického popisu lidského oka a dalších orgánů, díky kterému nám je umožněno vidět a pozorovat svět. Následující kapitola bude zaměřena na shrnutí poznatků o vnímání barvy, světle a popisu barvy. Další kapitola bude věnována numerickému popisu barev, včetně charakterizování standardizovaných zdrojů světla a standardního pozorovatele. Následující kapitola bude shrnovat poznatky o kolorimetrických soustavách, především se tato kapitola bude věnovat popsání soustavy CIE XYZ a soustavy CIELAB. V následující kapitole budou popsány barevné odchylky a jak bude probíhat jejich hodnocení. Poslední kapitola teoretické části se bude zabývat výčtem rovnic (CIELAB, CMC(l:c), CIE 1994, CIE 2000, DIN 99 a MV-1) pro výpočet barevných odchylek, které jsou stěžejní pro získání výsledných hodnot v experimentální části práce.

Experimentální část diplomové práce bude rozdělena na několik hlavních celků. V první části bude vysvětleno, proč bude zvoleno příslušné barevné centrum a jak, krok za krokem bude probíhat proces výroby sady barevných vzorků. Další část bude zaměřena na objektivní měření sady barevných vzorků. Kapitoly budou dále zaměřeny

na objektivní měření sady barevných vzorků a popisu samotného postupu měření. Následující kapitola bude zaměřena na popis, postup a vyhodnocení testu barvocitu metodou - Farnsworth-Munsell 100 Hue test. Tento test, kterého se zúčastní všichni respondenti, poskytne informace o jejich barevném vidění a možných poruchách. V této části budou také shrnuty informace o všech respondentech, kteří se testování zúčastní. Poslední část experimentální práce bude zaměřena na subjektivní hodnocení sady barevných vzorků. Bude zde shrnut popis, postup a průběh měření. Následně budou definována kritéria, dle kterých budou získány parametry pro závěrečné vyhodnocení.

Závěrem práce bude proveden pokus o srovnání dvou osvětlení, pod kterými bude testování prováděno.

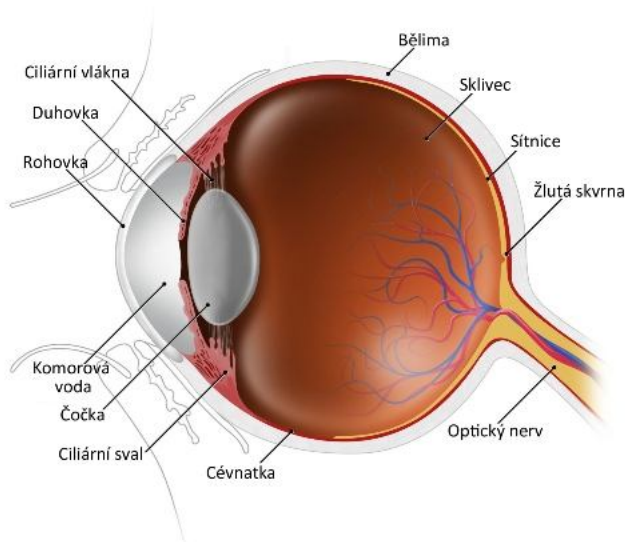
1. Zrakové ústrojí

Zrakové ústrojí je velice specializovaný a komplexní orgán, který zajišťuje a umožňuje vnímání světa kolem nás. Díky tomuto ústrojí rozpoznáváme barvy, tvary a rozměry objektů pomocí světla, které vyzařují. Lidské oko je orgán, který nám poskytuje vjemy vidění. Používáme ho téměř při každé vykonávané aktivitě a poskytuje nám informace o okolním světě, v mnohem větší míře než ostatní lidské smysly. Zraková dráha, jejíž součástí jsou mimo jiné i fotoreceptory nebo zrakový nerv umožňuje přenos podnětů do zrakového centra, který je umístěn v týlním laloku. [1 – 4, 13]

V této kapitole bude přiblížena základní stavba zrakového orgánu z hlediska anatomie. Anatomie se zabývá popisem vnitřní stavby organismu, strukturou, jak organismus vnitřně vypadá, z čeho se skládá a kde se jednotlivé orgány nachází.

1.1 Stavba lidského oka

Praktický slovník medicíny popisuje oko jako: „*Párový orgán zraku přibližně kulového tvaru, uzpůsobený k přijímání světelných podnětů a jejich přeměně na nervové impulsy, které jsou vedeny do mozku.*“ [7]. Na obrázku č. 1 můžeme vidět anatomii lidského oka.



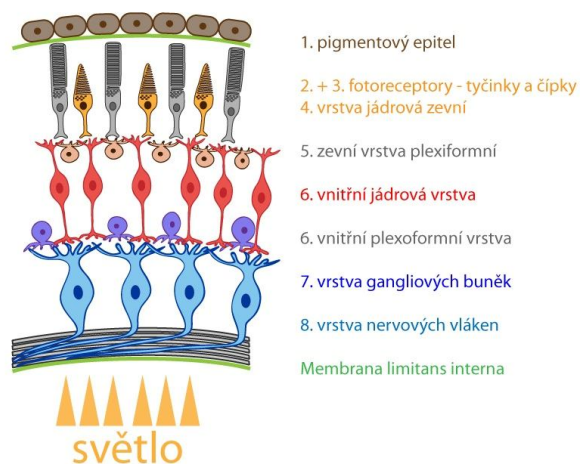
Obrázek č. 1 – Anatomie oka [7]

Oko je párový orgán umožňující binokulární vidění. Obrazy viděné každým okem se skládají do jednoho vnímaného obrazu, ze kterého získáme výsledné trojrozměrné vidění.

Zrakový orgán tvoří oční koule a přídavné orgány oka (víčka, spojivka, slzní ústrojí a okohybné svaly), díky kterým jsem schopni vnímat světlo, barvy, tvar, pohyb i prostorové rozložení předmětu. Přídavné orgány oka mají především funkci ochrannou a podpůrnou. Oko je uloženo v lebeční jamce (očnici), v tukovém polštáři a je chráněno zezadu a ze stran kostmi lebky a zepředu očními víčky. Pohyb oka je zajištěn okohybnými svaly, celkem se jedná o šest příčně pruhovaných svalů, které umožňují binokulární vidění.

1.2 Sítnice

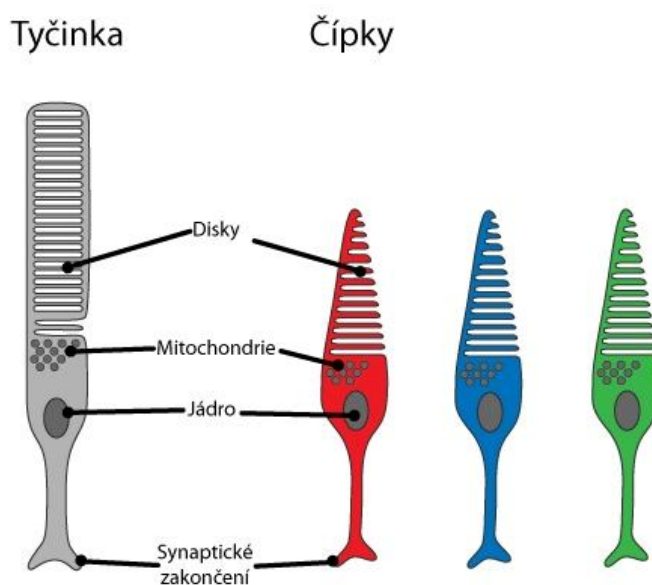
Sítnice (*retina*) je 0,1 - 0,4 mm silná, transparentní blána jemného růžového zabarvení, která vystýlá vnitřní část bulbu a je tvořena desetivrstevnou světločivou tkání. Je složena z jednovrstevného pigmentového epitelu (*pars optica retinae*) a nervové tkáně - neuroretiny (*pars caeca retinae*). Jednovrstevný pigmentový epitel tvoří hlavní zevní vrstvu sítnice, je uložen mezi cévnatkou a přiléhá na neuroretinu. Nervová tkáň je tvořena vrstvou světločivných buněk, membranou limitans externa, zevní jádrovou vrstvou, zevní plexiformní vrstvou, vnitřní jádrovou vrstvou, vnitřní plexiformní vrstvou, vrstvou gangliových buněk, vrstvou nervových vláken a membranou limitans interna, která odděluje sítnici od sklivce. Výše popsané vrstvy jsou vyobrazeny na schématickém obrázku č. 2. [13]



Obrázek č. 2 – Stavba sítnice [18]

1.3 Fotoreceptory

V lidském zrakovém ústrojí rozeznáváme dva typy fotoreceptorů neboli světločivných elementů sítnice. Prvním typem fotoreceptorů jsou tyčinky a druhým čípky. Jádra obou těchto receptorů se nacházejí ve vnitřní jádrové vrstvě sítnice. Histologická stavba obou fotoreceptorů se nachází na obrázku č. 3. [17]



Obrázek č. 3 – Histologické struktury tyčinek a čípků [17]

1.3.1 Tyčinky

Tyčinky jsou velice senzitivní struktury a v lidském oku jich najdeme kolem 90 až 120 milionů. Dle Shevella [19] se hustota fotoreceptorů mění v závislosti na poloze od centra nejostřejšího vidění. Hustota tyčinek roste směrem od centra k periferii a dosahuje hodnot od 150000 až do 160000 tyčinek/mm².

Tyčinky jsou tvořeny vnějším a vnitřním výběžkem. Ve vnějším úseku jsou diskové struktury, které obsahují 600 až 1000 membrán. V těchto strukturách se nachází světločivný pigment Rhodopsin. Vnitřní úsek tyčinek je vyplněn jádrem a obsahuje četná nervová vlákna. Na obrázku č. 3 je vyobrazena histologická struktura tyčinky.

Tyčinky jsou citlivé na světlo nízké intenzity a jejich hlavní funkcí je vidění za snížených světelných podmínek. Při slabém osvětlení převládá vnímání tyčinkami – skotopické vidění, při tomto vnímání je nejvyšší citlivost oka na záření o vlnové délce 507 nm. [20]

1.3.2 Čípky

Druhým typem světločivných elementů, které najdeme v lidském zrakovém ústrojí jsou čípky. V lidském oku se nachází přibližně 6 milionů čípků, které jsou nejvíce soustředěny ve žluté skvrně a zde jejich množství dosahuje až 180000 čípků/mm². Od tyčinek se čípky odlišují svým tvarem, jsou výrazně kratší, silnější a kuželovitého tvaru. Ve vnějším úseku čípků se nacházejí hřebenovitě vybiňující struktury z povrchové membrány, které obsahují světločivný pigment *Iodopsin*. Ve vnitřním výběžku se nacházejí mitochondrie a ve vnitřní části čípku je uloženo jádro. Jádro čípku je narozdíl od jádra tyčinek větší a nervy čípků jsou objemnější. [13, 20]

Hlavní funkce čípků je vidění za zvýšených světelných podmínek. Reagují na světlo větší intenzity než tyčinky a indikují jas. Pracují během dne, v normálních světelných podmínkách a umožňují nám vidět detailní barvy. Tato schopnost je nazvána fotopické vidění nebo-li adaptace na denní světlo. Při tomto vidění je nejvyšší citlivost oka na záření o vlnové délce 555 nm. [20]

V lidském oku je obsaženo několik typů čípků. Prvním typem je čípek S. Tento typ čípku S, s pigmentem absorbujícím záření vlnové délky 420 nm. Druhým typem je čípek M s pigmentem absorbujícím záření vlnové délky 534 nm. Posledním typem je čípek L s pigmentem absorbujícím záření o vlnové délce 564 nm. Poměr jednotlivých

typů čípků (S, M, L) na sítnici je 1:16:32. [21] Všeobecně jsou čípky nejvíce citlivé na žlutozelenou část spektra.

1.4 Fotochemie zrakových pigmentů

Citlivost lidského oka je dána přítomností zrakového pigmentu ve světločivných elementech. Oba typy fotoreceptorů, jak tyčinky, tak čípky mají ve svých vnějších výběžcích zabudovaný pigment nazývaný se Opsin. Pigment Opsin umožňuje v obou typech fotoreceptorů odlišnou spektrální citlivost na různé vlnové délky dopadajícího světla. [13]

1.4.1 Iodopsin

Pigment Iodopsin je umístěn v čípcích a je tvořený Opsinem a 11-cis-retinalem. Rozlišujeme tři typy tohoto pigmentu, a to na základě toho, jaký typ Opsinu obsahuje. Typ obsaženého Opsinu souvisí s tím, na jakou vlnovou délku světla je nejvíce citlivý.

OPN1SW (Opsin 1) je čípkový pigment, který je nejcitlivější na krátké vlnové délky světla, především na modrofialovou část spektra. Tento pigment je uložen v čípcích typu S a je kódován na chromozomu 7. [13]

OPN1MW (Opsin 2) je druhým typem čípkového pigmentu a je nejcitlivější na střední vlnové délky světla – zelenožluté světlo. Nachází se v čípcích typu M a je kódován na chromozomu 28, kde se nachází i třetí typ Opsinu. [13]

OPN1LW (Opsin 3) je třetím typem čípkového pigmentu, nejcitlivější je na dlouhé vlnové délky světla – červené světlo. Najdeme ho v čípcích typu L.

Při reakci na světlo jednotlivých vlnových délek, dochází ke spuštění fotopigmentu uvnitř čípků a následuje řada chemických reakcí. Tyto reakce mění buňku v elektricky nabitou jednotku generující signál, který je poté přenášen do mozku. Tento přenos je umožněn díky Transducinu (G-protein), který získává informace z čípků a dál je předává do mozku, který signál dále zpracovává a interpretuje jako vidění. Pokud je Opsin nefunkční nebo obsahuje genetickou změnu, projevuje se tato situace v procesu vidění jako porucha ve vnímání barev. [13, 33, 34, 35]

1.4.2 Rhodopsin

Rhodopsin je zrakový pigment, který obsahují tyčinky. Vzniká spojením 11-cis-retinalu a Rhod-opsinu. Po dopadu světelného záření, dochází k transdukčnímu procesu vedoucímu k přeměně jednotlivých fotonů světelné energie na elektrickou. [13]

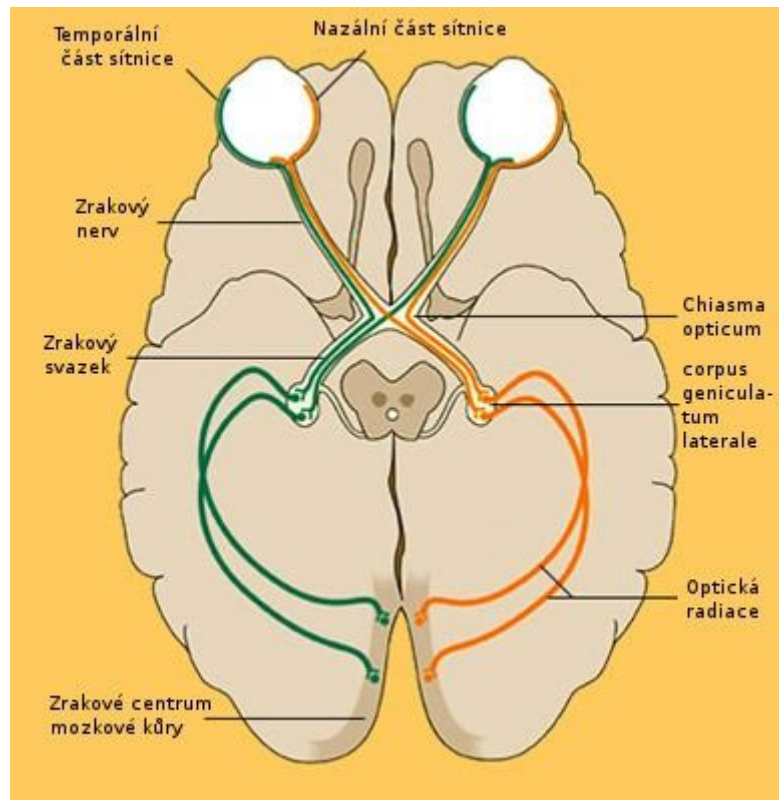
1.5 Žlutá skvrna

Žlutá skvrna (*macula lutea*) je místem, kde se nachází oblast nejostřejšího vidění. Od okolí sítnice se odlišuje výrazně žlutým zbarvením, které je způsobeno obsahem žlutého barviva - xantofylu. Ve žluté skvrně se nacházejí pouze čípky a minimální množství cév. Ve svém středu se prohlubuje a vzniká zde místo zvané *fovea centralis* o průměru 0,35 mm. V této části žluté skvrny jsou vnější úseky čípků. Díky svému vkleslému tvaru, který vznikl odtážením ostatních buněk do stran, je umožněn dopad slunečních paprsků přímo na fotoreceptory. [13, 22]

1.6 Zrakový nerv a zraková dráha

Zrakový nerv (*nervus opticus*) patří mezi párové hlavové nervy. Je součástí zrakové dráhy, jejímž hlavním úkolem je přenos podnětu (obrazu), který vznikl na sítnici do zrkového centra v mozku. Každou buňku sítnice spojuje s centrem zraku v mozkové kůře jedno nervové vlákno. Celková dráha zrkového nervu je 35 až 55 milimetrů. [13, 22]

Zraková dráha, na obrázku č. 4 je tvořena čtyřmi neurony a řadí se mezi senzorické dráhy. Aby mohlo dojít k přenosu podnětu a jeho následnému zpracování v mozku, je důležité, aby paprsky světla prošly okem až na sítnici, kde se nacházejí první tři neurony zrkové dráhy. Po vstupu do oka, tyto paprsky prostupují skrze několik optických prostředí, než dopadnou na sítnici. Dopadem slunečních paprsků se na sítnici vytváří zmenšený a převrácený obraz. Na sítnici dochází k chemickému převodu světelných paprsků na elektrické impulsy, které se dále přesouvají ke zpracování do mozku. [13]



Obrázek č. 4 – Schéma zrakové dráhy [22]

1.7 Zraková korová centra

Zraková korová centra se nacházejí v týlním laloku a dělí se na primární a sekundární zrakovou korovou oblast.

Primární zraková korová oblast nebo také Area 17 (*area striata, Brodmanova area 17*) je místem, kde dochází ke zpracování barevných podmětů, rozeznávání tvarů a pohybu předmětů.

V Area 18 (*area parastriata, Brodmannova area 18*) a Area 19 (*area peristriata, Brodmannova area 19*) se zpracovávají odstředivá vlákna z Area 17 a jsou místem sekundární zrakové korové oblasti. Dochází zde ke sloučení zrakových informací, které byly zpracovány v Area 17 a jejich propojení s dalšími smysly nebo také ke zpracování barevného vjemu. [13]

2. Vnímání barvy

K správnému vnímání a vyhodnocování barvy slouží oči a světlo a jejich vzájemná interakce.

2.1 Vnímání barvy

Lidské oko nerozlišuje jen charakter dopadajícího světla, ale rozeznává i směr dopadajících světelných paprsků, a tím vytváří vjem tvaru pozorovaných předmětů.

Barva je jedním z mnoha znaků, kterými můžeme charakterizovat předmět a její vjem je ovlivněn následujícími faktory:

- Fyzikální povahou světla,
- fyziologickými ději na sítnici a mozku,
- psychologickou interpretací fyziologické reakce,
- psychosomatickým stavem organismu pozorovatele. [12]

Při pozorování dvou vzorků, vnímají pozorovatelé barevnou diferenci odlišně. Vidění je naprosto subjektivní záležitost, barva předmětu, kterou vnímáme prostřednictvím oka existuje pouze v našem mozku. Mozek dokáže napravovat rozsáhlé vady oka a vjem retušovat, doplňovat nebo zkreslit jiným způsobem.

Pro výrobce je velmi obtížné dosáhnout takového vybarvení, které si přeje zákazník a ani není možné dosáhnout zcela totožného vybarvení požadované hodnoty u všech výrobků. Proto je velmi důležité, abychom byli schopni numericky popsat barvu a dosáhnout jednotného barevnému systému. Zásadní je také stanovit přípustné barevné difference pomocí pravidel, norem, národních a mezinárodních standardů.

2.2 Barva

Výraz "*barva*" je velmi mnohoznačným pojmem. Nejčastěji bývá spojován s psychosenzorickým vnímáním, tedy vjemem, který zprostředkovává lidské oko. Ale můžeme ho chápat, také jako vlastnost světla a předmětů. Vzhledem k této mnohoznačnosti budeme používat pojem "*barva*", pouze jako označení vlastnosti zrakového počítka.

Všechny barvy lze rozdělit na achromatické a chromatické. Achromatické barvy zahrnují jen barvu bílou, šedou a černou.

„Spektrální složení achromatických barev je charakterizováno izoenergetickou přímkou, která je rovnoběžná s osou vlnových délek a jednotlivé barvy se od sebe liší pouze celkovou energetickou úrovní.“ [11]

Chromatické barvy dělíme na jednoduché a složené dle jejich spektrálního složení. K jednoduchým chromatickým barvám patří tzv. monochromatické barvy. Jedná se o takové barvy, které jsou vyvolány zářením jedné vlnové délky. Mezi chromatické složené barvy řadíme barvy, které jsou charakterizovány spektrálním průběhem přes více vlnových délek. Jejich spektrální průběh není rovnoběžný s osou vlnových délek, ale je charakterizovaný křivkou s jedním nebo více vrcholy.

Chromatická barva je trojrozměrnou veličinou a lze ji charakterizovat těmito třemi hodnotami:

- Hue – (H, barevným odstínem)
- Chroma – (C, čistotou, sytostí)
- Value – (V, jasnem)

Hue (barevný odstín) je vlastnost chromatické barvy. Na jejím základě ji můžeme přirovnat k některé ze spektrálních barev. Oko vnímá složenou barvu jako určitý a jednotný impuls (zelená barva, červená barva). Proto je možné z hlediska barevnosti srovnávat složené barvy s barvami monochromatickými a přesně definovat vlnovou délku.

Pokud dojde ke smíšení monochromatické barvy s barvou bílou, a je promítnuta na achromatickou plochu, zůstává vjem výchozí monochromatické barvy. Intenzitu odstínu je možné měnit jen změnou poměru obsažených složek.

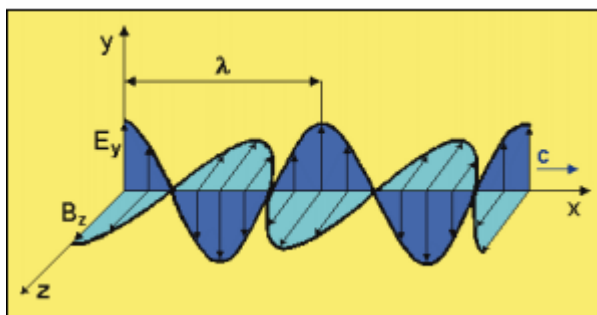
Chroma (čistota, sytost) vyjadřuje relativní podíl intenzity světla v dané oblasti spektra proti celkové intenzitě. Největší čistoty dosahují spektrální monochromatické barvy, jejichž čistota se považuje za 100%.

Jas vyjadřuje svítivost plochy světelného zdroje a průměr této plochy do roviny kolmé k ose, na které je jas měřen. Jednotkou jasu je kandela na m^2 .¹ V kolorimetrické praxi se využívá relativní vyjadřování jasu 0 - 100%. [9]

¹ Kandela je jednotkou svítivosti, která udává svítivost $1/600\,000\ m^2$ povrchu absolutně černého tělesa ve směru kolmém k tomuto povrchu při teplotě tuhnutí platiny (2 042 K) za tlaku 101,325 kPa

3. Světlo

„Světlo je základní podmínkou lidského vidění a je součástí mnoha druhů záření, která dohromady vytváří elektromagnetické spektrum. Světlo se ve vakuu šíří rychlostí $2,9979245 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Jednoduché neboli monochromatické světlo (světlo definované vlnové délkou) si můžeme představit jako šíření elektrického a magnetického vektoru touto rychlostí..“ [11]



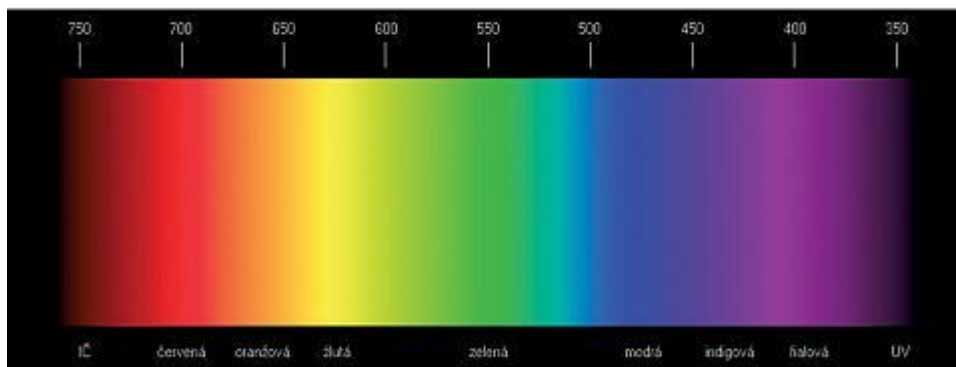
Obrázek č. 5 – Znázornění elektrického a magnetického vektoru světla [39]

Na obrázku č. 5 jsou charakterizovány dvě neoddělitelné složky – elektrická složka, která je popsána vektorem intenzity elektrického pole E a magnetická složka, znázorněná vektorem magnetické indukce B. Vektory E a B mají souhlasnou fázi, jsou na sebe kolmé a jejich kmity probíhají napříč ke směru, kterým se vlnění šíří.

Základními vlastnostmi světla jsou jeho svítivost (intenzita), barva (frekvence), vlnová délka a polarizace.

Viditelné světlo je složeno z elektromagnetického záření (380 – 780 nm), které lze při průchodu hranolem rozložit na spektrum a získat tak jeho jednotlivé složky. V tomto spektru odpovídají různé barvy různým vlnovým délkám jednotlivých složek bílého světla. Mezi spektrální barvy patří: červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, indigová a fialová. Na obrázku č. 6 je ukázáno viditelné spektrum a spektrální barvy.

Kratší vlnové délky v rámci vnímaného rozsahu jsou zobrazeny jako fialové nebo modré světlo. Červenou barvou jsou vykresleny delší vlnové délky. Ze spektra je patrné, že s rostoucí frekvencí klesá vlnová délka a naopak.



Obrázek č. 6 – Základní barevné spektrum [24]

Světlo, které vstupuje do lidského oka může být odraženo od pozorovaných předmětů nebo vyzářeno horkými či zářícími tělesy. Pokud předmět osvětlíme bílým světlem, část vlnových délek je absorbována a zbylé se odrážejí do oka pozorovatele. To, že předmět vypadá barevný, je způsobeno směsí vlnových délek v odraženém světle. Máme-li například červené těleso, pak toto těleso absorbuje všechny vlnové délky, které na něj dopadají, kromě části červeného spektra. Tento proces je známý jako odčítání barev a vysvětluje, proč některé směsi barviv vytvářejí výsledně jiné barvy. Tento princip můžeme ukázat na příkladu smíchání dvou barev – modré a žluté. Po smíchání těchto dvou barev vznikne barva zelená, jelikož žluté a modré pigmenty dohromady absorbují všechny vlnové délky, kromě délek blízkých zelené. Kombinace tří pigmentů – azurového, purpurového a žlutého může vytvořit jakoukoliv barvu. Libovolné barvy můžeme docílit smícháním těchto tří primárních barev ve vhodných poměrech. Smícháním všech barev vzniká barva černá, jelikož jsou všechny vlnové délky pohlceny.

Opačný proces se uplatňuje u tzv. primárních zdrojů světla, které produkují vlastní světlo. Systém tří základních barev dokáže jejich vhodným poměrem reprodukovat celé viditelné spektrum. Součet zeleného, modrého a červeného světla dohromady vytváří bílé světlo, které obsahuje všechny vlnové délky viditelného světla. Tento proces se nazývá sčítání barev a používá se k vytváření barev na televizní obrazovce, kde se kombinují červené, zelené a modré zářící luminoforové tečky. Páry barev, které dohromady vytváří bílé světlo (modrá nebo oranžová barva) se nazývají

barvy komplementární. [24] Na obrázku č. 7 jsou zobrazeny barvy spektra viditelného záření a jejich vlnová délka.

Barva	Vlnová délka	Frekvence
červená	~ 625 až 740 nm	~ 480 až 405 THz
oranžová	~ 590 až 625 nm	~ 510 až 480 THz
žlutá	~ 565 až 590 nm	~ 530 až 510 THz
zelená	~ 520 až 565 nm	~ 580 až 530 THz
indigová	~ 500 až 520 nm	~ 600 až 580 THz
modrá	~ 430 až 500 nm	~ 700 až 600 THz
fialová	~ 380 až 430 nm	~ 790 až 700 THz

Obrázek č. 7 – Spektrální barvy [24]

4. Adaptační mechanismy

Adaptace je schopnost oka přizpůsobit se různě měnícím světelným podmínkám. Lidské oko se dokáže přizpůsobit intenzitám osvětlení v rozsahu 0,25 lux až 10^5 lux. Pro adaptační mechanismus je velmi důležitý fotopupilární reflex zornic, kdy se na světle zornice zužuje a ve tmě rozšiřuje. Hlavním faktorem těchto mechanismů je fotochemický děj, který probíhá ve vnějších úsecích fotoreceptorů po dopadu světla.

Při přechodu ze tmy na světlo se oko adaptuje z nižšího jasu na vyšší (adaptace na světlo), dochází k rozpadu fotopigmentů a zmenšuje se tak citlivost fotoreceptorů. Adaptace na světlo trvá přibližně 10 minut.

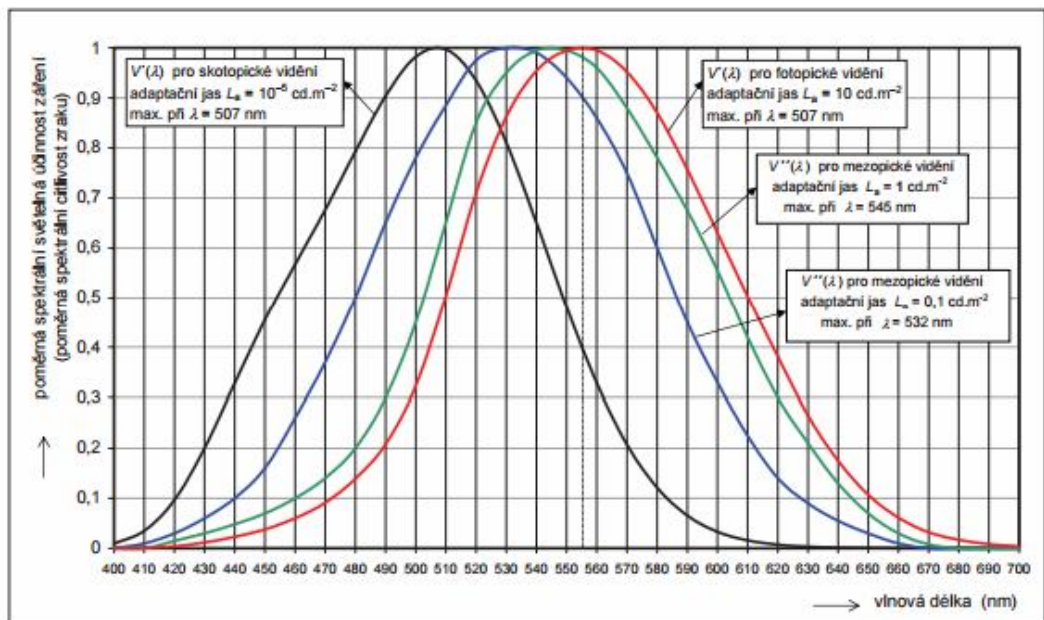
Adaptace na tmu je spojená s přechodem ze světla do tmy, tedy z oblasti s vyšším jasem do oblasti s jasnem nižším. Podmínkou je vytvoření zásob fotopigmentů. Adaptace na tmu trvá mnohem delší dobu než adaptace na světlo. Obvykle trvá od 30 minut do 60 minut.

Mezi adaptační mechanismy řadíme fotopické, skotopické a mezopické vidění. [13]

4.1 Vidění fotopické

Vidění fotopické, je takové vidění, při kterém jsou využívány tři druhy čípků s různou spektrální citlivostí vzhledem k vysoké hladině osvětlení. Uplatňuje se také při pozorování předmětů, jejichž jas přesahuje $10^1 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$

. V běžném životě pracuje obvykle zrak člověka v podmínkách fotopického vidění, které bývá označováno jako vidění denní. Spodní mez adaptačního jasu, od které již probíhá proces denního vidění, nebyla dosud mezinárodně sjednocena. Na obrázku č. 9 je vykreslen průběh (červená křivka) spektrální účinnosti fotopického vidění. [13, 36]



Obrázek č. 8 – Poměrné spektrální světelné účinnosti záření pro fotopické, mezopické a skotopické vidění [36]

4.2 Vidění skotopické

Vidění skotopické nebo-li vidění noční je druhým krajním případem činnosti zraku. Jeho funkce je spojena převážně s činností výrazně citlivějších fotoreceptorů – tyčinek. Skotopické vidění je většinou spojováno s velmi nízkými adaptačními jasy a umožňuje vidění při pozorování předmětů s jasnem nižším než $0,001 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Tyčinky nejcitlivěji rozpoznávají světlo krátkovlnné (modrofialové), naopak na světlo dlouhovlnné (červenožluté) jsou citlivé méně. Právě proto jsou na dálku lépe rozpoznávány předměty modré než červené. Na obrázku č. 8 je zakreslen průběh (křivka černé barvy) světelné účinnosti skotopického vidění. [13, 36]

4.3 Vidění mezopické

Mezi denním a nočním viděním se musí zrakový orgán přizpůsobovat jasům, které se nacházejí mezi oběma zmíněnými krajními případy. S touto situací se můžeme například setkat v osvětlovacích soustavách venkovních komunikací nebo v soustavách nouzového osvětlení. V mezopickém vidění v určité míře uplatňují oba typy fotoreceptorů – jak čípky, tak tyčinky a rozsah jasů pozorovaných předmětů je mezi $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ a $0,001 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Při tomto procesu dochází ke změně relativní spektrální účinnosti vlivem přechodu z oblasti, kde se vidění účastní ve větší míře čípky, na oblast na sítnici, kde se vidění účastní ve větší míře tyčinky. Právě z tohoto důvodu je na obrázku č. 8 mezopické vidění znázorněno dvěma křivkami – modrou a zelenou. [13, 36]

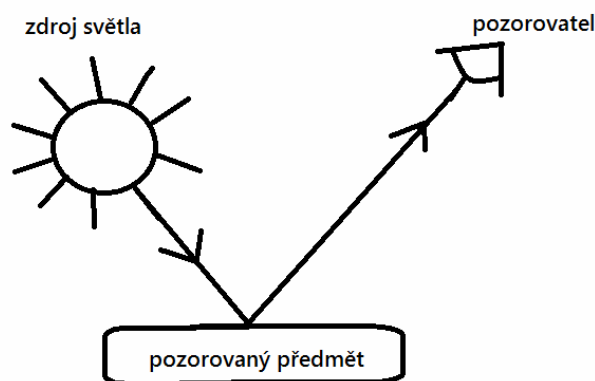
5. Numerický popis barev

Počátky měření barevnosti můžeme sledovat již od dob Isaaca Newtona (1642–1727), Hermmana Grassmanna (1809–1877) a řady dalších významných fyziků minulého století. Za základy moderního a praktického měření barevnosti můžeme považovat dobu od roku 1924, kdy byla Mezinárodní komise pro osvětlování – CIE (Comission Internationale de l' Eclairage) ustanovena pracovní skupina pro kolorimetrii. [12]

Jak je vidět na obrázku č. 9, na barevném vjemu se podílejí tři základní faktory, které jsou standardizovány pro objektivní měření barevnosti.

Těmito faktory jsou:

- Zdroj světla,
- pozorovaný předmět (objekt),
- pozorovatel.



Obrázek č. 9 – *Princip vzniku barevného vjemu*

Pokud bychom změnili jednu z těchto tří komponent, došlo by ke změně celkového barevného vjemu. Z tohoto důvodu je nutné:

- Sjednotit a charakterizovat vlastnosti světelného zdroje v oblasti viditelného spektra,
- specifikovat standardní podmínky osvětlování a pozorování,
- znormovat vlastnosti průměrného lidského oka a pochodů, které zprostředkovávají vznik barevného vjemu,
- popsat výslednou barvu číselně a soustředit všechny reálné barvy do jednotného barevného prostoru. [11]

V roce 1931 byl Mezinárodní komisí pro osvětlování (CIE) na základě mnoha experimentů, stanoven model průměru barevných porovnávacích charakteristik lidí majících normální vidění (stanoveno z R, G, B dat odpovídajících citlivosti sítnice pozorovatelů). Data R, G, B Mezinárodní komise transformovala do soustavy trichromatických složek X, Y, Z a barevného prostoru XYZ. [12]

5.1 Standardizované zdroje světla

Světelný zdroj, který je použitý při měření musí svým spektrálním složením dobře reprezentovat světelné zdroje používané při pozorování měřeného vzorku v praxi. Světlo může mít spojité spektrum (slunce, žárovka) nebo čárové spektrum (plyny, páry). Další způsob dělení světla je dle počtu vlnových délek na polychromatické (je složeno z více vlnových délek – například sluneční světlo) a na monochromatické (světlo o jedné vlnové délce – například laser).

Pro charakterizaci zdroje světelného záření se využívá Planckova zákona² pro záření absolutně černého tělesa – to při 0 K pohlcuje veškeré dopadající světlo. V této souvislosti se poté setkáváme i s pojmy jako je teplota chromatičnosti, ekvivalentní a náhradní teplota chromatičnosti.

Teplota chromatičnosti T_C světelného zdroje odpovídá teplotě absolutně černého tělesa, při které má zdroj záření shodný spektrální průběh záření jako Planckův zářiče.

Ekvivalentní teplota chromatičnosti T_{CE} je používána u zdrojů, jejichž spektrální průběh záření se příliš neodchyluje od Planckova zářiče a má plynulý průběh.

Náhradní teplota chromatičnosti T_{CP} je využívána u zdrojů, jejichž spektrální průběh záření vykazuje náhlé změny hodnot. Převážně se využívá u výbojových zdrojů (například zářivky, televizní obrazovky). [11]

Aby bylo zamezeno používání nepřehledného množství osvětlení, definovala CIE standardy světelného zdroje (1931):

- Typ A odpovídá žárovkovému osvětlení s ekvivalentní teplotou chromatičnosti $T_{CE} = 2865$ K.
- Typ B se shoduje se středním denním světlem, kde převažuje přímý sluneční svit s ekvivalentní teplotou chromatičnosti $T_{CE} = 4874$ K.
- Typ C odpovídá průměrnému dennímu svitu s nepřímým slunečním svitem a ekvivalentní teplotou chromatičnosti $T_{CE} = 6774$ K. [12]

Následně v dalších letech CIE definovala tyto typy světelných zdrojů:

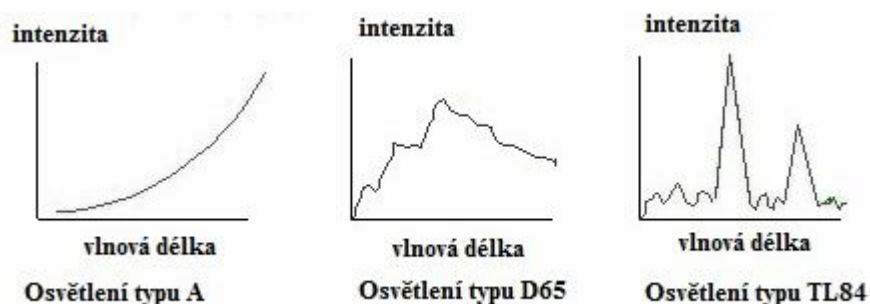
- Typ D je shodný s denním světlem, a to typ D50 ($T_{CE} = 5004$ K) a D65 ($T_{CE} = 6504$ K), tyto typy osvětlení se využívají jako standardní osvětlení v předtiskové přípravě.
- Typ E, který odpovídá pouze hypotetickému typu osvětlení.
- Typ F zahrnující několik typů zářivek.

Na obrázku č. 10 jsou vyobrazeny zdroje světla, které patří mezi nejpoužívanější v textilně–koloristické praxi.

- Osvětlení typu A představuje halogenové světlo.

² Planckův zákon předpokládá, že těleso může vyzařovat a pohlcovat energii pouze v určitých diskrétních hodnotách, které jsou celistvým násobkem elementárního kvanta. [37]

- Osvětlení D65 je nejlépe napodobeno xenoxovými výbojkami s odstraněným nadbytkem UV záření.
- Osvětlení TL84 představuje tzv. teplou bílou zářivku značky Philips.



Obrázek č. 10 – Standardní zdroje osvětlení [13]

5.2 Standardní pozorovatel

Dalším faktorem, který ovlivňuje výsledný barevný vjem při pozorování barevného předmětu, je lidské oko. V předchozí kapitole byla skladba oka popsána a vyplývá, že jde při určitém zjednodušení, o skladbu signálů z tří druhů čípků.

Roku 1931 stanovila Mezinárodní komise pro osvětlování (CIE) standardního pozorovatele 2° , který odpovídá situaci, kdy se do pozorování zapojují pouze čípkový. Jedná se o foveální vidění, tedy vidění čistě barevné a je dáno úhlem pozorování cca 2° . V roce 1964 byl Mezinárodní komisí pro osvětlování (CIE) definován tzv. 10° doplňkový pozorovatel, kde je do vidění zapojena i část tyčinek. Oba standardní pozorovatelé jsou definováni matematickými funkcemi, tzv. trichromatickými členiteli $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$. Tito členitelé byli experimentálně zjištěni skládáním tří monochromatických světél: červeného (R, 700 nm), zeleného (G, 546,1 nm) a modrého (B, 435,8 nm), tak aby byla vytvořena světla odpovídající svou barvou monochromatickým světlům, ostatních vlnových délek.

V praxi, a to prakticky ve všech aplikačních oblastech se využívá převážně vyjádření barvy při 10° pozorovateli, jelikož lépe vystihuje skutečnost lidského oka. [12]

6. Kolorimetrické soustavy

Až do konce padesátých let byla kontrola kvality odstínu prováděna výhradně zkušenými odborníky v oboru – koloristy. Kontrola vyhovujících či nevyhovujících

partii závisela na vizuálním posudku barevné diference, dle vztahu k toleranci povolené pro příslušný výrobek a prováděl ji právě kolorista. V řadě průmyslových odvětví, včetně textilního se stále tento typ vyhodnocení barevné diference využívá. Vyžaduje však značné zkušenosti, a ani po vyškolení není člověk – pozorovatel, naprosto spolehlivý ve svém posudku, které barevné diference jsou akceptovatelné a které jsou neakceptovatelné.

V některých případech se stává, že se různí pozorovatelé neshodují, zda je barevná diference akceptovatelná, ale jsou situace, kde se i hodnocení jednoho pozorovatele ve svých posudcích liší. Aby se případům, kde nastává rozpor v hodnocení předešlo, často se využívají pomocné referenční vzorky, které byly již v minulosti, v určitých výrobních partiích akceptovány a které slouží posuzovateli jako pomůcka při dodržování příslušných odstínových tolerancí.

Významným milníkem pro měření barevnosti byl nástup měřicí techniky, kdy se začaly vyjadřovat barevné diference objektivně.

Vjem barvy označuje vlastnost zrakového počítku, na jehož základě je pozorovatel schopen rozlišit rozdíl mezi dvěma plochami zorného pole. Tyto plochy mají stejnou velikost, tvar a strukturu. Rozdíl mezi plochami má stejnou velikost jako rozdíl, který by vznikl změnou spektrálního složení. Tento princip ovšem neplatí u metamerních barev, které i při rozdílném spektrálním složení vzbuzují stejný vjem barvy. [39]

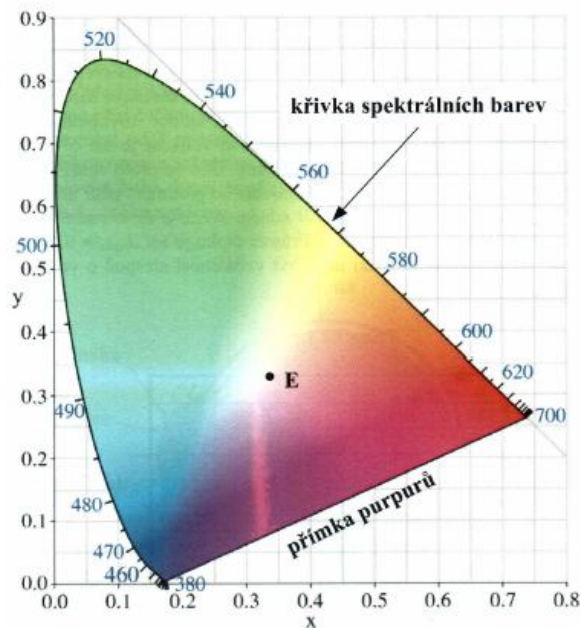
6.1 CIE XYZ

CIE XYZ je kolorimetrický systém, který byl roku 1931 přijatý Mezinárodní osvětlovací komisí (CIE) a je označován jako CIE 1931, na obrázku č. 11. [11, 13, 14] Praktické vyhodnocení trichromatických souřadnic se vykonává sčítáním a odčítáním značného počtu čísel a je to proces komplikovaný. Z tohoto důvodu byla ustanovena tato normovaná transformace systému RGB do nových souřadnic X, Y, Z.

U systému CIE bylo brzy zjištěno, že není optimální, jelikož neumožňuje jednoduchou definici veličiny popisující barevnou diferenci, kterou může pozorovatel vnímat mezi dvěma odstíny. [27] Další nevýhodou CIE systému je jeho malá názornost, která spočívá v jeho nevyrovnaném odstupňování. To znamená, že vizuálně stejně vnímané barevné rozdíly, jsou v tomto systému znázorněny různě velkými

vzdálenostmi. Pokud bychom měli k dispozici ideální barevný prostor, pak by tyto vzdálenosti byly pro jakýkoliv pár vybarvení stejné. [11]

Na základě trichromatické teorie, která vychází z předpokladu vnímání barvy pomocí tří čípků v lidském oku, je citlivost k jednotlivým barvám vyjádřena pomocí barevných podnětů. Barevné podněty spektrální barvy pro vlnovou délku λ trichromatičtí členitelé jsou $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ a odpovídají zornému poli s prostorovým úhlem do 2° (tzv. normální pozorovatel. [13])



Obrázek č. 11 – Standardní kolorimetrický trojúhelník CIE 1931 [14]

Barevné (trichromatické) souřadnice příslušné spektrální barvy jsou definovány pomocí trichromatických činitelů takto:

$$x = \frac{\bar{x}}{x + y + z} \quad (1)$$

$$y = \frac{\bar{y}}{x + y + z} \quad (2)$$

$$z = \frac{\bar{z}}{x + y + z} \quad (3)$$

$$x + y + z = 1 \quad (4)$$

Na základě rovnice (10) stačí k popisu barvy dvě ze tří souřadnic.

Trichromatické složky (barevné podněty) slouží k určení barevných souřadnic ze zdroje světla podle vztahů takto:

$$X = \int_0^{\infty} \bar{x}(\lambda) E(\lambda) d(\lambda) \quad (5)$$

$$Y = \int_0^{\infty} \bar{y}(\lambda) E(\lambda) d(\lambda) \quad (6)$$

$$Z = \int_0^{\infty} \bar{z}(\lambda) E(\lambda) d(\lambda) \quad (7)$$

Kde $E(\lambda)$ je poměrné spektrální složení zdroje světla podle vlnové délky. Pro viditelnou oblast záření jsou meze integrálu stanoveny mezi 380 a 780 nm.

Z barevných složek se následně vypočítají barevné souřadnice následujícím způsobem:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad (8)$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z} \quad (9)$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z} \quad (10)$$

Bere-li se v potaz odrazivost $R(\lambda)$ předmětu pro vlnovou délku, výpočet barevných složek je následovný:

$$X = \int_0^{\infty} \bar{x}(\lambda) R(\lambda) E(\lambda) d\lambda \quad (11)$$

$$Y = \int_0^{\infty} \bar{y}(\lambda) R(\lambda) E(\lambda) d\lambda \quad (12)$$

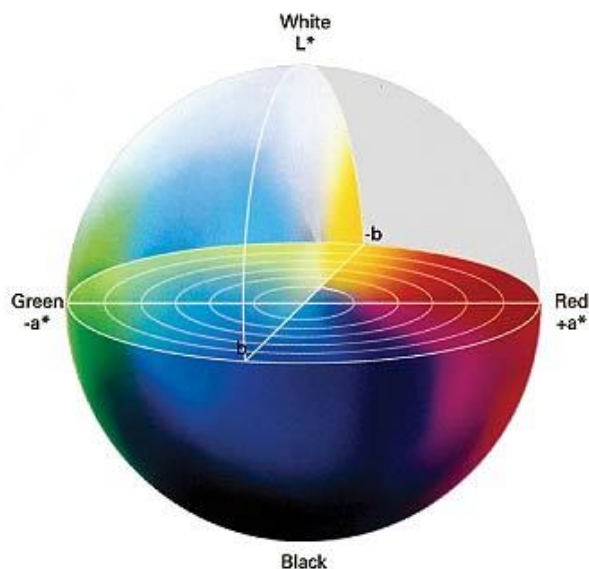
$$Z = \int_0^{\infty} z(\lambda) R(\lambda) E(\lambda) d\lambda \quad (13)$$

Kde $E(\lambda)$ je poměrné spektrální složení zdroje světla podle vlnové délky. Pro viditelnou oblast záření jsou meze integrálu stanoveny mezi 380 a 780 nm. [11, 13, 14] V případě, že je brána v potaz spektrální propustnost $T(\lambda)$, je v rovnicích (11) – (13) nahrazena odrazivost R propustností T . [13]

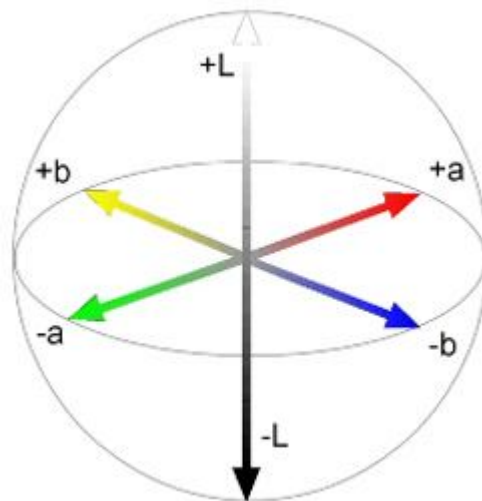
6.2 CIELAB

CIELAB je barevný systém, který slouží pro názorné a matematicky snadné určování barev. V roce 1976 byl v Londýně přijat Mezinárodní osvětlovací komisí (CIE) a je známý také jako barevný prostor CIE1976 nebo právě CIELAB (CIE $L^*a^*b^*$). Jedná se o oponentní systém barevného systému Hunter Lab, který v roce 1943 uvedl Richard Hunter. CIELAB usiluje o transformaci XYZ tristimulárních složek, tak aby byla získána vhodná metoda pro výpočet barevné difference ΔE^* . [11, 12, 25]

Na obrázku č. 12 a 13 jsou vyobrazeny modely prostoru CIELAB. Prostor je tvořen třemi osami L^* , a^* , b^* , které jsou vzájemně kolmé. Svislá osa představuje světlost, jas (L^*) a nabývá hodnot od 0 (černá, tmavá, $-L$) až po hodnotu 100 (bílá, světlá, $+L$). Osy a^* a b^* určují jednotlivé barvy. Barvy červená ($+a$) a zelená ($-a$) jsou oponentní jako barvy žlutá ($+b$) a modrá ($-b$). Pokud jsou hodnoty obou os rovny 0, jedná se o neutrální šedou barvu.



Obrázek č. 12 – Model prostoru CIELAB [27]



Obrázek č. 13 – Další vyjádření prostoru CIELAB [27]

CIELAB se používá pro hodnocení barevných povrchů a pro hodnocení barevných rozdílů. Vychází ze systému CIE XYZ. [11]

Platí:

$$L^* = 116Y^* - 16 \quad (14)$$

$$a^* = 500[X^* - Y^*] \quad (15)$$

$$b^* = 200[Y^* - Z^*] \quad (16)$$

kde

$$X^* = \left(\frac{X}{X_0}\right)^{1/3} \text{ pro } \frac{X}{X_0} > 0,008856$$

$$X^* = 7,787\left(\frac{X}{X_0}\right) + 0,138 \text{ pro } \frac{X}{X_0} \leq 0,008856$$

$$Y^* = \left(\frac{Y}{Y_0}\right)^{1/3} \text{ pro } \frac{Y}{Y_0} > 0,00856$$

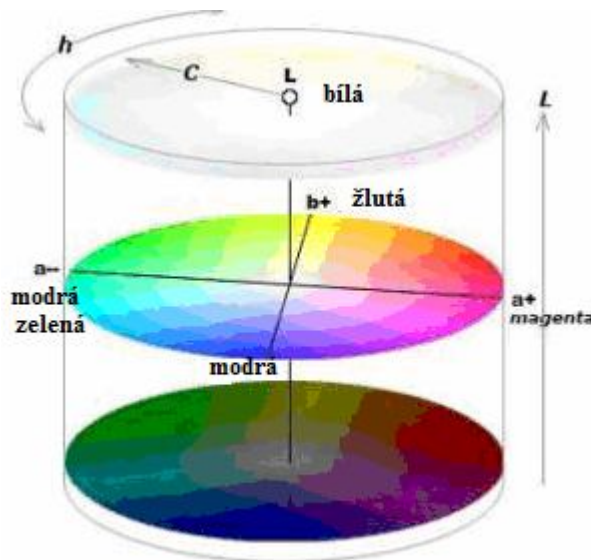
$$Y^* = 7,787\left(\frac{Y}{Y_0}\right) + 0,138 \text{ pro } \frac{Y}{Y_0} \leq 0,008856$$

$$Z^* = \left(\frac{Y}{Y_0} \right)^{1/3} \text{ pro } \left(\frac{Z}{Z_0} \right) > 0,008856$$

$$Z^* = 7,787 \left(\frac{Z}{Z_0} \right) + 0,138 \text{ pro } \frac{Z}{Z_0} \leq 0,008856$$

Hodnoty X, Y a Z trichromatické složky barevného podnětu a X_0 , Y_0 a Z_0 jsou trichromatické složky normalizovaného zdroje světla.

V koloristické praxi se častěji používá cylindrický systém CIELCH, který je na obrázku č. 14, a který více odpovídá Munssellovu systému vyjadřování barev. Hodnota L^* značí měrnou světlost, hodnota C^* měrnou čistotu a h měrný odstín. [12]



Obrázek č. 14 – Model cylindrického systému CIELCH [28]

7. Barevné odchylky a jejich hodnocení

Barevné odchylky neboli barevné diference jsou vizuálně vnímané barevné rozdíly znázorněné v CIE systému různými vzdálenostmi. Z tohoto důvodu je systém CIE prostorem, který je barevně nerovnoměrný. Ideální barevný prostor představuje trojrozměrnou množinu bodů, kde každý bod reprezentuje určitou barvu. Body v množině, jsou uspořádány tak, aby délka úseku mezi jednotlivými body byla úměrná vizuálně vnímané diferenci mezi barvami, kterým body odpovídají. [11, 12]

Vyhodnocení shody vzorku se standardem se určuje pomocí zadání maximální přípustné hodnoty barevné odchylky ΔE^* nebo ΔE_{cmc} , podle kterých můžeme snadno rozhodnout, zda je vzorek přijatelný či nikoliv. V barevném prostoru $L^* a^* b^*$, je pak maximální přípustnou hodnotou ΔE^* , vymezena toleranční koule (u ΔE_{cmc} toleranční elipsoid), v jejímž středu jsou hodnoty $L^* a^* b^*$ standardu. [11, 12]

Samostatně lze hodnotit i odchylky jednotlivých složek ΔE^* :

- $\Delta L^* > 0$ vzorek je světlejší (a naopak),
- $\Delta a^* > 0$ vzorek je červenější (a naopak zelenější),
- $\Delta b^* > 0$ vzorek je žlutější (a naopak modřejší),
- $\Delta C^* > 0$ vzorek je sytější – více kalnější. [11, 12]

Z praktického hlediska můžeme barevné diference využít pro: hodnocení shody předlohy a vybarvení (posudky PASS/FAIL), stanovení equality vybarvení, hodnocení stálosti vybarvení (hodnocení stupně zapuštění, hodnocení změny odstínu).

Jelikož nelze dosáhnout shodného s předepsanou hodnotou, je povolena odchylka, tzv. tolerance. Metoda se nazývá PASS/FAIL (přijatelné/nepřijatelné). Toleranční meze jsou stanoveny v závislosti dle účelu, pro který je textilie využívána, nároků odběratele, možností materiálu a technologickým zařízením. [11, 12]

Hodnocení barevných diferencí

Pokud pro hodnocení barevnosti mezi dvěma barvami vzorků využíváme vizuální hodnocení, je potřeba počítat s tím, že dané hodnocení je ovlivněno mnoha faktory. Mezi tyto faktory řadíme závislost barevného vjemu na psychickém i fyzickém stavu pozorovatele, vliv osvětlení, pozadí, nestálost barevných standardů a stupnic.

Pozorovatelův posudek je dále ovlivněn velikostí vzorku, jeho texturou a prostorovou distribucí podnětu. V podstatě není možné zajistit dlouhodobé optimálně standardní podmínky pro pozorování.

Ani speciálně vyškolený pozorovatel, není ve svém posudku barevných diferencí pro hodnocení, vždy úplně spolehlivý. Aby se předešlo chybným hodnocením, velmi často se při hodnocení používají pomocné referenční vzorky z již dříve akceptovaných výrobních partií, které slouží jako pomůcka pro dodržení odstínových tolerancí.

Druhým typem hodnocení barevných diferencí je objektivní hodnocení. K objektivnímu popisu barvy je zapotřebí definovat vlastnosti průměrného oka a specifikovat standardní podmínky osvětlování a pozorování, sjednotit a charakterizovat vlastnosti světelného zdroje v oblasti viditelného spektra, popsat číselně výslednou barvu a soustředit veškeré reálné barvy do jednotného barevného prostoru.

Pro objektivní hodnocení a měření barevnosti se využívají přístroje – spektrofotometry. Princip spektrofotometru je následující, měřený předmět je osvětlen intenzivním zdrojem světla, část světelného záření se odrazí zpět od měřeného předmětu a je zachyceno optickou částí spektrofotometru. Toto záření je rozloženo na jednotlivé vlnové délky ve viditelné oblasti světla a intenzita záření na jednotlivých vlnových délkách je zaznamenána polovodičovým detektorem. Následně jsou údaje z detektoru zpracovány softwarem tak, aby bylo možné popsat každou barvu pomocí tří souřadnic, jako bod v trojrozměrném barevném prostoru. [13]

7.1 Rovnice pro výpočet barevných odchylek

Vzorce pro výpočty barevných diferencí jsou vytvářeny na základě analýzy nerovnoměrnosti barevných prostorů. Přitom je nutno rozlišovat, zda se tato analýza týká hranic citlivosti lidského oka k barevným diferencím, či akceptovatelných mezí barevných diferencí. [11] V následující kapitole budou představeny rovnice barevných diferencí CIELAB, CMC(1:c), CIE 1994, CIE 2000, DIN 99 a MV: 2000.

7.1.1 CIELAB

Výpočet barevného rozdílu pomocí rovnice ΔE^* vychází z prostoru CIELAB, kde jsou definovány tři vzájemně kolmé osy L^* , a^* , b^* (barevné souřadnice). Rovnice

(17) je platná pouze v případě, pokud se srovnávají dvě plochy, které mají stejný tvar, velikost a jsou porovnávány na stejném pozadí. Pozadí je nejčastěji šedé nebo bílé, a porovnávání probíhá při osvětlení standardizovaným zdrojem světla. [11, 13, 16]

Celkový barevný rozdíl vyjadřuje míru velikosti barevného rozdílu mezi dvěma vzorky, tj. mezi standardem a vzorkem. Charakter tohoto rozdílu pak upřesňuje rozdělení na jednotlivé složky barevných souřadnic. [11, 13]

$$\Delta E^* = \left[\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2 \right]^{1/2} \quad (17)$$

kde

$$\Delta L^* = (L_{vz}^* - L_{st}^*)$$

$$\Delta a^* = (a_{vz}^* - a_{st}^*)$$

$$\Delta b^* = (b_{vz}^* - b_{st}^*)$$

7.1.2 CMC (l:c)

V roce 1984 byla CMC (l:c) rovnice pro výpočet malých barevných rozdílů přijata Výborem pro měření barevnosti Spolku barvířů a koloristů ve Velké Británii (Color Measurement Committee of the Society of Dyers and Colourists of Great Britain). Rovnice (24) je založena na systému CIELCH (světlost, sytost a odstín). Váhové faktory l a c , které jsou zde využívány, jsou zavedeny proto, aby mohla být rovnice využita i pro další účely. Pro textilní vzorky se využívá poměr 2:1 (perceptibility dat), který více odpovídá citlivosti lidského oka k barevným rozdílům. [11, 13, 19]

V roce 1995 byla rovnice CMC (l:c) přijata za ISO standard pro použití v textilních aplikacích. Hodnoty ΔL^* (jasová odchylka), ΔC_{ab}^* (odchylka v sytosti, měrné čistotě), ΔH_{ab}^* (odstínová odchylka) udávají rozdíl barevných souřadnic vzorku a standardu. S_L , S_C , S_H jsou váhové funkce závislé na poloze vzorku a standardu v barevném prostoru. Vycházejí ze světlosti, sytosti a barevného odstínu. [11, 13]

$$\Delta E_{CMC(l:c)} = \left[\left(\frac{\Delta L^*}{l \cdot S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C_{ab}^*}{c \cdot S_c} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H_{ab}^*}{S_H} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (18)$$

kde

$$S_L = 1 + \frac{0,040975 \cdot L^*}{1 + 0,01765 \cdot L^*} \quad L^* > 16$$

$$S_L = 0,511 \quad L^* \leq 16$$

$$S_C = \frac{0,0638 \cdot C_{ab}^*}{1 + 0,0131 \cdot C_{ab}^*} + 0,638$$

$$S_H = S_C \cdot (TF + 1 - F)$$

$$F = \sqrt{\frac{(C_{ab}^*)^\Delta}{(C_{ab}^*)^\Delta + 1900}}$$

$$T = 0,56 + [0,2 \cdot \cos(h + 168)] \quad \text{pro} \quad 164^\circ \leq h < 345^\circ$$

$$T = 0,36 + [0,4 \cdot \cos(h + 35)] \quad \text{pro} \quad 164^\circ < h \leq 345^\circ$$

7.1.3 CIE 1994

Rovnice CIE 1994 byla publikována v roce 1995 Mezinárodní osvětlovací komisí (CIE). Rovnice je založena na definici barev v LHC barevném prostoru, který se přibližuje prostoru CIELAB a jedná se o matematický výpočet elipsy okolo barevného standardu barvy. Vzhledem k tomu, že v mnoha barvách akceptuje lidské oko širokou odchylku v jasnosti, než v sytosti barvy, tak systém CIE 1994 zohledňuje parametry vnímání tak, aby byl výsledek shodný s naším zrakovým vyhodnocením.

$$\Delta E_{CIE1994} = \sqrt{\left[\left(\frac{\Delta L^*}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{k_H S_H}\right)^2\right]} \quad (19)$$

$$\Delta V = k_E \Delta E_{CIE1994} \quad (20)$$

Kde k_E značí adjustační faktor a ΔV je vizuální vnímaná diference. k_L má pro většinu měření hodnotu 1 a v případě použití vzorce v textilní průmyslu je , $k_L = 2$.

$$k_C = k_H = 1, S_C = 1 + 0,045 C^*, S_H = 1 + 0,015 C^* \quad [12, 25]$$

7.1.4 CIE 2000

Rovnice CIE 2000 je nejnovějším typem rovnice pro vyjádření barevného rozdílu, který je získán měřením a vizuálním hodnocením. Výpočet je založen na rozdílu světlosti $\Delta L'$, rozdílu sytosti $\Delta C'$ a rozdílu odstínu $\Delta H'$, společně s váhovými koeficienty S_L , S_C a S_H a parametrickými koeficienty k_L , k_C a k_H (1:1:1). Hodnoty parametrických koeficientů jsou stanoveny na hodnotu 1. [11, 13]

V následujících krocích je vysvětlen průběh výpočtu:

1. krok – výpočet barevných souřadnic L^* , a^* , b^* v barevném prostoru CIELAB dle rovnic (21), (22), (23). [11, 13]
2. výpočet hodnot a' , C' a h'

$$L' = L^* \quad (21)$$

$$a' = a^* \cdot (1 + G) \quad (22)$$

$$b' = b^* \quad (23)$$

$$C'_{ab} = \sqrt{(a')^2 + (b')^2} \quad (24)$$

$$h'_{ab} = \tan^{-1} \left(\frac{b'}{a'} \right) \quad (25)$$

kde

$$G = 0.5 \cdot \sqrt{\left(\frac{\overline{C_{ab}^*}^7}{C_{ab}^*{}^7 + 25^7} \right)}$$

kde $\overline{C_{ab}^*}$ je aritmetický průměr měrné čistoty $S_H = 1 + 0,015 \cdot \overline{C_{ab}^*} \cdot T$ vzorku a $C_{ab,s}^*$ standardu. h_{ab} je ve stupních.

3. krok – výpočet hodnot $\Delta L'$, $\Delta C'$ a $\Delta H'$

$$\Delta L' = L'_{vz} - L'_{st} \quad (26)$$

$$\Delta C' = C'_{ab,vz} - C'_{ab,st} \quad (27)$$

$$\Delta H' = 2 \sqrt{C'_{ab,st} \cdot C'_{ab,vz}} \sin\left(\frac{\Delta h'_{ab}}{2}\right) \quad (28)$$

kde

$$\Delta h'_{ab} = h'_{ab,vz} - h'_{ab,st}$$

Hodnota $\left(\frac{\Delta h'_{ab}}{2}\right)$ je převedena ze stupňů na radiány.

4. krok – výpočet ΔE_{00}

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{k_L \cdot S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C \cdot S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H \cdot S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C \cdot S_C} \right) \cdot \left(\frac{\Delta H'}{k_H \cdot S_H} \right) \right]^{1/2} \quad (29)$$

Váhové koeficienty S_L , S_C a S_H jsou definovány

$$S_L = 1 + \frac{0,015 \cdot (\overline{L} - 50)^2}{\sqrt{20 + (\overline{L} - 50)^2}} \quad (30)$$

$$S_C = 1 + 0,045 \cdot \overline{C'_{ab}} \quad (31)$$

$$S_H = 1 + 0,015 \cdot \overline{C'_{ab}} \cdot T \quad (32)$$

kde

$$T = 1 - 0,17 \cdot \cos(\overline{h'_{ab}} - 30^\circ) + 0,24 \cdot \cos(2 \cdot \overline{h'_{ab}}) + 0,32 \cdot \cos(3 \cdot \overline{h'_{ab}} + 6^\circ) - 0,20 \cdot \cos(4 \cdot \overline{h'_{ab}} - 63^\circ)$$

Hodnoty pro funkci cos jsou převedeny ze stupňů na radiány.

Rotační faktor je definován:

$$R_T = -\sin(2\Delta\theta) R_C \quad (33)$$

kde

$$\Delta\theta = 30 \cdot \exp \left\{ - \left[\left(\frac{\overline{h'_{ab}} - 275^\circ}{25} \right) \right]^2 \right\}$$

$$R_C = 2 \sqrt{\frac{\overline{C'_{ab}}^7}{\overline{C'_{ab}}^7 + 25^7}}$$

Hodnota $\Delta\theta$ je do rovnice (33) dosazován v radiánech. [13]

7.1.5 DIN 99

Rovnice DIN 99 je pokusem o korekci nestejnoměrného vizuálního odstupňování. [25]

Osa červená-zelená:

$$e = a^* \cdot \cos(16^\circ) + b^* \cdot \sin(16^\circ) \quad (34)$$

Osa žlutá-modrá:

$$f = 0,7 \cdot (a^* \cdot \sin(16^\circ) + b^* \cdot \cos(16^\circ)) \quad (35)$$

Měrná čistota:

$$G = \sqrt{e^2 + f^2} \quad (36)$$

Měrný odstín:

$$h_{ef} = \arctan\left(\frac{f}{e}\right) \quad (37)$$

Z těchto souřadnic se následně vypočítají souřadnice barevného prostoru DIN 99:

$$L_{99} = 105,51 \cdot \frac{\ln(1 + 0,0158 \cdot L^*)}{k_e} \quad (38)$$

$$a_{99} = C_{99} \cdot \cos(h_{99}) \quad (39)$$

$$b_{99} = C_{99} \cdot \sin(h_{99}) \quad (40)$$

kde:

$$C_{99} = \frac{\ln(1 + 0,045 \cdot G)}{0,045 \cdot k_{CH} k_e}$$

$$h_{99} = h_{ef} \frac{180}{\pi}$$

k_{CH} a k_e jsou adjustační parametry, obvykle je poměr ($k_{CH} : k_e$) = (2:0,5)

Celková barevná diference je dána rovnicí:

$$\Delta E_{DIN99} = \sqrt{(\Delta L_{99})^2 + (\Delta a_{99})^2 + (\Delta b_{99})^2} \quad (41) \quad [25]$$

7.1.6 MV-1

Rovnice MV-1 byla publikována v roce 1997 na kongresu AIC Color 97 v Kyotu. Vychází z kritického rozboru rovnice Cui-Hovis a analýzy textilních dat, která jsou součástí L-R-M dat. Tato rovnice řeší problém neadekvátních odhadů natočení tolerančních elipsoidů a zároveň je optimalizována pro textilní produkci. [37]

Rovnice MV-1:

$$\Delta E_{MV-1} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{lS_l}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{cA_c}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{A_h}\right)^2 + \frac{\Delta C^* \Delta H^*}{A_d}} \quad (42)$$

kde

$$S_l = \frac{1,358964 + 0,016071 * L^*}{2}$$

$$A_c^2 = \frac{S_c^2 * S_h^2}{\cos^2(\Delta\theta 3COS) S_h^2 + \sin^2(\Delta\theta 3COS) S_c^2}$$

$$A_h^2 = \frac{S_c^2 * S_h^2}{\sin^2(\Delta\theta 3COS) S_h^2 + \cos^2(\Delta\theta 3COS) S_c^2}$$

$$Ad = \frac{S_c^2 * S_h^2}{\sin^2(2\Delta\theta 3COS) [S_h^2 - S_c^2]}$$

kde

$$S_c = 0,9304 + 0,058646 * C^*$$

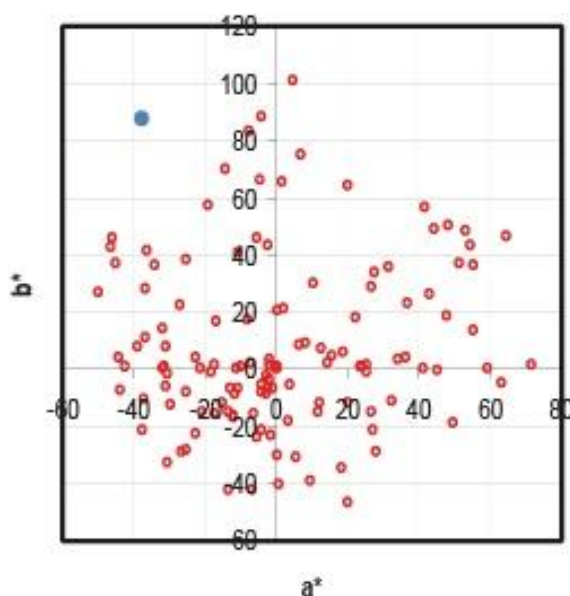
$$S_h = 0,7607 + 0,017561 * C^*$$

$$\Delta 3COS = 4,48 + 8,89 \cos(h_{ab} + 66,09) - 10,22 \cos(2h_{ab} + 43,18) + 11,42 \cos(3h_{ab} - 80,01)$$

Váňové koeficienty jsou pro jemně texturované povrchy (textil) $l = 2$, $c = 1$.

8. Experimentální část

Pro tento experiment bylo na základě stanovených cílů vytvořeno žluto–zelené barevné centrum s vysokou čistotou odstínu. Vysoká čistota odstínu bylo zvolena s ohledem na dosavadní výzkum, který je prováděn na malém barevném gamutu. Barevný gamut je dosažitelná oblast barevných hodnot v určitém barevném prostoru. Barvy mimo tuto oblast lze v daném barevném prostoru zobrazit jen přibližně. [33] Toto vytvořené centrum se tedy nachází mimo dosavadní zkoumaný barevný gamut. Na obrázku č. 15 je vyobrazeno stávající barevné centrum, které je znázorněno červenými body. Modrý bod na obrázku č. 15 znázorňuje vybrané barevné centrum, které je od stávajícího centra vzdáleno a nebylo dosud probádáno.

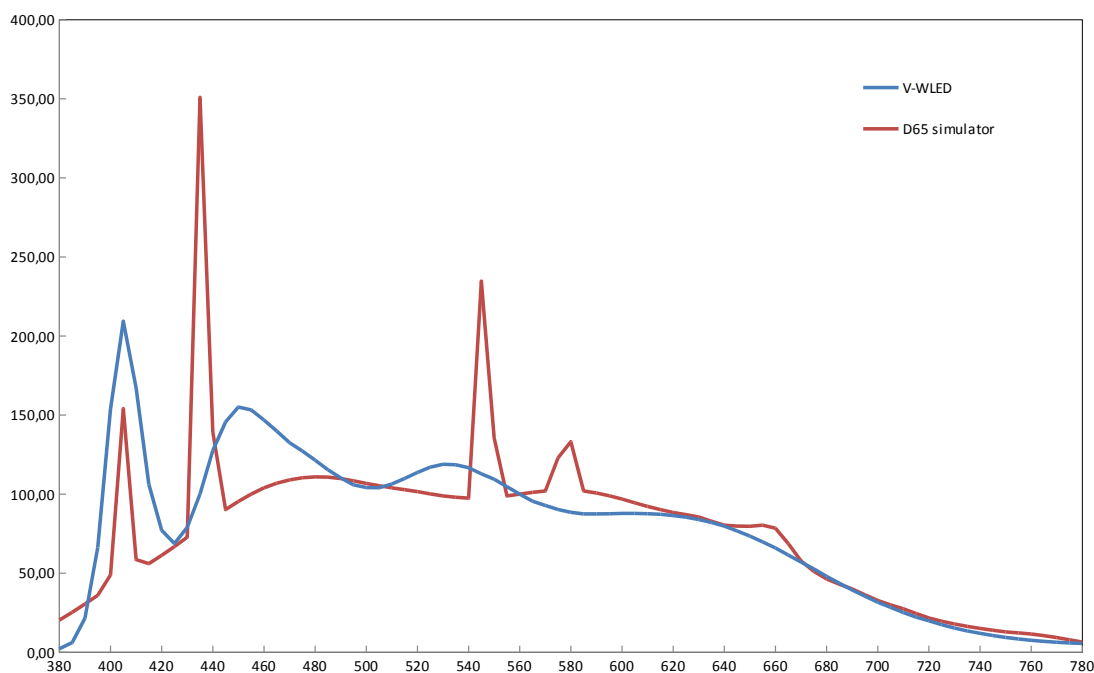


Obrázek č. 15 – *Stávající testovaný gamut a námi testovaný gamut* [33]

Pro testování barevné sady vzorků byla použity simulátory osvětlení D65 a V LED.

Simulátor osvětlení D65 simuluje denní světlo severní oblohy. Simulátor osvětlení V LED simuluje LED osvětlení. Oba uvedené simulátory osvětlení byly pomocí měřiče osvětlení – Minolta Illuminance Meter T-1 měřena v místě testování – koloristické skříni AtelierTechnik color, kde byly získány tyto hodnoty osvětlení. Pro simulátor osvětlení D65 byla naměřena osvětlenost 1360 luxů a pro simulátor osvětlení V LED 4140 luxů. Z těchto hodnot je patrné, jak je velký rozdíl mezi simulátorem

osvětlením D65 a simulátorem osvětlení V LED. Na obrázku č. 16 je vykreslena spektrální křivka simulátoru osvětlení D65 a V LED.



Obrázek č. 16 – Spektrální křivka simulátoru osvětlení D65, která je znázorněná červenou křivkou a spektrální křivka osvětlení V LED, která je znázorněna modrou křivkou [38]

Experimentální část diplomové práce je rozdělena na několik hlavních celků.

V první části experimentu je vysvětlen postup výroby vzorků pro následné objektivní měření a subjektivní hodnocení.

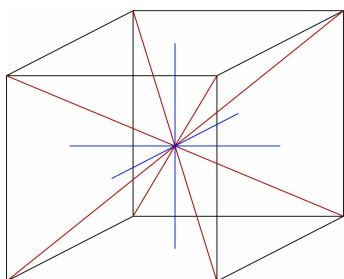
Další část experimentu se zabývá právě objektivním měřením sady barevných vzorků. Je zde popsána metodika práce, průběh měření a výpočet barevných rozdílů pomocí rovnic (CIELAB, CIE 1994, CIE 2000, DIN 99, MV-1) a následné zhodnocení jejich predikčních schopností pomocí přístroje Spektrofotometra vyhodnocovacího softwaru DataColor Tool.

Následující část experimentu je zaměřena na testování barvocitu pomocí Farnsworth Munsellova 100 Hue testu a jeho vyhodnocení. Test barvocitu byl použit z důvodu získání informací o možných zrakových vadách respondentů a jejich následnému využití pro poslední část experimentu.

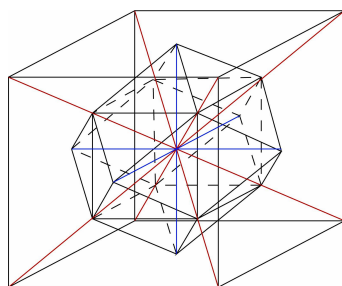
Poslední kapitola experimentu je věnována subjektivnímu hodnocení sady barevných vzorků pomocí šedé stupnice skupinou pozorovatelů. Subjektivní hodnocení byla provedena v koloristické skříni AtelierTechnik color se světelným simulátorem D65 a V LED.

8.1 Výběr vzorků

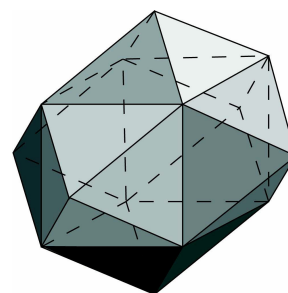
Výběr vzorků pro následné měření a hodnocení musí být velmi dobře zvolen. Vzorky jsou charakterizovány jako "malé barevné diference", z hlediska charakteristiky CIELAB, vůči standardu. Výběr je založen na tetrakis hexahedronu (24 - stěnný prostor). Prvním krokem bylo diagonální, horizontální a vertikální rozdělení prostoru krychle (obrázek č. 17). V takto rozdělené krychli vznikl střed prostoru. Dále byla určena vzdálenost od středu, která se vynášela na všechny směry dle dělení prostoru. Vzdálenosti od středu jsou ke všem vrcholům stejné. Právě tyto vrcholky tvoří vymezený prostor tetrakis hexahedronu. Vrcholky dále tvoří pozice virtuálních vzorků. (obrázek č. 18).



Obrázek č. 17 –
Diagonální, horizontální a vertikální rozdělení krychle
[38]



Obrázek č. 18 –
Rozdělení tetrakis hexahedronu [38]



Obrázek č. 19 –
tetrakis hexahedron [38]

Střed barevného centra se nachází přímo uprostřed vymezeného prostoru a jedná se o virtuální pozici barevného standardu. Vzdálenost mezi středem a vrcholem je barevná odchylka ΔE .

Dle tohoto rozdělení byl navržen právě tetrakis hexahedron (obrázek č. 19), kde vzdálenost mezi středovým bodem kostky a vrcholovým bodem je stejná v tomto případě: $\Delta E^* = 1, 2, 3, 4$ a 5 .

V následujících krocích je popsán postup výběru vzorků.

1. V prvním kroku se nabarvily koncentrační řady všech dostupných barviv od firem DyStar a Hunstman. Těmito barvivy byly disperzní barviva v odstínech: flavine, yellow, redviolet, blue, green, red.

2. Na základě obarvených koncentračních řad a jejich změřených hodnot $L^*a^*b^*$ ($L^*C^*h^*$) byl vybrán odstín flavine, který dosahoval největší čistoty.
3. Díky definovanému barevnému prostoru (tetrakis hexahedron) a získaným koncentračním řadám, bylo zjištěno, že větších čistot nelze dosáhnout, a proto byl vybrán vzorek z koncentrační řady flavine umístěn na okraj definovaného prostoru.
4. Díky získaným hodnotám L^* a^* b^* bylo možné určit střed barevného prostoru, který byl dále použit k testování. Toto definování proběhlo na základě určení vzdálenosti: $\Delta E^* = 5$, a pozici flavine vzorku v definovaném barevném prostoru.
5. Ze získaných hodnot L^* a^* b^* barevného středu bylo dále možno dopočítat všechny ostatní pozice vzorků v definovaném barevném prostoru. Takto vzniklé hodnoty lze nazvat jako virtuálně ideální body.
6. Na základě hodnot získaných v předešlém kroku byly vytvořeny receptury pro barvení vzorků.
7. V dalším kroku byly vzorky nabarveny a následně byla zjištěna reálná hodnota jejich L^* , a^* , b^* .

8.2 Výroba vzorků

Pro výrobu sady barevných vzorků byl použit 100% polyakrilonitrilový materiál s vlastnostmi, které jsou uvedeny v tabulce č. 1. Vazební provázání bylo u všech tkanin použito stejné (plátňová vazba), aby svou strukturou nerušilo barevný vjem tkaniny. Tento materiál byl zvolen v závislosti na jeho schopnosti absorbovat brilantní barvivo a dosáhnout vysoké barevné čistoty vzorků. Jiný materiál, například bavlna takovýchto výsledků nedosahuje, a to zejména díky dostupným barvivům na trhu.

Tabulka č. 1 – Materiálové složení příze

Příze	osnova	Polyakrilonitril
	útek	Polyakrilonitril
Hmotnost	220 g/m ²	
Vazba	plátňová	
Počet nití na 10 cm (dostava)	osnova	325
	útek	140

Zásadní byla volba odstínu barviva, který se bude aplikovat na předem vybraný materiál. Pro tento experiment byl zvolen žluto-zelený odstín barviva. Tento odstín byl

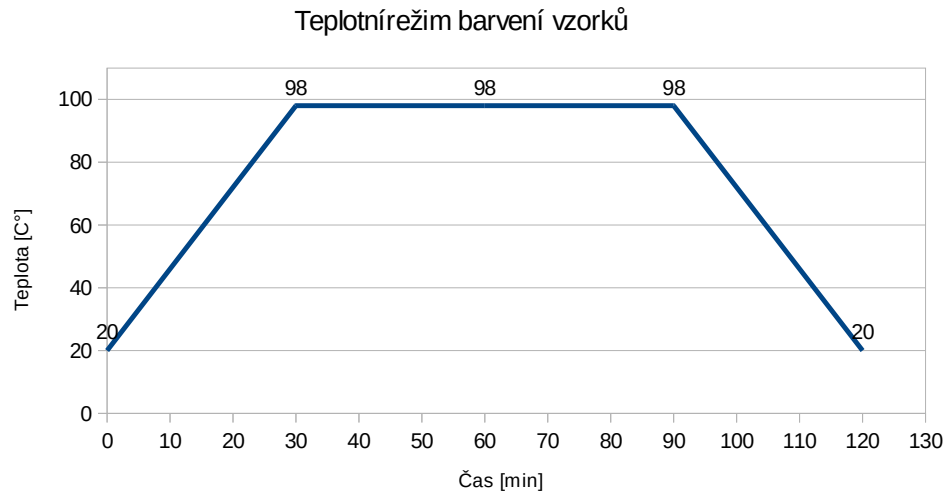
vybrán v závislosti na omezené nabídce výrobců, kteří poskytují nevelkou paletu vysoce brilantních odstínů. Brilantnost barvy označuje její velkou čistotu. Pro lidské oko je brilantní barva svou sytostí a zářivostí až téměř omračující. Jako základní barevný odstín pro vybarvení vzorku bylo použito žluté barvivo od společnosti Huntsmann s označením Maxilon Flavine.

Pro samotný proces barvení byl využit přístroj Pretema, který se nachází na Katedře materiálového inženýrství a umožňuje barvení jednotlivých vzorků v samostatně nastavitelných kapslích, jak je vidět na obrázku č. 20.



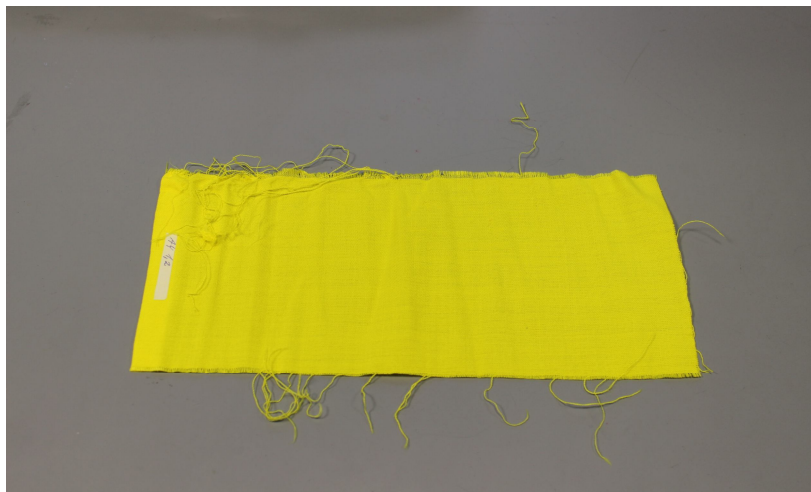
Obrázek č. 20 – Barvicí stroj Pretema

Barvicí lázeň obsahovala barvivo, kyselinu octovou a destilovanou vodou. Doba barvení strojem Pretema je zaznamenána na grafu č. 1. Proces barvení započal při 20°C, kdy už byly vzorky vloženy do jednotlivých kapslí a postupně do nich bylo barvivo, kyselina octová a destilovaná voda vlitý. Stroj se dále samostatně a postupně zahříval na požadovanou teplotu. Po uplynutí 30 minut bylo na stroji dosaženo stabilní teploty 98°C, při které po dobu 90 minut barvení probíhalo. Po uplynutí této doby se stroj začal postupně ochlazovat a vzorky z kapslí vytahovat. Tento proces se opakoval u všech vyhotovených vzorků. Teplotní proces barvení vzorků je vyobrazen na obrázku č. 21.



Obrázek č. 21 – Graf teplotního režimu barvení vzorků

Po vybarvení proběhlo atmosférické schnutí v laboratorních podmínkách. č. 22.



Obrázek č. 22 – Obarvený vzorek

Suché vzorky se následně žehlily pomocí žehlicího zařízení Elna Press Alizé, aby se na nich neobjevovaly sklady a nerovnosti, které by mohly být překážkou v další části přípravy vzorků a jejich následném měření a testování. Vzorky byly žehleny při teplotě 175°C.



Obrázek č. 23 – Schéma lepení vzorků

Dalším mezikrokem přípravy vzorků bylo lepení. Každý jednotlivý vzorek se přeložil na třetinu a zažehnil pomocí polyethylenové folie, která byla vložena mezi jednotlivé vrstvy a při roztavení fungovala jako lepidlo, (bez ovlivnění barevnosti) a udržela všechny přeložené části pohromadě. Teplota žehlení byla přibližně 175°C. Proces lepení vzorků byl také proveden pomocí žehlicího přístroje Elna Press Alizé. Na obrázku č. 24 je vyobrazen vzorek před lepením, včetně vložené folie. .

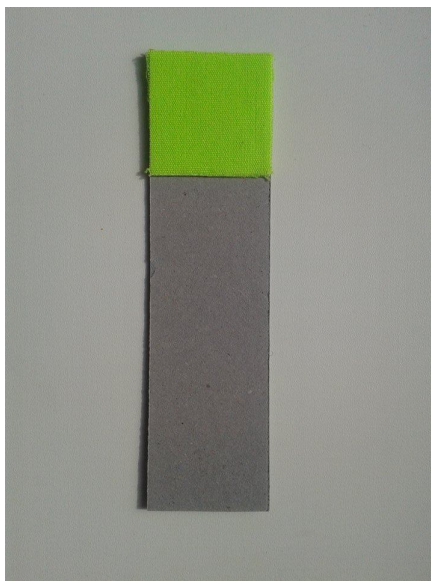
Tento postup byl velice důležitý. Díky trojitému přeložení se odfiltroval vliv pozadí, který se díky tomuto postupu může vyloučit. Kdyby tak nebylo učiněno, vznikala by problém v prosvítání pozadí, který by ovlivnil celý průběh měření a vyhodnocení. Světlé pozadí by výsledný vzorek zesvětloval a naopak tmavé či černé pozadí by vzorek ztmavoval. Lepení polyethylenovou fólií má význam v tom, že fólie tvoří transparentní vrstvu, která neovlivňuje velkým významem barevný vjem.



Obrázek č. 24 – Vzorek připraven k lepení

Poté se z materiálu vystříhaly čtverce o rozměru 4 x 4 cm, které byly nalepeny na tvrdou kartónovou podložku v neutrální šedé barvě. Na šedý karton byl materiál

umístěn proto, aby nedocházelo k ovlivňování vzorků při testování. Šedá barva podložky byla zvolena úmyslně, tak, aby byla co nejvíce podobná tónu koloristické skříně (obrázek č. 25).



Obrázek č. 25 – *Vzorek připravený k hodnocení*

8.3 Objektivní měření sady barevných vzorků

Objektivní měření sady barevných vzorků bylo provedeno na Textilní fakultě Technické univerzity v Liberci ve specializované Laboratoři měření barevnosti a vzhledu (LCAM). Pro měření byl využit přístroj Spektafash SF600. Následně pomocí programu Datacolor Tools 1.11, byly získány hodnoty barevného prostoru CIELAB pro výpočet barevných rozdílů jednotlivých vzorků ke standardu pomocí rovnic CIELAB, CIE 1994, CIE 2000, CMC (l:c), DIN 99 a MV-1.

8.3.1 Popis a postup měření

Přístroj Spectraflash SF600, který je vyobrazen na obrázku č. 26 je spektrofotometr, který je konstruován pro transmisní a remisní měření barevnosti materiálů. Přístroj je řízen počítačovým programem. Měření pomocí přístroje Spectraflash SF600 bylo provedeno na kompletní sadě 55 vytvořených vzorků s jedním zvoleným standardem a následujícím nastavením přístroje:

- nastavení SCI (měření celkového spektrálního součinitele odrazivosti)
- spektrální rozsah 400-700 nm

- velikost měřicí aparatury 30 mm
- použitý zdroj osvětlení D65, UV filtr
- 10° standardní pozorovatel
- každý vzorek byl změřen 5x a následně zprůměrován



Obrázek č. 26 – *Spectraflash SF600* [28]

Postup měření

1. Po zapojení přístroje dle návodu do elektrické sítě a zapnutí počítače s měřicím softwarem, bylo zvoleno nastavení měření (settings) v požadovaných hodnotách.
2. Před samotným měřením sady barevných vzorků, bylo nejprve nutné přístroj podrobit kalibraci, tak aby měření proběhlo za standardních podmínek. Kalibrace přístroje byla provedena pomocí černého, bílého a zeleného standardu.
3. Po kalibraci přístroje následovalo samotné měření jednotlivých vzorků. Po přiložení vzorku k přístroji se pomocí softwaru potvrdilo měření. Každý jednotlivý vzorek byl proměřen přístrojem pětkrát na rozdílných místech – vždy byl změřen středový bod a čtyři body okrajové.
4. Software vyhodnotil výsledky měření dle rovnice CIELAB a remisní hodnoty.
5. Výsledky měření byly přeneseny do softwaru Microsoft Excel, kde dále byly použity k dalšímu vyhodnocení.

8.4 Vyšetřování barvocitu Farnsworth-Munsell 100 Hue testem

Farnsworth-Munsell 100 Hue Test (Farnsworth-Munsellův barevný test) je jednoduchá metoda testování barevného rozlišování. Výsledky dat mohou být použity při řešení mnoha psychologických a průmyslových problémů v oblasti barevného vnímání. [13]

Jeho primární použití je následující:

- Třídění osob s normálním vnímáním barev do tříd s vynikající (superior), průměrnou (average) a nízkou (low) barevnou diskriminací.
- Pro měření zóny barev, ve které pacient není schopen správně rozlišovat. Díky tomu lze určit vadu vidění.

Vzhledem k tomu, že tento test je určen pro měření především psychologické způsobilosti, nemůžeme očekávat, že výsledky budou přímo korelovat s dalšími testy pro barevné vidění. Tedy testy jsou: pseudo-izochromatické desky, barevné vnímání 42 světél, anomaloskop a kolorimetry, které izolují některé faktory či barevné nedostatky, ale neměř obecně barevné rozlišování stejně jako FM Hue Test.

Vzory použití

1. Kontrola inspektoru barevného zboží, barevného stupně, atd.
2. Testování typu a vady barvocitu.
3. Detekování špatného barevného vnímání obchodníku.
4. Výběr uchazečů o odborný výcvik.
5. Měření efektu medicínského ošetření.
6. Nezávislé kontroly platnosti jiných barevných testů.

Kdy test nelze použít

1. Test není určený k rozlišování jemného stupně rozdílů mezi osobami, které byly zařazeny do skupiny superior (nejvyšší skupina).
2. Test není určený pro dichromatické barevné rozdíly pro účel splnil/nesplnil.

Farnsworth-Munsell 100 Hue Test se skládá z celkem 93 barevných plastických terčků (85 pohyblivých terčků obrázku č. 27) umístěných ve čtyřech oddělených kazetách. Každá kazeta se skládá ze dvou oddělitelných panelů, které obsahují čtvrtinu z osmdesáti pěti číselně označených stahovatelných terčků. Dvě kapsle jsou opakované a připevněné jako řídicí barva na konci a na začátku každé kazety. První řada je tvořena 22 terčiky (85 – 21), druhá (22 – 42), třetí (43 – 63) a čtvrtá řada (64 – 84) jsou tvořeny 21 terčiky. [13, 40]

Hlavním úkolem vyšetřovaného je seřadit náhodně namíchané a rozmístěné terčiky podle odstínu do prostoru mezi fixní terčiky v jednotlivých řadách. Po seřazení všech terčků do 4 řad následuje vyhodnocení celkového chybového skóre (TES). Při vyhodnocení se postupuje takovým způsobem, že se všechny řady obrátí barevným terčkem směrem dolů. Na spodní straně každého terčku je uvedeno jeho pořadové číslo, které se zaznamená do vyhodnocovacího softwaru (FM 100 Hue Test Scoring Software version 3.0.). Celkové chybové skóre (TES) se vypočte pomocí hodnot (na obrázku č. 28 jsou to hodnoty 2, uvedené nad barevnými terčiky), které získáme kontrolou pořadí. Chybné skóre pro jeden terčik, se rovná součtu absolutních rozdílů mezi číslem chybného terčku a terčků, které s ním sousedí. Hodnota číslo 2 odpovídá umístění ve správném místě v řadě ($|50 - 49| = 1$, $|64 - 65| = 1$). Na základě výsledků celkového chybového skóre jsou testovaní jedinci rozřazeni do kategorií superior, do které zařazujeme nadprůměrné výsledky (TES 0 – 19), average, do které zařazujeme průměrné výsledky (TES 20 – 99) a low discrimination, kam zařazujeme podprůměrné výsledky (TES 100 – více). Na obrázku č. 28 je vyobrazen graf v polárních souřadnicích (standardní skóre), ve kterém se vykreslují a zobrazují hodnoty chybového skóre jednotlivých terčků. Tři barevné křivky ukazují směr protanomalie (červené křivky), deuteranomalie (zelené křivky) a tritanomalie (modré křivky). [13, 40]

Pigmenty v terčících jsou vyrobené z nejlepšího stabilního materiálu, poněvadž jsou nechemického původu. Terčiky by neměly být nadměrně a zbytečně vystavovány přímému slunci. Matný povrch barevných terčků je nezbytné dávat pod stejné spektrální osvětlení se stejným úhlem. Kapsle jsou citlivé na dotyk prstu. Bylo zjištěno, že mírné znečištění nemá efekt při diagnostice hodnoty testu. Nicméně, když kapsle začnou být zašpiněné nebo poškozené, musí být nahrazeny. Při normálním použití je doporučeno vyměňovat kapsle každé dva až čtyři roky.

Testování barvocitu respondentů pomocí Farnsworth-Munsellova 100 Hue testu probíhalo na Textilní fakultě Technické univerzity v Liberci ve specializované Laboratoři měření barevnosti a vzhledu (LCAM). Testování bylo podrobena celkem 20 respondentů. Testovaná skupina respondentů byla velmi rozmanitá, jednalo se o ženy a muže v poměru 15:5 a ve věkovém spektru od 20 do 56 let. Cílem vyšetření barvocitu bylo získání informací o tom, zda je respondent bez vady barvocitu, a zda je možné ho využít pro subjektivní hodnocení vzorků.

Test je založen na Munsellově barevném atlasu (odstín, sytost a jas). Jak je vidět na obrázku č. 27, test je tvořen 85 barevnými pohyblivými terčičky. Jednotlivé barevné odstíny jsou uzpůsobeny tak, aby odpovídaly barevným krokům mezi odstíny jednotlivých barev. Terčičky jsou uspořádány do 4 řad, a každá z nich začíná a končí fixním terčičkem. První řada je tvořena 22 terčičky (85 – 21), druhá (22 – 42), třetí (43 – 63) a čtvrtá řada (64 – 84) jsou tvořeny 21 terčičky. [13]



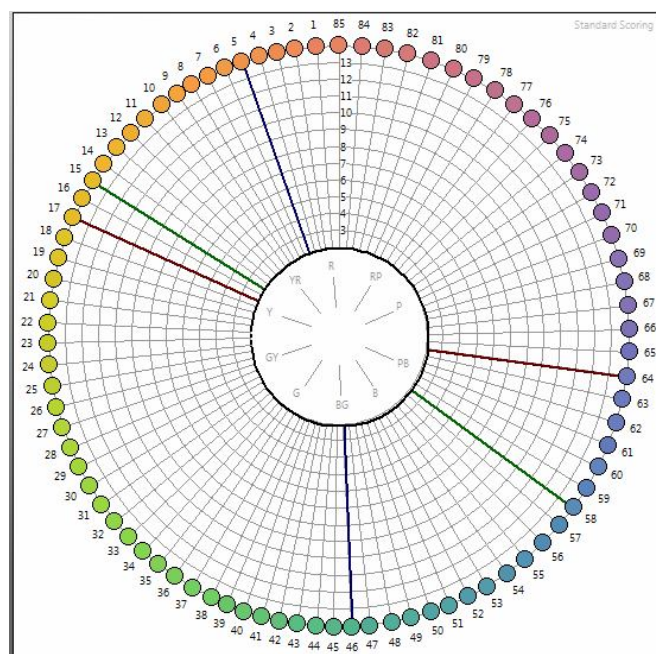
Obrázek č. 27 – *Farnsworth-Munsell 100 Hue test*

Hlavním úkolem vyšetřovaného respondenta je seřadit náhodně zamíchané a rozmístěné terčičky podle odstínu do prostoru mezi fixní terčičky v jednotlivých řadách. Po seřazení všech terčičků do 4 řad následuje vyhodnocení celkového chybového skóre (TES). Při vyhodnocení se postupuje takovým způsobem, že se všechny řady obrátí barevným terčičkem směrem dolů. Na spodní straně každého terčičku je uvedeno jeho pořadové číslo, které se zaznamená do vyhodnocovacího softwaru (FM 100 Hue Test Scoring Software version 3.0.). Celkové chybové skóre (TES) se vypočte pomocí hodnot (na obrázku č. 28 jsou to hodnoty 2, uvedené nad barevnými terčičky), které získáme kontrolou pořadí. Chybné skóre pro jeden terčiček, se rovná součtu absolutních

rozdílů mezi číslem chybného terčiku a terčiků, které s ním sousedí. Hodnota číslo 2 odpovídá umístění ve správném místě v řadě ($|50 - 49| = 1$, $|64 - 65| = 1$). Na základě výsledků celkového chybového skóre jsou testovaní jedinci rozřazeni do kategorií superior, do které zařazujeme nadprůměrné výsledky (TES 0 – 19), average, do které zařazujeme průměrné výsledky (TES 20 – 99) a low discrimination, kam zařazujeme podprůměrné výsledky (TES 100 – více).

Na obrázku č. 28 je vyobrazen graf v polárních souřadnicích (standardní skóre), ve kterém se vykreslují a zobrazují hodnoty chybového skóre jednotlivých terčiků. Tři přímky barevných záměn ukazují směr protanomalie (červené křivky), deuteranomalie (zelené křivky) a tritanomalie (modré křivky). [13]

Grafické znázornění vyhodnocení může tedy být vyobrazené na grafu polárním nebo lineárním, který pro tuto práci nebyl použit. Očíslované terčiky (1-85) jsou zastoupeny v radiálních linkách. (Poznámka - úhlová vzdálenost radiálních linek není jednotná – je to úmyslné). Chybné výsledky jsou vykresleny pro každý terčik zvlášť. Vnitřní kruh představuje skóre 2 (terčiky jsou ve správném pořadí). Kruhy odpovídající chybovému skóre 5, 10, atd. jsou tmavší, aby pomáhaly s výkladem grafu. Pacient s 'perfektní' rozlišovací schopností, by měl dát všechny terčiky do správného pořadí. V tomto případě by jeho skóre pro všechny terčiky bylo 2 a polární graf ukáže dokonalý kruh kolem jeho vnitřního obvodu.



**Obrázek č. 28 – Přímky konfusních linií
FM 100 testu**

Testování barvocitu respondentů pomocí Farnsworth-Munsellova 100 Hue testu probíhalo na Textilní fakultě Technické univerzity v Liberci ve specializované Laboratoři měření barevnosti a vzhledu (LCAM). Testování bylo podrobena celkem 20 respondentů. Testovaná skupina respondentů byla velmi rozmanitá, jednalo se o ženy a muže v poměru 15:5 a ve věkovém spektru od 20 do 56 let. Cílem vyšetření barvocitu bylo získání informací o tom, zda je respondent bez vady barvocitu, a zda je možné ho využít pro subjektivní hodnocení vzorků.

8.4.1 Popis a postup měření

Celá skupina zúčastněných respondentů, byla před samotným testováním dotazována na rok narození a na otázku ohledně brýlové korekce zraku nebo korekce zraku pomocí kontaktních čoček. Z důvodu vyloučení kolize podle §3 a §9 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů nejsou u jednotlivých pozorovatelů uváděny jejich osobní údaje vymezené §4 citovaného zákona. [13]

Každý z pozorovatelů byl před testováním seznámen s jeho průběhem a instruován o jeho správném provedení. Tento test podstoupil každý pozorovatel dvakrát, ale vždy pod jiným druhem vybraného osvětlení. V prvním případě testování proběhlo pod osvětlením D65 a podruhé pod osvětlením V LED. Mezi jednotlivými měřeními byla proluka jeden až dva týdny v závislosti na časových možnostech respondentů. Samotné měření v koloristické skříni probíhalo za naprosté tmy, jelikož jsou v místnosti zatemnělá okna, a veškeré osvětlení bylo z důvodu ovlivnění respondentů a měření vypnuto.

Postup měření

1. Po zapojení přístroje dle návodu do elektrické sítě a zapnutí počítače s měřicím softwarem, bylo nastaveno měření v požadovaných hodnotách.
2. Dotázání pozorovatele na korekci zraku pomocí dioptrických brýlí či kontaktních čoček. Seznámení pozorovatele s testem, jeho průběhem a následným vyhodnocením.
3. Zatemnění celé místnosti a náhodné zamíchání jednotlivých terčů v řadách 1 až 4.
4. Proces seřazování všech volných terčů pozorovatelem do připravené krabičky s fixními terčíky dle jeho rozhodnutí.

5. Po seřazení všech barevných řad byly zaznamenány hodnoty terčků přímo do softwaru a vyhodnoceno chybové skóre (TES). Poté byl vygenerován graf polárních souřadnic.
6. Body 3, 4 a 5 byly znovu opakovány při měření s druhým typem osvětlení.

8.4.2 Pozorovatelé

Na základě výše citovaného zákona o ochraně osobních údajů, byla všem respondentům přidělena pořadová čísla, která zastoupila jejich jména a sloužila k následné identifikaci pozorovatele, během prováděného experimentu a pozdějšího vyhodnocení.

V tabulce č. 2 jsou pozorovatelé rozděleni dle pohlaví. Čísla jednotlivých pozorovatelů, společně s rokem narození, pohlavím a zařazením do kategorií Superior a Average dle jejich chybového hodnocení pod simulátory osvětlení D65 a V LED jsou zaznamenána v tabulce č. 3.

Tabulka č. 2 – Identifikace pozorovatelů

Označení	Rok narození	Pohlaví	D65	LED
1	1990	žena	Superior	Superior
2	1993	žena	Superior	Superior
3	1989	žena	Superior	Superior
4	1984	žena	Superior	Superior
5	1993	muž	Superior	Superior
6	1990	žena	Superior	Superior
7	1991	žena	Average	Average
8	1989	muž	Average	Average
9	1991	žena	Superior	Average
10	1960	muž	Average	Average
11	1985	žena	Superior	Average
12	1989	muž	Superior	Average
13	1990	žena	Superior	Superior
14	1993	žena	Superior	Average
15	1990	žena	Superior	Average
16	1992	žena	Superior	Superior
17	1987	muž	Average	Average
18	1990	žena	Average	Average
19	1993	žena	Superior	Average
20	1993	muž	Average	Average

Tabulka č. 3 – Rozdělení respondentů dle pohlaví

Pohlaví	Počet
muži	5
ženy	15

8.4.3 Vyhodnocení a diskuze

Všichni pozorovatelé podstoupili test FM 100 dvakrát, první testování bylo vykonáno pod simulátorem osvětlení D65 a druhé pod simulátorem osvětlení V LED. Pro každého z pozorovatelů byl po jednotlivém měření vytvořen graf polárních souřadnic. Grafy FM 100 pozorovatelů pod simulátorem osvětlení D65 jsou zaznamenány v příloze P1 a grafy FM 100 pozorovatelů pod simulátorem osvětlení V LED v příloze P5. Na základě výsledků testu byli pozorovatelé dle chybového skóre (TES) v testu rozděleni do kategorií Superior a Average. Výsledky žádného z respondentů nebyly začleněny do kategorie Low discrimination.

Jak je patrné z tabulky č. 4, dle výsledků při testování pod simulátorem osvětlení D65, bylo do kategorie Superior zařazeno 14 pozorovatelů a 6 pozorovatelů bylo začleněno do kategorie Average.

Tabulka č. 4 – Rozdělení pozorovatelů do kategorií při simulátoru osvětlení D65

Simulátor osvětlení D65		
Počet pozorovatelů	TES	Kategorie
14	0 - 19	Superior
6	20 - 99	Average

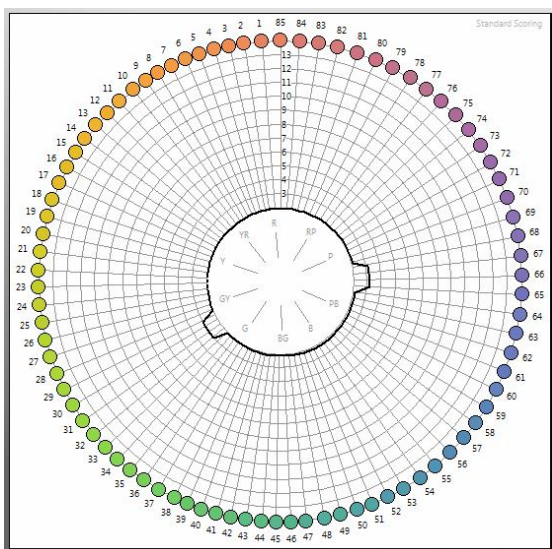
Po testu provedeném při simulátoru osvětlení V LED bylo do kategorie Superior zařazeno 8 pozorovatelů a 12 pozorovatelů bylo začleněno do kategorie Average. Dle změny chybových hodnot (TES) u 7 pozorovatelů můžeme vyvodit, že na jejich hodnocení měla změna osvětlení velký vliv, jelikož z kategorie Superior byli přeřazeni do kategorie Average. V tabulce č. 5 je zaznamenáno rozdělení pozorovatelů do kategorií při simulátoru osvětlení V LED.

Tabulka č. 5 – Rozdělení pozorovatelů do kategorií při simulátoru osvětlení V LED

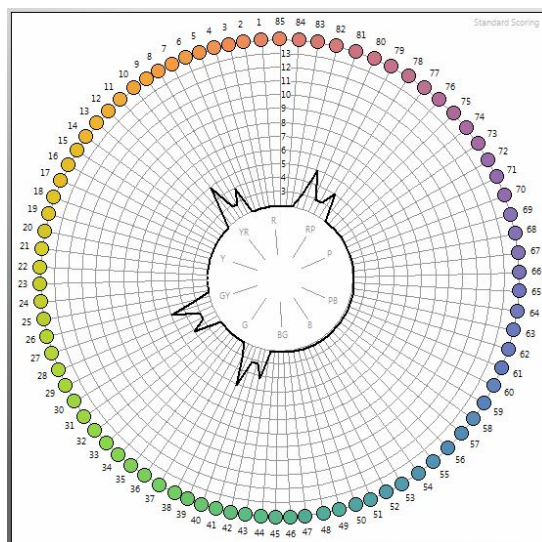
Osvětlení LED		
Počet pozorovatelů	TES	Kategorie
8	0 - 19	Superior
12	20 - 99	Average

Žádný z pozorovatelů při testování pod simulátorem osvětlení V LED nebyl přeřazen z kategorie Average do kategorie Superior, je tedy zřejmé, že vnímání barevných rozdílů pod tímto druhem osvětlení je pro pozorovatele náročnější. Tento jev mohl nastat z důvodu vyšších hodnot intenzity osvětlení, a také může být důvodem rozdílné barevné spektrum světelného zdroje.

Největší změna v chybovém skóre (TES) nastala u pozorovatelky číslo 14, jejíž výsledky TES byly při simulátoru osvětlení D65 8 (obrázek č. 29) a při simulátoru osvětlení V LED (obrázek č. 30) se chybové skóre navýšilo na hodnotu 32. Jedná se o největší posun v chybovém skóre mezi všemi pozorovateli. Respondentka č. 14 je žena, narozená v roce 1993, bez zrakové korekce. Zajímavým faktem bylo, že i při samotném testování respondentka přiznala, že jí ze simulátoru osvětlení V LED bolí oči a hůře se jí zrak zaostřuje, charakterizovala toto měření jako mnohem náročnější než předešlé, které bylo pod simulátorem osvětlení typu D65.

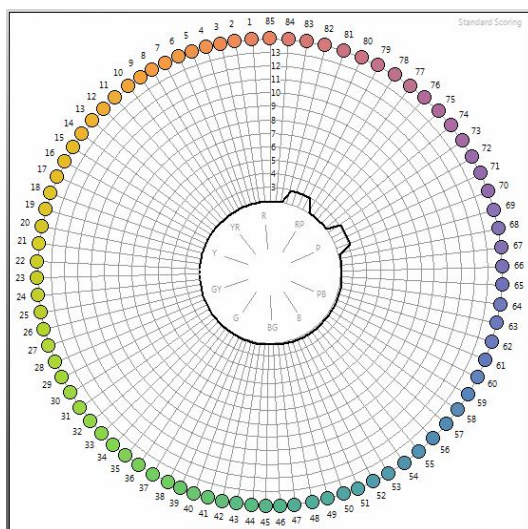


Obrázek č. 29 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 14 při simulátoru osvětlení D65

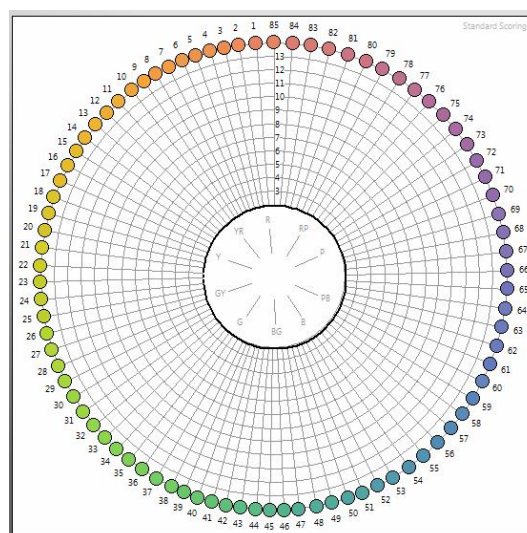


Obrázek č.30 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 14 při simulátoru osvětlení V LED

Jedinou výjimkou je pozorovatelka č. 6, při simulátoru osvětlení D65 bylo její chybové skóre (TES) 8 (graf polárních souřadnic je na obrázku č. 31) a při testování při simulátoru osvětlení V LED se TES rovná 0 (graf polárních souřadnic je zobrazen na obrázku č. 32).



Obrázek č. 31 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 6 při simulátoru osvětlení D65



Obrázek č. 32 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 6 při simulátoru osvětlení V LED

Vlivem změny osvětlení se výsledek jejího hodnocení zlepšil, jelikož při testování neudělala jedinou chybu. A i když posun v barevném hodnocení nebyl tak výrazný, aby byla pozorovatelka zařazena do kategorie Average, je patrné, že jí při testování lépe vyhovoval simulátor osvětlení V LED, při kterém prokázala vynikající výsledky.

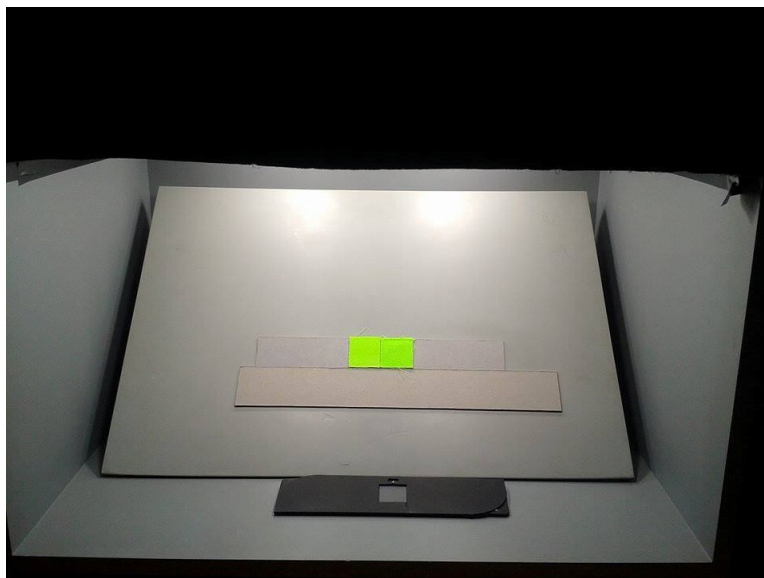
Na základě výsledků FM 100 testu bylo všech 20 respondentů připuštěno k další fázi experimentu a to subjektivnímu hodnocení sady barevných vzorků. Žádný z respondentů nevykazoval po absolvování testu vadu barvocitu.

8.5 Subjektivní hodnocení sady barevných vzorků

Subjektivní hodnocení sady barevných vzorků pomocí šedé stupnice na skupině pozorovatelů bylo prováděno na Fakultě textilní Technické univerzity v Liberci v Laboratoři měření barevnosti a vzhledu (LCAM). Cílem subjektivního hodnocení byl výpočet vizuálních odchylek, získaných na základě hodnocení všech pozorovatelů.

8.5.1 Popis a postup hodnocení

Subjektivního hodnocení sady barevných vzorků se zúčastnilo celkem 20 respondentů. Skupina respondentů je složena z mužů a žen ve věkovém rozpětí 20 – 56 let v poměru 5:15. Testování probíhalo v koloristické skříni (Atelier Technik Color), v laboratoři LCAM, kde jsou zatemnělá okna a veškeré osvětlení bylo vypnuto, aby nebyl respondent a měření vedlejším zářením ovlivněni. Koloristická skříň je vyobrazena na obrázku č. 33. Všichni zúčastnění pozorovatelé byli před začátkem testování seznámeni s průběhem a postupem testování. Hodnotitelé měli za úkol posoudit (s ohledem na stupně šedé stupnice pro hodnocení změny odstínu – ČSN ISO 105 A02:1993) barevné difference postřehnutelné mezi standardem a jednotlivými vzorky – metoda párového srovnání.



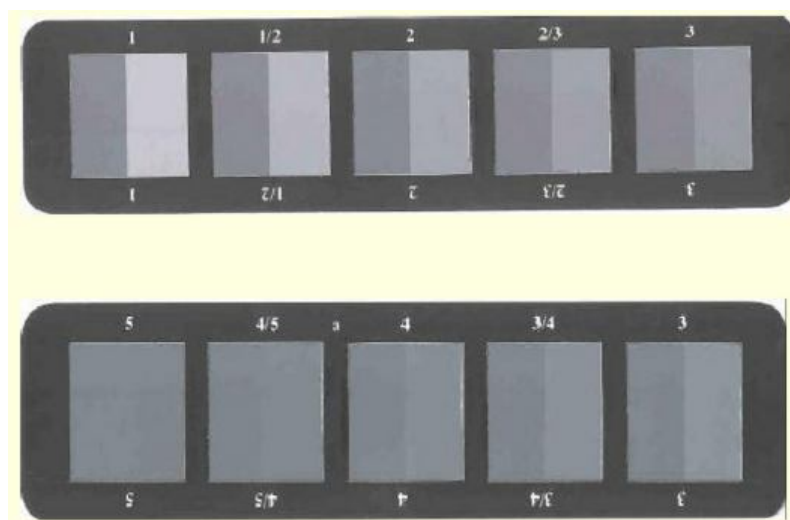
Obrázek č. 33 – *Hodnocení difference mezi vzorky v koloristické skříni*

Testovaná sada barevných vzorků je složena z 55 vzorků a každý z pozorovatelů hodnotil barevné vzorky celkem 5krát při simulátoru osvětlení D65 a V LED.

Porovnáván byl vždy základní vzorek (standard) se všemi ostatními vzorky, tj. se základním vzorkem respondent nemanipuloval, pouze k němu přiřazoval ostatní vzorky ze sady a porovnával rozdíl mezi nimi pomocí šedé stupnice (obrázek č. 34). Ve všech pěti měřeních byl základní vzorek (standard) totožný a respondent postupoval stejným způsobem. Jednotlivé vzorky byly ze zadní strany označeny pořadovým číslem, tak aby byla zachována přesná posloupnost hodnocených vzorků a možná následná kontrola. Respondent toto označení neviděl, a to z toho důvodu, aby bylo zamezeno zapamatování a označování jednotlivých vzorků vždy stejným hodnocením.

Mezi jednotlivými hodnoceními měl respondent minimálně 24 hodinovou pauzu, a to proto, aby nedošlo ke zkreslení hodnocení a respondent si odpočinul. Celková doba testování byla u každého respondenta individuální a ve všech případech se zkracovala s počtem provedených hodnocení. Minimální doba jednoho hodnocení byla 10 minut a maximální doba jednoho hodnocení byla 53 minut. Pokud byl respondent nositelem dioptrické korekce či korekce kontaktními čočkami, bylo nutné zajistit, aby byla všechna hodnocení prováděna ve stejné korekci, tj. nebylo možné, aby absolvoval hodnocení s rozdílnými pomůckami pro korekci zraku (kontaktní čočky, brýle, ztmavené dioptrické sluneční brýle, atd.).

Používaná šedá stupnice pro hodnocení byla vyrobena firmou SDC Enterprises Limited s certifikátem č. 1219 pro hodnocení barevných rozdílů a splňuje normu ISO 105 A02:1993.



Obrázek č. 34 – Šedá stupnice pro hodnocení barevných rozdílů A02 [30]

Postup měření

1. Dotázání pozorovatele na korekci zraku pomocí dioptrických brýlí či kontaktních čoček. Seznámení pozorovatele s testem, jeho průběhem a následným vyhodnocením. Zatemnění celé místnosti.
2. Respondent si sám přikládá barevné vzorky k základnímu vzorku se kterým v průběhu celého měření nemanipuluje. Po přiložení šedé stupnice k právě hodnoceným vzorkům, hledá respondent takový stupeň na šedé stupnici, který dle něj odpovídá rozdílu mezi těmito dvěma vzorky. Hodnota udávaného stupně je zaznamenána do souboru v počítači. Hodnocený vzorek a standard byly umístěny těsně vedle sebe proto, aby hodnocení nebylo rušeno tzv. "gap" efektem (jsou-li dvě hodnocené plochy dále od sebe, tak mezera mezi nimi má za následek vjem zdánlivě barevné difference i u shodných vzorků) a nevznikal vzhledový rozdíl mezi hodnoceným párem a použitou šedou stupnicí. Jak měření probíhalo je zachyceno na obrázku č. 35.



Obrázek č. 35 – *Subjektivní hodnocení barevných vzorků*

3. Bod dvě tohoto postupu se opakuje pro celou sadu 55 barevných vzorků.
4. Tento postup je opakován pro hodnocení, jak pod simulátorem osvětlení D65, tak pro hodnocení pod simulátorem osvětlení V LED. Mezi jednotlivými

hodnoceními byla dodržována potřebná doba pro přizpůsobení zraku pro dané osvětlení a pro regeneraci očí.

5. Po dokončení všech 5 opakování, byly stupně udávané respondenty přeneseny z testovacího formuláře do jednotlivých souborů, kde probíhalo vyhodnocení.
6. Při vyhodnocování na úrovni pozorovatele byly zjišťovány hodnoty korelačního koeficientu, hodnoty PF/3 faktoru, kritéria špatných posudků a hodnoty STRESS faktoru.
7. Po dokončení hodnocení jednotlivých respondentů byly jimi udávané hodnoty šedé stupnice přepočítány na hodnoty ΔV (vizuálně vnímaná odchylka).

Vizuálně vnímaná barevná odchylka je definovaná

$$dV = -1,078 + 23,56e^{-GS/1,709} \quad (42)$$

GS udává hodnotu stupně šedé stupnice udávané pozorovatelem.

8. Tyto hodnoty ΔV byly použity pro další výpočet celkové vizuálně vnímané odchylky, která byla spočítána pomocí robustního průměru. Čímž byla získaná hodnota dV_{rp} , která je pro celé skupinu pozorovatelů.
9. Na základě rozdělení FM 100 Hue Test byli pozorovatelé rozříděni do skupin Superior a Average.
10. Pro skupinu Superior a Average byla opětovně vypočítána hodnota dV_{rp} .
11. Dále bude hodnocena vnitropozorovatelská a mezipozorovatelská shoda.
12. Následně bylo provedeno testování pomocí F – statistiky. F – statistika slouží jako kritérium rozdílnosti k rozhodnutí o signifikantnosti rozdílu mezi rovnicemi (pozorováními a pozorovateli).

8.5.2 Kritéria pro hodnocení kvality predikčních rovnic

Mezi statistické metody, které byly využity pro hodnocení kvality predikčních rovnic, byl zařazen: korelační koeficient (COQ), performance factor (PF/3), kritérium špatných posudků (WDC), STRESS faktor a rozhodovací kritérium (Sr).

Korelační koeficient

Korelační koeficient udává míru korelovatelnosti neboli lineární závislosti náhodných veličin ΔV (vizuální barevná odchylka) a ΔE (měřená barevná odchylka). Standardním výstupem korelační analýzy je koeficient popisující míru závislosti mezi dvěma veličinami. Korelační koeficienty slouží k vyjádření "těsnosti lineární vazby". Nabývá hodnot od -1 do 1, dle stupně lineární závislosti. Krajních hodnot nabývá v případech, že vztah mezi veličinami má funkční charakter a je vzájemně jednoznačný.

Korelační koeficient r je definován:

$$r(dV_x, dV_{rp}) = \frac{\sum_1^n (dV_x - \overline{dV_x})(dV_{rpx} - \overline{dV_{rp}})}{\sqrt{\sum_1^n (dV_x - \overline{dV_x})^2 \sum_1^n (dV_{rpx} - \overline{dV_{rp}})^2}} \quad (43)$$

kde dV_x je vizuálně vnímaná barevná odchylka pro 1 vzorek při 1 hodnocení, $\overline{dV_x}$ je průměrná vizuálně vnímaná barevná odchylka pro všechny vzorky při 1 hodnocení, dV_{rpx} je robustní průměrná vizuálně vnímaná barevná odchylka pro 1 vzorek, $\overline{dV_{rp}}$ je průměrná robustní průměrná vizuálně vnímaná barevná odchylka vypočítaná ze všech hodnocených vzorků.

Performance faktor

Performance faktor (PF/3 faktor) je index používaný jako ukazatel pro přesnost, opakovatelnost a výkon vzorce pro výpočet barevného rozdílu ve srovnání s vizuálními výsledky. Tato rovnice byla navržena pro minimalizaci problémů spojených s použitím různých statistických metod k posuzování. Performance faktor kombinuje váhové měření jednotlivých hodnot. Vyšší hodnota PF/3 značí horší soulad mezi vizuální a naměřenou hodnotou a znamená nižší predikční schopnost testované rovnice.

PF/3 faktor je definován:

$$PF / 3 = \frac{100}{3} * \left(\gamma + V_{AB} + \frac{CV}{100} \right) \quad (44)$$

kde

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^n (dV_x - f dV_{rpx})^2}}{\overline{dV_x}} * 100$$

$$f = \frac{\sum_1^n dV_x dV_{rpx}}{\sum_1^n dV_{rpx}^2} = F_3$$

$$\log(r) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^n \left[\log\left(\frac{dV_x}{dV_{rpx}}\right) - \log\left(\frac{\overline{dV_x}}{\overline{dV_{rpx}}}\right) \right]^2}$$

$$V_{AB} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_1^n \left[\frac{dV_x - (F dV_{rpx})}{dV_x F dV_{rpx}} \right]^2}$$

$$F = \sqrt{\frac{\sum_1^n \frac{dV_x}{dV_{rpx}}}{\sum_1^n \frac{dV_{rpx}}{dV_x}}}$$

kde dV_x je vizuálně vnímaná barevná odchylka pro 1 vzorek při 1 hodnocení, $\overline{dV_x}$ je průměrná vizuálně vnímaná barevná odchylka pro všechny vzorky při 1 hodnocení, dV_{rpx} je robustní průměrná vizuálně vnímaná barevná odchylka pro 1 vzorek, $\overline{dV_{rpx}}$ je průměrná robustní průměrná vizuálně vnímaná barevná odchylka vypočítaná ze všech hodnocených vzorků, r je korelační koeficient, N je počet hodnocených párů.

Charakteristika STRESS

Charakteristika STRESS (standardizovaný residuální součet čtverců) je poměrně novým statistickým nástrojem pro testování výkonu rovnic barevných rozdílů. Byl vytvořen s cílem analyzovat výkon rovnic, k determinaci statické významnosti a ke zlepšení nově odvozených rovnic. STRESS faktor udává shodu nebo neshodu mezi

hodnoceními. Z toho vyplývá, že čím nižší je hodnota STRESS, tím je shoda mezi hodnoceními lepší.

STRESS je definován:

$$STRESS = 100 \sqrt{\frac{\sum_1^n (dV_x - F_3 dV_{rpx})^2}{\sum_1^n dV_x^2}} \quad (45)$$

kde dV_x je vizuálně vnímaná barevná odchylka pro 1 vzorek při 1 hodnocení, dV_{rpx} je robustní průměrná vizuálně vnímaná barevná odchylka pro 1 vzorek. Hodnota F_3 je použita z předchozí rovnice (38).

Kritérium špatných posudků

Kritérium špatných posudků (WDC) udává procentuální zastoupení posudků rozdílných od vizuálního hodnocení. Pokud při posouzení páru vzorků je čistota vzorků vyšší než 50, je to považováno za vizuální PASS. Vzorky s nižší hodnotou než 50 jsou považovány za FAIL.

Kritérium špatných posudků je definováno:

$$WDC = \frac{100(P_x + F_x)}{N} \quad (46)$$

kde hodnoty P_x a F_x získáme z čtyřpolní kontingenční tabulky, viz. tabulka č. 6. [38]

Tabulka č. 6 – Kontingenční tabulka vizuálních posudků a posudků podle testované rovnice

	PASS podle testované rovnice	FAIL podle testované rovnice	Suma
Vizuaální PASS	P_c	P_x	P
Vizuální FAIL	F_x	F_c	F
Suma	$P_c + F_x$	$P_x + F_c$	N

Rozhodovací kritérium Sr

Rozhodovací kritérium umožňuje statistické posouzení predikčních schopností barevně rozdílných vzorků. Aby bylo možné rozhodnout, jestli je mezi vzorci ΔE_a

a ΔE_b signifikantní rozdíl, jeden z nich musí mít čtvercový poměr korespondujících STRESS hodnot S_a a S_b ve stejně testovaných datech.

$$S_r = \frac{S_a^2}{S_b^2}, S_a > S_b \quad (47)$$

Necht' je F hodnota korespondující s F rozdělením s $n-1$ stupni volnosti (počet testovaných barevných vzorků mínus 1) a požadovaný konfidenční interval je 95%. Jestliže hodnota S_r leží mimo vypočítaný konfidenční interval $[1/F, F]$, získaný z tabulkových hodnot F rozdělení, mezi vzorky respektive pozorování, existuje signifikantní rozdíl.

Vyhodnocení bylo provedeno tímto postupem:

1. Aby bylo možné posoudit signifikantnost či nesignifikantnost dvou barevných vzorků, byl nejprve vypočítán 95% konfidenční interval. Pokud hodnoty leží v tomto intervalu, můžeme vyhodnotit, že mezi hodnocenými vzorky není signifikantní rozdíl. Pokud leží mimo stanovený 95% interval lze prohlásit, že je mezi vzorky signifikantní rozdíl. Totéž platí i pro hodnocení pozorovatelů.
2. Následně došlo k porovnání STRESS hodnot všech hodnocení, skupiny Superior a skupiny Average. A dále bylo testováno, zda je signifikantní rozdíl při použití robustní statistiky či nikoliv. A výsledkem bylo získání hodnot S_r pro jednotlivé rovnice a skupiny.
3. Po získání hodnot S_r pro rovnice a skupiny, jak bylo uvedeno v předchozím kroku, byla zjištěna signifikantnost testovaných rovnic.

8.5.3 Vyhodnocení a diskuze pro simulátor osvětlení

D65

Po zhodnocení sady barevných vzorků všemi 20 pozorovateli byly získány stupně šedé stupnice, které každý pozorovatel udával během hodnocení. Jelikož se jednalo o hodnocení subjektivní, každý pozorovatel hodnotil rozdílně, avšak dle svých nejlepších schopností a možností. Je nutné zmínit, že není důležité, jaký stupeň šedé stupnice pozorovatel označil, ale do jaké míry je či není schopný, opakovat hodnocení

sady barevných vzorků. Faktor, který mohl mít vliv na hodnocení pozorovatelů, byla psychická a fyzická pohoda, únava a denní doba, kdy hodnocení probíhalo, ale zároveň také přístup pozorovatele k důležitosti a celkovému průběhu hodnocení. U všech pozorovatelů bylo dbáno na dostatečný časový rozestup mezi jednotlivými hodnoceními, nejen k regeneraci zraku, ale také k celkovému odpočínutí organismu.

Vnitropozorovatelská shoda

Jedná se o opakovatelnost jednotlivých pozorování každého pozorovatele. Výsledky vnitropozorovatelské shody jsou v tabulkách č. 18 – 37 v příloze P1 této práce. Tabulka č. 7 zaznamenává charakteristiky a opakovatelnost jednotlivých měření respondenta č. 1. Tato tabulka je shodná s tabulkou č. 18 zařazenou v příloze P1.

Tabulka č. 7 - Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5
COQ	0,55	0,86	0,86	0,93	0,87
WDC	36,21	18,97	12,07	25,86	39,66
PF/3	78,82	51,26	40,98	30,70	40,53
STRESS	50,96	32,68	31,57	23,36	33,70

Dle hodnot zaznamenaných v tabulce č. 7 je patrný proces učení respondenta, kde hodnoty korelačního koeficientu (COQ) mají vzestupnou tendenci. Výjimkou je páté hodnocení. Tento jev nastává vlivem, jak psychické i fyzické únavy, tak zvýšenou nepozorností respondenta.

K ověření věrohodnosti respondentů a lepší statistickému věrohodnosti dat, bylo zvoleno 5 opakování každého hodnocení sady barevných vzorků.

K hodnocení byli vybráni naivní respondenti, bez předešlé zkušenosti s hodnocením barevnosti.

Mezipozorovatelská shoda

Mezipozorovatelská shoda vypovídá o tom, zda se jednotlivý pozorovatelé ve skupině shodují svým hodnocením. V tabulce č. 8 je na ukázkou zaznamenána mezipozorovatelská shoda pro prvních 5 pozorovatelů. V příloze P2 je v tabulce č. 38 zaznamenána kompletní mezipozorovatelská shoda. Data byla zpracována pomocí programu Statistika.

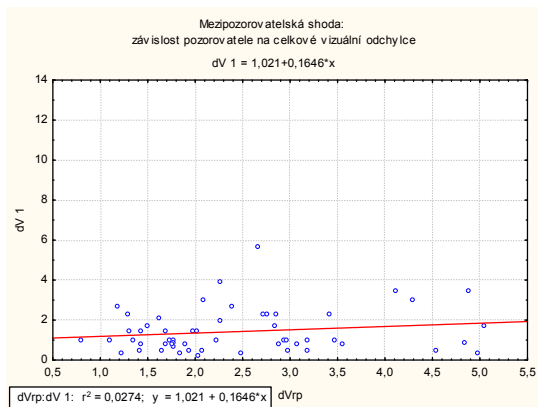
Tabulka č. 8 – Mezipozorovatelská shoda pro prvních 5 pozorovatelů pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5
COQ	0,17	0,71	0,91	0,38	0,54
WDC	65,45	38,18	23,64	65,45	5,45
PF/3	97,15	87,84	37,79	114,34	47,60
STRESS	63,54	49,73	30,60	62,08	38,77

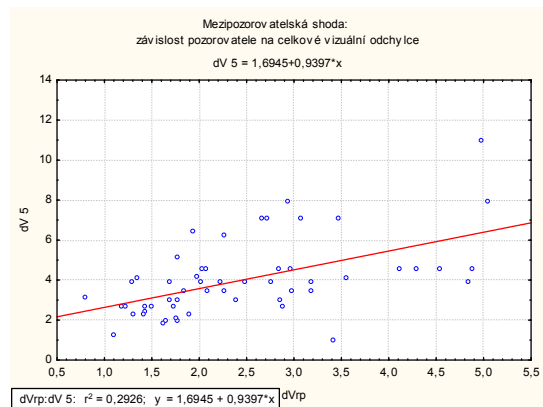
Na základě vyhodnocených výsledků z tabulky č. 38, umístěné v příloze P2, je patné, že respondent č. 1 je dle výsledků korelačního koeficientu (COQ) a charakteristiky STRESS pro hodnocení nevěrohodný. Hodnoty korelačního koeficientu mají velmi nízkou hodnotu (0,17) a ukazují na nízkou lineární vazbu mezi ΔV a ΔV_{rp} , kde ΔV je respondentovo průměrné hodnocení a ΔV_{rp} je robustní průměrná vizuální odchylka. Podobných výsledků dosahuje také respondent č. 6. STRESS charakteristika naopak vykazuje hodnoty příliš vysoké (63,45), které podporují domněnku o respondentově nevěrohodnosti.

Naopak respondent č. 3 vykazuje nejvyšších hodnot korelačního koeficientu (0,91), ale jeho vyhodnocení faktoru STRESS je poměrně vysoké (30,60). Můžeme ho považovat za poměrně věrohodného respondenta. Nejlepších výsledků dosahuje respondent č. 14, jehož hodnota korelačního koeficientu (0,91) je stejná, jako u respondenta č. 3, ale výsledná hodnota STRESS faktoru (19,26) je nejnižší dosaženou hodnotou mezi všemi pozorovateli. Na základě těchto výsledků je respondent č. 14 vyhodnocen jako nejvěrohodnější respondent.

Na následujících grafech jsou zakresleny závislosti ΔV^* na ΔE^* pro respondenty č. 1, 3, 6 a 14. V příloze P3 jsou zaznamenány grafy závislostí ΔV^* na ΔE^* všech respondentů pod simulátorem osvětlení D65.



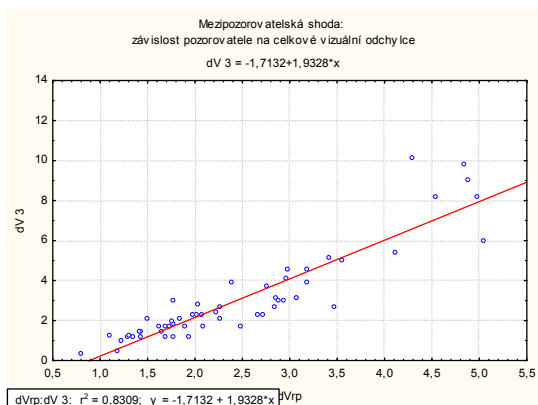
Obrázek č. 36 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



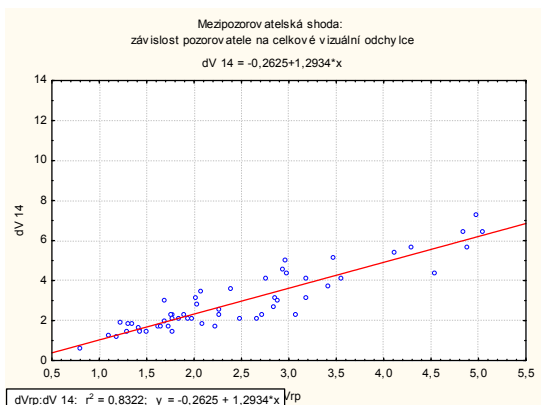
Obrázek č. 37 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED

Na obrázku č. 36 je zobrazen graf závislosti ΔV^* na ΔV_{rp} respondenta č. 1, který byl považován na základě hodnot korelačního koeficientu a charakteristiky STRESS jako pozorovatel nevěrohodný. Tuto domněnku následující graf potvrzuje, jelikož hodnota korelačního koeficientu vykazuje na 17% závislost dat.

Na obrázku č. 37 je zobrazen graf závislosti ΔV^* na ΔV_{rp} respondenta č. 6, který byl také považován na základě hodnot z tabulky č. 29 za nevěrohodného ve svém hodnocení. Tuto domněnku následující graf potvrzuje, jelikož hodnota korelačního koeficientu ukazuje na 16% závislost dat.



Obrázek č. 38 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



Obrázek č. 39 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED

Respondent č. 3 byl na základě vyhodnocených charakteristik považován za věrohodného, závislost ΔV^* na ΔV_{rp} vykreslená v grafu na obrázku č. 38 toto označení potvrzuje. Hodnota korelačního koeficientu vykazuje 91% závislost sledovaných dat.

Za nejvěrohodnějšího pozorovatele byl označen respondent č. 14, který prokázal výbornou schopnost shody svých pozorování. Domněnku o jeho kvalitách potvrzuje i graf závislosti ΔV^* na ΔV_{rp} , který je vykreslen na obrázku č. 39. Hodnota korelačního koeficientu ukazuje na 91% závislost testovaných dat.

Predikční schopnosti rovnic pro simulátor osvětlení D65

Vyhodnocení výsledků dle predikčních schopností rovnic bylo hodnoceno z dvou hledisek. Prvním hlediskem je hodnocení dle kritéria Sr a druhým hlediskem je vyhodnocení rovnic dle charakteristik: korelačního koeficientu, kritéria špatných posudků, PF/3 faktoru a STRESS faktoru.

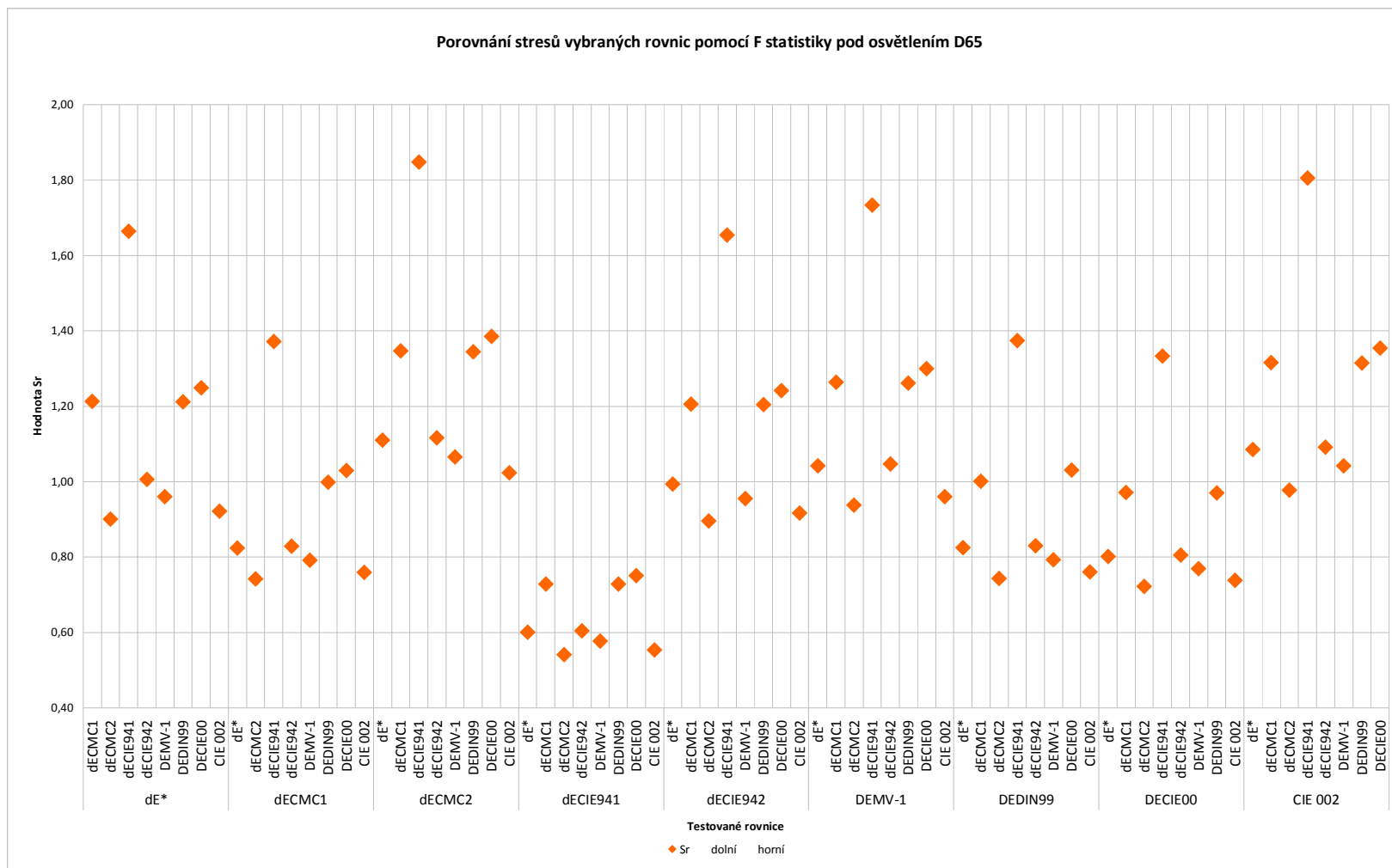
Nejprve byla predikční schopnost rovnic vyhodnocována dle Sr faktoru. Dle předem vypočítaného 95% intervalu spolehlivosti, usuzujeme, zda mezi rovnicemi je, či není signifikantní rozdíl. V našem případě je 95% interval spolehlivosti vypočítaný jako: [0,69;1,54]. Pokud výsledné hodnoty spadají do intervalu, usuzujeme, že mezi jednotlivými rovnicemi není významný rozdíl. Pokud jsou výsledné hodnoty mimo interval, usuzujeme, že mezi rovnicemi významný rozdíl je.

Výsledky jednotlivých rovnic dle charakteristiky Sr jsou zaznamenány v tabulce č. 9. Červenou barvou jsou zaznamenány hodnoty, které leží mimo zadaný interval a považujeme, že mezi rovnicemi je signifikantní rozdíl. Modrá barva znázorňuje hodnoty, které jsou uvnitř intervalu a považujeme, že rozdíl mezi rovnicemi není významný. Na obrázku č. 40 je vykreslen graf, kde jsou porovnávány stresy vybraných rovnic dle F statistiky pod osvětlením D65.

Tabulka č. 9 – Vyhodnocení rovnic dle charakteristiky Sr pod simulátorem osvětlení D65

	ΔE^* CIELAB	ΔE CMC 1	ΔE CMC 2	ΔE CIE94 1	ΔE CIE94 2	ΔE VMV -1	ΔE CIE00 1	ΔE CIE00 2	DIN9 9
ΔE^* CIELAB		0,82	1,11	0,60	0,99	1,04	0,80	1,08	0,83
ΔE CMC1	1,21		1,35	0,73	1,21	1,26	0,97	1,32	1,00
ΔE CMC2	0,90	0,74		0,54	0,90	0,94	0,72	0,98	0,74

ΔE CIE941	<i>1,66</i>	<i>1,37</i>	<i>1,85</i>		<i>1,65</i>	<i>1,73</i>	<i>1,33</i>	<i>1,81</i>	<i>1,37</i>
ΔE CIE942	<i>1,01</i>	<i>0,83</i>	<i>1,12</i>	<i>0,60</i>		<i>0,88</i>	<i>0,81</i>	<i>1,09</i>	<i>0,83</i>
ΔE VMV-1	<i>0,96</i>	<i>0,79</i>	<i>1,07</i>	<i>0,58</i>	<i>0,95</i>		<i>0,77</i>	<i>1,04</i>	<i>0,79</i>
ΔE CIE001	<i>1,25</i>	<i>1,03</i>	<i>1,39</i>	<i>0,75</i>	<i>1,24</i>	<i>1,30</i>		<i>1,35</i>	<i>1,03</i>
ΔE CIE002	<i>0,92</i>	<i>0,76</i>	<i>1,02</i>	<i>0,55</i>	<i>0,92</i>	<i>0,96</i>	<i>0,74</i>		<i>0,76</i>
DIN99	<i>1,21</i>	<i>1,00</i>	<i>1,34</i>	<i>0,73</i>	<i>1,20</i>	<i>1,26</i>	<i>0,97</i>	<i>1,31</i>	



Obrázek č. 40 – Graf porovnání stresů jednotlivých rovnic pomocí F statistiky pod simulátorem osvětlení D65

Dle výsledných hodnot z tabulky č. 9 je patrné, že rovnice CIE 94 1 dosahuje v porovnání s výsledky ostatních hodnocených rovnic největších rozdílů ve vyhodnocení. Mimo námi vypočítaný 95% interval spolehlivosti [0,69;1,54], se dostává rovnice CIE 94 1 v porovnání s následujícími rovnicemi: CIELAB, CMC 2, CIE 94 2, MV-1 a CIE 00 2. Vyplývá tedy, že mezi rovnicemi je významný rozdíl, je proto nutné, abychom tyto výsledky zohlednili v dalším testování rovnic.

V porovnání ostatních rovnic nedochází k tomu, aby hodnoty nespádaly do námi vypočítaného 95% intervalu spolehlivosti [0,69;1,54]. Lze tedy vyvodit, že mezi nimi signifikantní rozdíl není.

Druhým hlediskem pro vyhodnocení rovnic je dle charakteristik: korelačního koeficientu, kritéria špatných posudků, PF/3 faktoru a STRESS faktoru. V příloze P4 jsou zaznamenány grafy všech testovaných rovnic pod osvětlením D65. V tabulce č. 10 jsou zaznamenány výsledky predikčních schopností rovnic, které jsou hodnocené dle výše uvedených charakteristik. Červenou barvou jsou označeny nejnižší hodnoty a modrou barvou jsou označeny hodnoty nejvyšší.

Tabulka č. 10 – Vyhodnocení predikční schopností rovnic dle testovaných charakteristik pod simulátorem osvětlení D65

<i>Criterion</i>	ΔE^*	ΔE CMC 1	ΔE CMC 2	ΔE CIE 941	ΔE CIE 942	ΔE MV-1	ΔE DIN 99	ΔE CIE 00	ΔE CIE 002
<i>COQ</i>	0,75	0,76	0,80	0,70	0,80	0,82	0,78	0,75	0,56
<i>WDC</i>	7,20	36,36	47,27	29,09	45,45	52,73	49,09	30,91	14,55
<i>PF/3</i>	41,12	41,12	39,60	59,03	44,16	42,99	49,64	51,70	56,21
<i>STRESS</i>	28,76	28,76	27,30	37,10	28,85	28,18	30,75	32,95	40,11

Dle výsledných hodnot z tabulky je patrné, že na základě hodnocení korelačního (COQ) koeficientu dosahuje rovnice MV-1 nejvyšších výsledků (0,82). Naopak rovnice CIE 00 2 dle charakteristiky korelačního koeficientu vykazuje nejnižší lineární závislost (0,56).

Nejlepších výsledků mezi testovanými rovnicemi dle kritéria špatných odhadů (WDC) dosahuje rovnice MV-1 (52,73), nejhorsích výsledků dosahuje rovnice CIELAB, která vykazuje nejnižší hodnotu (7,20).

Nejvyšší hodnoty performance faktoru (PF/3) bylo dosaženo rovnicí CMC 2 (39,60) a nejnižší a nejlepší hodnoty bylo dosaženo rovnicí CIE 94 1.

Dle charakteristiky STRESS faktoru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty rovnicí CMC 2 (27,30) a nejnižší hodnoty bylo dosaženo rovnicí CIE 00 2 (40,11).

Po vyhodnocení charakteristik všech testovaných rovnic, lze usoudit, že nejvyšší predikční schopnosti dosahují rovnice CMC 2 a MV-1. Rovnice CMC 2 získala nejlepší výsledné hodnoty u performance faktoru (PF/3) a STRESS faktoru. Na základě vyhodnocení byla jako rovnice s nejnižší predikční schopností zvolena rovnice CIE 00 2, která získala nejhorší výsledky u korelačního koeficientu (COQ) a STRESS faktoru.

V příloze P4 jsou uvedeny grafy závislostí jednotlivých rovnic.

Na obrázku č. 37 je vyobrazen graf závislosti ΔV^* (vizuální odchylky) na ΔE^* (odchylce měřené). Z grafu je patrné, že závislost dat je poměrně vysoká. Korelační koeficient tohoto grafu vychází přibližně 75%.

8.5.4 Vyhodnocení a diskuze pro simulátor osvětlení V LED

Všech 20 pozorovatelů hodnotilo sadu barevných vzorků a stejným způsobem, jako v předešlé kapitole, byly získány stupně šedé stupnice, které každý pozorovatel udával během hodnocení.

Pozorovatelé opět hodnotili individuálně, avšak dle svých nejlepších schopností a možností. I v tomto případě, kdy došlo ke změně osvětlení, není důležité, jaký stupeň šedé stupnice pozorovatel označil, ale do jaké míry je či není schopný, opakovat hodnocení sady barevných vzorků.

Tak jako v předešlém hodnocení sady barevných vzorků, je zde nutné akceptovat faktor psychické a fyzické pohody, únavy a doby, kdy hodnocení probíhalo. U všech pozorovatelů bylo dbáno na dostatečný časový rozestup mezi jednotlivými hodnoceními, nejen k regeneraci zraku, ale také k celkovému odpočinku organismu.

Vnitropozorovatelská shoda

Vnitropozorovatelská shoda sleduje, jaká je opakovatelnost respondentova hodnocení. Kompletní výsledky všech hodnocení celé skupiny 20 pozorovatelů jsou zaznamenány v příloze P3 v tabulkách č. 32 – 51. V tabulce č.11 jsou zaznamenány charakteristiky a opakovatelnost jednotlivých měření respondenta č. 2 pod osvětlením

V LED. Tato tabulka je shodná s tabulkou č. 40 zařazenou v příloze P5, kde jsou také zaznamenány hodnoty všech pozorovatelů pod simulátorem osvětlení V LED.

Tabulka č. 11 - Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 2 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5
COQ	0,45	0,52	0,59	0,63	0,73
WDC	0,31	0,10	0,28	0,23	0,37
PF/3	20,00	23,64	21,82	25,45	25,45
STRESS	35,11	10,11	32,98	28,72	49,47

Dle výsledků korelačního koeficientu (COQ) je zřejmé, že u respondenta č. 2 proběhl proces učení, jelikož korelační koeficient má vzestupnou tendenci. Při prvním hodnocení byla hodnota korelačního koeficientu (0,45) a při pátém měření dosáhla hodnota korelačního koeficientu (0,73).

Hodnocení probíhalo stejným způsobem jako hodnocení pod osvětlením D65, bylo provedeno opět 5 hodnocení, které slouží k lepší statistické věrohodnosti dat. Jelikož byla použita stejná skupina pozorovatelů jako v hodnocení pod osvětlením D65, jedná se stále o naivní pozorovatele, vzhledem k tomu, že jejich jediná zkušenost byla právě s hodnocením sady barevných vzorků pod osvětlením D65.

Hodnocení sady barevných vzorků bylo provedeno s dostatečným časovým odstupem po hodnocení sady barevných vzorků pod osvětlením D65, tak aby byla zabezpečena dostatečná doba k regeneraci zraku.

Mezipozorovatelská shoda

Mezipozorovatelská shoda vyhodnocuje, zda se jednotlivý pozorovatelé ve skupině shodují svým hodnocením. V tabulce č. 12 je na ukázkou zaznamenána mezipozorovatelská shoda pro prvních 5 pozorovatelů. V příloze P6 je v tabulce č. 59 zaznamenána kompletní mezipozorovatelská shoda všech 20 pozorovatelů pod simulátorem osvětlení V LED. Data byla zpracována pomocí programu Statistika.

Tabulka č. 12 – Mezipozorovatelská shoda pro respondenty č. 8 - 12 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	8	9	10	11	12
COQ	-0,05	0,15	0,04	0,20	0,40
WDC	63,64	23,64	58,18	25,45	56,36
PF/3	152,12	117,82	139,59	89,92	59,76
STRESS	84,73	65,53	75,65	61,04	46,43

Na základě vyhodnocených výsledků z tabulky č. 59, umístěné v příloze P6, je patné, že respondent č. 8 je dle výsledků korelačního koeficientu (COQ) a charakteristiky STRESS pro hodnocení velmi nevěrohodný. Hodnoty korelačního koeficientu mají nízkou hodnotu (-0,05) a ukazují na velmi nízkou lineární vazbu mezi ΔV a ΔV_{rp} , kde ΔV je respondentovo průměrné hodnocení a ΔV_{rp} je robustní průměrná vizuální odchylka. Ještě nižších hodnot korelačního koeficientu (COQ) dosahuje respondent č. 6 (-0,17), toto jsou zároveň nejnižší hodnoty korelačního koeficientu v celém hodnocení. STRESS charakteristika u respondenta č. 8 vykazuje hodnoty velmi vysoké (84,73), které podporují domněnku o respondentově nevěrohodnosti.

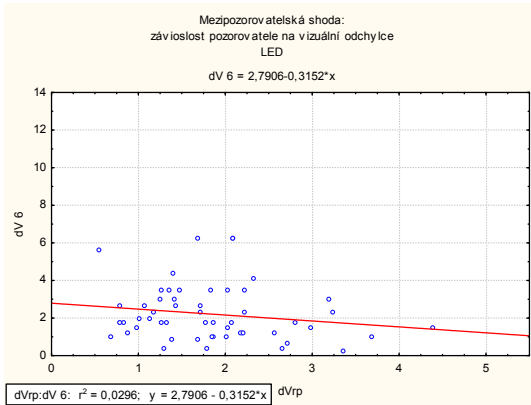
Nejvyšších hodnot korelačního koeficientu (0,40) dosahuje respondent č. 12, který má zároveň nejnižší vyhodnocení faktoru STRESS (46,43). Na základě výsledků těchto dvou charakteristik ho můžeme považovat za nevěrohodnějšího respondenta.

Ostatní pozorovatele je poměrně těžké selektovat, jelikož jejich hodnoty korelačního koeficientu (COQ) a STRESS faktoru jsou v nepoměru. Například pozorovatel č. 14, jehož vyhodnocení korelačního koeficientu je jedno z nejvyšších (0,42) a vykazuje dobrou lineární vazbu mezi ΔV a ΔV_{rp} , ale jeho vyhodnocení STRESS faktoru je velmi vysoké (61,75) a díky tomu je považován za nevěrohodného respondenta.

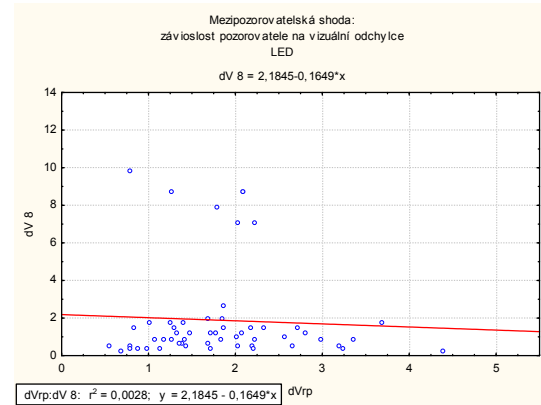
Na následujících grafech jsou zakresleny závislosti ΔV^* na ΔV_{rp}^* pro respondenty č. 6, 8, 12 a 14. V příloze P7 jsou zaznamenány grafy závislostí ΔV^* na ΔV_{rp} všech respondentů pod simulátorem osvětlení V LED.

Respondent č. 6, jehož graf je zakreslen na obrázku č. 41 byl považován za nevěrohodného, tato domněnka není pomocí grafu závislosti ΔV^* na ΔV_{rp} potvrzena. Jeho korelační koeficient je ukazuje na téměř 40% závislost dat. Jelikož se nejedná o nejnižší prokázanou hodnotu závislosti dat, nebudeme ho dále posuzovat jako nevěrohodného respondenta.

Stejně, jako respondent č. 6, tak i respondent č. 8 byl na základě hodnocených charakteristik považován za nevěrohodného, ale i v tomto případě, je nám pomocí grafu na obrázku č.42 tato domněnka vyvrácena. Korelační koeficient ukazuje na téměř 60% závislost testovaných dat.

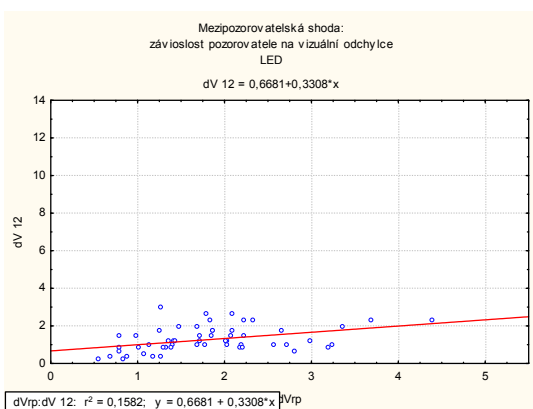


Obrázek č. 41 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 6 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED

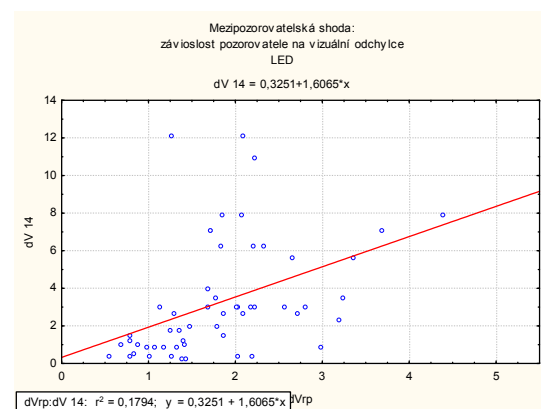


Obrázek č. 42 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED

Pozorovatelé č. 12 a 14 byli považováni na základě hodnocených charakteristik za věrohodné. Pomocí grafů na obrázcích č. 43 a 44 je naše označení věrohodnosti potvrzeno. Respondent č. 12 vykazuje 86% závislost dat a respondent č. 14 vykazuje téměř 82% závislost testovaných dat.



Obrázek č. 43 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 12 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



Obrázek č. 44 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 14 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED

Predikční schopnosti rovnic pro simulátor osvětlení V LED

Vyhodnocení výsledků dle predikčních schopností rovnic pod simulátorem osvětlení V LED bylo provedeno stejným způsobem, tak jako vyhodnocení predikčních schopností rovnic pod simulátorem osvětlení D65 v kapitole 8.5.3.

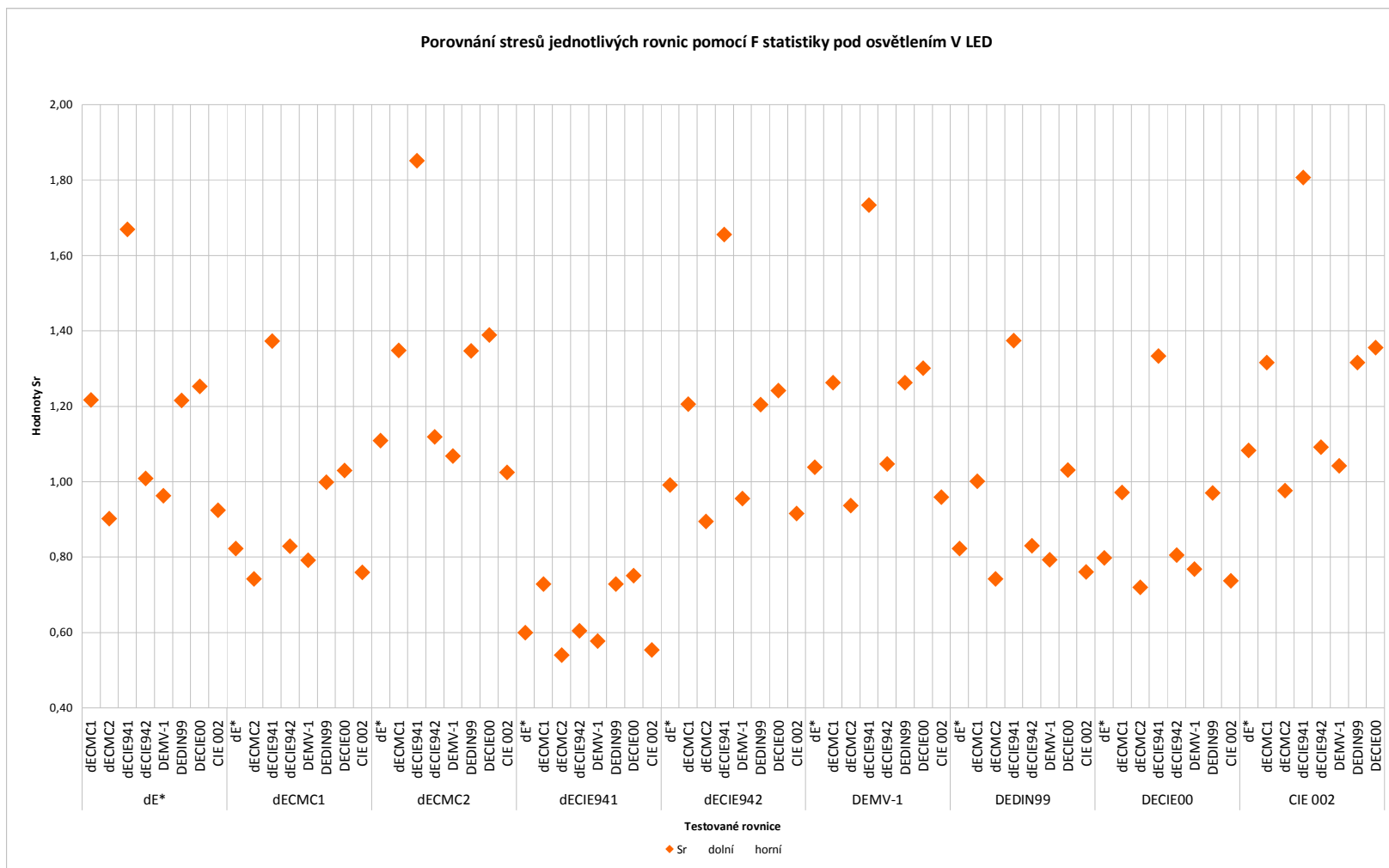
Predikční schopnosti rovnic byly hodnoceny dle dvou hledisek. Prvním hlediskem je hodnocení dle kritéria Sr a druhým hlediskem je vyhodnocení rovnic dle charakteristik: korelačního koeficientu, kritéria špatných posudků, PF/3 faktoru a STRESS faktoru.

V prvním kroku byla predikční schopnost rovnic vyhodnocována dle Sr faktoru. Dle předem vypočítaného 95% intervalu spolehlivosti, usuzujeme, zda mezi rovnicemi je, či není signifikantní rozdíl. V našem případě je 95% interval spolehlivosti [0,69;1,54]. Pokud výsledné hodnoty spadají do intervalu, usuzujeme, že mezi jednotlivými rovnicemi není signifikantní rozdíl. Pokud jsou výsledné hodnoty mimo interval, usuzujeme, že mezi rovnicemi signifikantní rozdíl je.

Výsledné hodnoty jednotlivých rovnic dle charakteristiky Sr jsou zaznamenány v tabulce č. 13. Červenou barvou jsou zaznamenány hodnoty, které leží mimo námi zadaný interval a usuzujeme, že mezi rovnicemi je významný rozdíl. Modrá barva znázorňuje hodnoty, které jsou uvnitř intervalu a usuzujeme, že rozdíl mezi rovnicemi není významný. Na obrázku č. 45 je vykreslen graf , kde jsou porovnávány stresy vybraných rovnic dle F statistiky pod simulátorem osvětlení V LED.

Tabulka č. 13 – Vyhodnocení rovnic dle charakteristiky Sr pod simulátorem osvětlení VLED

	ΔE^* CIELAB	ΔE CMC1	ΔE CMC2	ΔE CIE941	ΔE CIE942	ΔE MV-1	ΔE CIE001	ΔE CIE002	<i>DIN99</i>
ΔE^* CIELAB		0,82	1,11	0,60	0,99	1,04	0,80	1,08	0,82
ΔE CMC1	1,22		1,35	0,73	1,21	1,26	0,97	1,32	1,00
ΔE CMC2	0,90	0,74		0,54	0,89	0,94	0,72	0,98	0,74
ΔE CIE941	1,67	1,37	1,85		1,66	1,73	1,33	1,81	1,37
ΔE CIE942	1,01	0,83	1,12	0,60		0,88	0,81	1,09	0,83
ΔE VMV- 1	0,96	0,79	1,07	0,58	0,95		0,77	1,04	0,79
ΔE CIE00111	1,25	1,03	1,39	0,75	1,24	1,30		1,36	1,03
ΔE CIE00211	0,92	0,76	1,02	0,55	0,92	0,96	0,74		0,76
<i>DIN99</i>	1,22	1,00	1,35	0,73	1,20	1,26	0,97	1,32	



Obrázek č. 45 – Graf porovnání stresů jednotlivých rovnic pomocí F statistiky pod simulátorem osvětlení V LED

Dle výsledných hodnot z tabulky č. 13 je patrné, že rovnice CIE 94 1 dosahuje v porovnání s výsledky ostatních hodnocených rovnic největších rozdílů ve vyhodnocení. Mimo námi vypočítaný 95% interval spolehlivosti [0,69;1,54], se dostává rovnice CIE 94 1 v porovnání s následujícími rovnicemi: CIELAB, CMC 2, CIE 94 2, MV-1 a CIE 00 2. Z těchto výsledků vyplývá, že mezi rovnicemi je signifikantní rozdíl, je proto nutné, abychom tyto výsledky zohlednili v dalším testování rovnic.

Z výsledků je patrné, že vždy, když porovnááme rovnici CIE 94 1 s ostatními testovanými rovnicemi (CIELAB, CMC 2, CIE 94 2, MV-1 a CIE 00 2) nebo tyto testované rovnice vůči rovnici CIE 94 1, výsledné hodnoty leží mimo námi zadaný 95% interval spolehlivosti [0,69;1,54] a je prokázána nesignifikantnost porovnávaných rovnic.

Druhým hlediskem pro vyhodnocení rovnic je dle charakteristik: korelačního koeficientu, kritéria špatných posudků, PF/3 faktoru a STRESS faktoru. V tabulce č. 14 jsou uvedeny výsledky predikčních schopností rovnic, které jsou hodnocené dle výše uvedených charakteristik pod simulátorem osvětlení V LED. Modrou barvou jsou označeny hodnoty, které považujeme za nejvyšší a červenou jsou označeny hodnoty, které považujeme nejnižší. V příloze P8 jsou zaznamenány grafy všech testovaných rovnic.

Tabulka č. 14 – Vyhodnocení predikční schopností rovnic dle testovaných charakteristik pod simulátorem osvětlení V LED

<i>Criterion</i>	ΔE^*	ΔE <i>CMC1</i>	ΔE <i>CMC2</i>	ΔE <i>CIE941</i>	ΔE <i>CIE942</i>	ΔE <i>MV-1</i>	ΔE <i>DIN99</i>	ΔE <i>CIE001</i>	ΔE <i>CIE002</i>
<i>COQ</i>	0,76	0,75	0,80	0,70	0,80	0,82	0,77	0,76	0,82
<i>WDC</i>	7,27	38,18	47,27	29,09	45,45	52,73	41,82	45,45	60,00
<i>PF/3</i>	41,08	47,27	39,59	59,05	44,20	43,04	49,36	49,39	40,71
<i>STRESS</i>	28,70	31,66	27,26	37,09	28,83	28,17	31,64	32,93	32,13

Dle hodnot z tabulky č. 14 dosahují nejvyšší hodnoty korelačního koeficientu (COQ) rovnice CMC 2 (0,82) a CIE 00 2 (0,82) a vykazují tak nejvyšší lineární vazbu mezi ΔV a ΔV_{rp} . Nejnižší hodnoty (0,70) dosahuje rovnice CIE 94 1.

Nejvyšší hodnoty (60,00) při hodnocení kritéria špatných posudků (WDC) dosáhla rovnice CIE 002 a udává tak, že 60% posudků je shodných s vizuálním hodnocením vzorků. Nejnižší hodnoty dosáhla rovnice CIELAB, která vykázala hodnotu (7,27).

Dle charakteristiky STRESS faktoru bylo dosaženo nejvyšší hodnoty rovnicí CMC 2 (27,26) a nejnižší hodnoty bylo dosaženo rovnicí CIE 94 1 (37,09).

Po vyhodnocení charakteristik všech testovaných rovnic, lze usoudit, že nejvyšší predikční schopnosti dosahují rovnice CMC 2 a CIE 00 2. Rovnice CMC 2 získala nejlepší výsledné hodnoty u performance faktoru (PF/3) a STRESS faktoru. Na základě vyhodnocení, kde dosáhla nejhorsích výsledků ve 3 hodnocených charakteristikách (COQ, PF/3, STRESS), byla jako rovnice s nejnižší predikční schopností zvolena rovnice CIE 94 2, která získala nejhorsí výsledky u korelačního koeficientu (COQ) a kritéria špatných odhadů (WDC).

9. Porovnání predikčních schopností rovnic pod simulátory osvětlení D65 a V LED

Tabulka č. 15 – Porovnání stresů jednotlivých rovnic dle F statistiky pod simulátory osvětlení D65 a V LED

	<i>LED</i>	ΔE^*	ΔE <i>CMC1</i>	ΔE <i>CMC2</i>	ΔE <i>CIE941</i>	ΔE <i>CIE942</i>	ΔE <i>MV-1</i>	ΔE <i>DIN99</i>	ΔE <i>CIE00</i>	ΔE <i>CIE002</i>
<i>D65</i>	<i>STRESS</i>	28,70	31,66	27,26	37,09	28,83	28,17	31,64	32,13	27,59
ΔE^*	28,76	1,00	0,83	1,11	0,60	1,00	1,04	0,83	0,80	1,09
ΔE <i>CMC1</i>	31,68	1,22	1,00	1,35	0,73	1,21	1,26	1,00	0,97	1,32
ΔE <i>CMC2</i>	27,30	0,90	0,74	1,00	0,54	0,90	0,94	0,74	0,72	0,98
ΔE <i>CIE941</i>	37,10	1,67	1,37	1,85	1,00	1,66	1,74	1,37	1,33	1,81
ΔE <i>CIE942</i>	28,85	1,01	0,83	1,12	0,60	1,00	1,05	0,83	0,81	1,09
ΔE <i>MV-1</i>	28,18	0,96	0,79	1,07	0,58	0,96	1,00	0,79	0,77	1,04
ΔE <i>DIN99</i>	31,66	1,22	1,00	1,35	0,73	1,21	1,26	1,00	0,97	1,32
ΔE <i>CIE00</i>	32,14	1,25	1,03	1,39	0,75	1,24	1,30	1,03	1,00	1,36
ΔE <i>CIE002</i>	27,61	0,93	0,76	1,03	0,55	0,92	0,96	0,76	0,74	1,00

V tabulce č. 15 jsou zaznamenány hodnoty získané testováním F statistikou pod simulátory osvětlení D65 a V LED. Červenou barvou jsou označeny hodnoty Sr, které nespádají do námi vypočítaného 95% intervalu spolehlivosti, který v našem případě:

[0,69;1,54]. Jak je patrné z vyhodnocených dat, rovnice CIE 94 1 testovaná pod osvětlením D65 společně s rovnicí CIE 94 1, která byla testovaná pod osvětlením V LED vykazuje významné rozdíly. V případě porovnávání ostatních testovaných rovnic pod simulátorem osvětlení D65 a simulátorem osvětlení V LED nebyly zjištěny žádné významné rozdíly.

Na obrázku č. 46 je vykreslen graf, kde jsou jednotlivé testované rovnice dle F statistiky pod simulátory osvětlení D65 a V LED porovnávány.

V následující tabulce č. 16 a č. 17 je zaznamenáno vyhodnocení predikčních schopností rovnic pod simulátory osvětlení D65 a V LED. Červenou barvou jsou zaznamenány nejnižší dosažené hodnoty a modrou barvou jsou zaznamenány nejvyšší dosažené hodnoty.

Tabulka č. 16 – Vyhodnocení predikčních schopností rovnic pod simulátorem osvětlení D65

<i>Criterion</i>	ΔE^*	ΔE CMC 1	ΔE CMC 2	ΔE CIE 941	ΔE CIE 942	ΔE MV-1	ΔE DIN 99	ΔE CIE 001	ΔE CIE 002
COQ	0,75	0,76	0,80	0,70	0,80	0,82	0,78	0,75	0,56
WDC	7,20	36,36	47,27	29,09	45,45	52,73	49,09	30,91	14,55
PF/3	41,12	41,12	39,60	59,03	44,16	42,99	49,64	51,70	56,21
STRESS	28,76	28,76	27,30	37,10	28,85	28,18	30,75	32,95	40,11

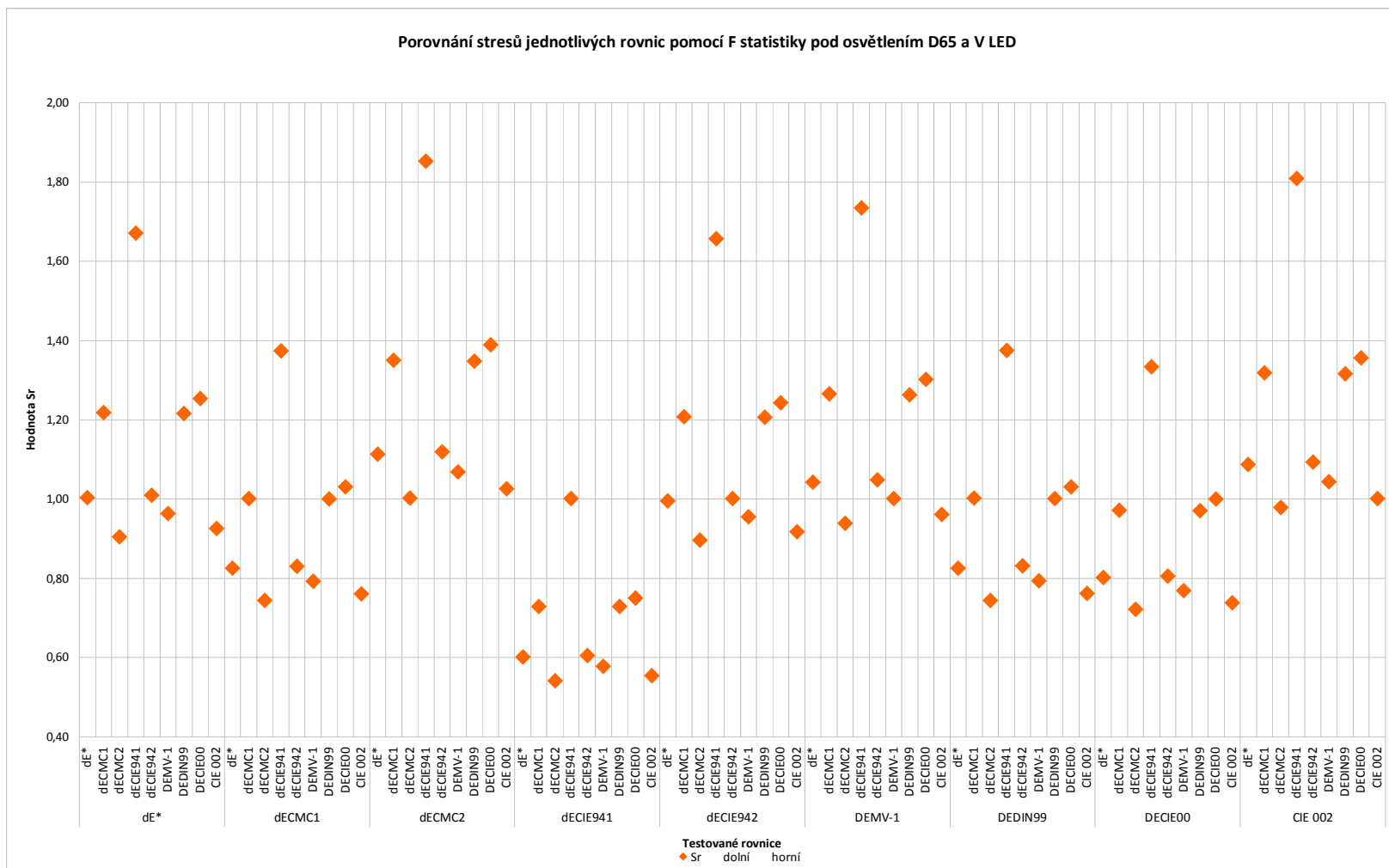
Tabulka č. 17 – Vyhodnocení predikční schopnosti rovnic pod simulátorem osvětlení V LED

<i>Criterion</i>	ΔE^*	ΔE CMC 1	ΔE CMC 2	ΔE CIE 941	ΔE CIE 942	ΔE MV-1	ΔE DIN 99	ΔE CIE 001	ΔE CIE 002
COQ	0,76	0,75	0,80	0,70	0,80	0,82	0,77	0,76	0,82
WDC	7,27	38,18	47,27	29,09	45,45	52,73	41,82	45,45	60,00
PF/3	41,08	47,27	39,59	59,05	44,20	43,04	49,36	49,39	40,71
STRESS	28,70	31,66	27,26	37,09	28,83	28,17	31,64	32,93	32,13

Pod simulátorem osvětlení D65 byly označeny rovnice CMC 2 a MV – 1 jako rovnice s nejvyšší predikční schopností, na základě hodnot z vyhodnocených charakteristik (tabulka č. 15). I v případě testování pod simulátorem osvětlení V LED (tabulka č. 16) byla rovnice CMC 2 označena jako rovnice s nejvyšší predikční schopností. Je to důkaz toho, že rovnice CMC 2 upravená pro textilní materiál vykazuje nejlepší výsledky, pro zvolené osvětlení a zvolený textilní materiál.

Pod simulátorem osvětlení V LED byla mimo rovnici CMC 2, jako rovnice s nejvyšší predikční schopností zvolena rovnice i CIE 00 2, která také dosáhla nejlepších výsledků ve dvou testovaných charakteristikách (COQ, WDC). Avšak, pod simulátorem osvětlení D65 byla zvolena tato rovnice jako rovnice s nejnižší predikční schopností. V tomto případě lze vidět, že jednou z možných příčin rozdílných výsledků rovnice CIE 00 2 je použití dvou různých typů osvětlení, viz obrázek č.13, které mají různou teplotou chromatičnosti.

Pod simulátorem osvětlení V LED byla jako rovnice s nejnižší predikční schopností rovnice CIE 94 1.



Obrázek č. 46 – Graf porovnání stresů jednotlivých rovnic pomocí F statistiky pod simulátory osvětlení D65 a V LED

10. Závěr

Cílem diplomové práce na téma: Studie malých barevných diferencí žlutého centra s vysokou čistotou odstínu, bylo individuální hodnocení sady barevných vzorků skupinou pozorovatelů a vyhodnocení vizuální odchylky. Dále bylo cílem porovnání predikčních schopností rovnic (CIELAB, CMC(1:c), CIE 1994, CIE 2000, DIN 99 a MV-1) pod simulátorem osvětlení D65.

Jako rozumné se během zpracování diplomové práce ukázalo porovnat testované vzorky a rovnice také pod simulátorem osvětlení V LED. Simulátor osvětlení V LED je novým nastupujícím osvětlením a v porovnání se simulátorem osvětlení D65 se jedná o dva naprosto rozdílné simulátory osvětlení. Simulátor osvětlení D65 dosahuje intenzity osvětlení 1520 luxů a simulátor osvětlení V LED dosahuje intenzity osvětlení 4690 luxů.

V počátku zpracování diplomové práce bylo potřeba vyrobit samotné vzorky žlutozeleného barevného centra, jehož čistota C^* je v rozmezí 95 – 106. Vzorky byly následně připraveny k testování. Doposud byla testována centra s čistotou C^* v rozmezí 50 – 70.

Před zahájením testování sady barevných vzorků, byl z vybraného množství vzorků zvolen standard, který leží uprostřed testovaného žlutozeleného centra k němu příslušné barevné vzorky. Z měření spektrofotometrem byly zvoleny konkrétní hodnoty L^* , a^* , b^* pod simulátorem osvětlení D65. Následně bylo nutné provést přepočet pomocí trichromatických členitelů, tak aby byly získány i hodnoty L^* , a^* , b^* barevných vzorků pod simulátorem osvětlení V LED. Ze získaných barevných souřadnic byly dále vypočítány barevné rozdíly vyjádřené pomocí vybraných rovnic CIELAB, CMC(1:c), CIE 1994, CIE 2000, DIN 99 a MV-1.

Sadu barevných vzorků hodnotilo celkem 20 naivních pozorovatelů. Do skupiny pozorovatelů bylo zařazeno 15 žen a 5 mužů ve věkovém spektru od 20 – 56 let

Aby bylo možné provést subjektivní hodnocení sady barevných vzorků, byl testován barvocit všech respondentů pomocí testu Farnsworth Munsell 100 Hue Test. Na základě tohoto testu byly dle svého chybového skóre respondenti rozřazeni do skupin Superior a Average. Při testování pod simulátorem osvětlení D65 bylo do kategorie Superior zařazeno 14 respondentů a do skupiny Average zařazeno 6 respondentů. Při testování pod simulátorem osvětlení V LED došlo je změně v rozřazení respondentů do kategorií Superior a Average. Do kategorie Superior bylo zařazeno 8

pozorovatelů a do kategorie Average bylo zařazeno 12 pozorovatelů. Výsledky všech pozorovatelů pod oběma druhy osvětlení neprokázaly žádnou vadu barvocitu.

Následně bylo provedeno subjektivního hodnocení sady barevných vzorků s výše zmíněnou skupinou pozorovatelů. Barevné vzorky byly porovnávány se standardem dle šedé stupnice a na základě tohoto vyhodnocení byl vyjádřen barevný rozdíl mezi vzorky. Každé měření bylo zopakováno pětkrát, tak aby bylo možné výsledky statisticky zpracovat a to pod oběma druhy simulátorů osvětlení – D65 a V LED.

Po subjektivním hodnocení barevné sady vzorků byla vyhodnocena predikční schopnost rovnic dle následujících charakteristik (korelační koeficient (COQ), performance faktor (PF/3), kritérium špatných posudků (WDC), STRESS faktor (STRESS) a kritéria Sr) pod simulátory osvětlení D65 a V LED.

Jako první byla hodnocena vnitropozorovatelská shoda, která sleduje opakovatelnost pozorovatele ve svých hodnoceních sady barevných vzorků. Bylo zjištěno, že v při testování docházelo téměř u všech pozorovatelů k procesu učení. Byly zaznamenány i výjimky v průběhu testování, kdy nedocházelo ke zvyšování korelačního koeficientu, ale naopak tato hodnota klesala v závislosti na psychické a fyzické únavě respondentů. Stejných výsledků bylo dosaženo při testování, jak pod simulátorem osvětlení D65, tak pod simulátorem osvětlení V LED.

Dále byla hodnocena mezipozorovatelská shoda, kde byla sledována shoda jednotlivých pozorovatelů mezi sebou, a to opět pod simulátory osvětlení D65 a V LED. Pod simulátorem osvětlení D65 byli na základě korelačního koeficientu vyhodnoceni respondenti č. 1 a č. 6 jako nevěrohodní. Korelační koeficient respondenta č.1 je 17% a respondenta č. 6 je 16% a ukazuje na velmi nízkou závislost testovaných dat. Respondenti č. 3 a 11 byli považováni za věrohodné, což prokázaly i hodnoty korelačního koeficientu. Respondenti č. 1 i č. 3 dosáhli 91% závislosti testovaných dat. Respondent č. 10, který je nejstarším pozorovatelem (56 let) v celé skupině byl považován dle hodnot STRESS (66,55) jako pozorovatel nevěrohodný, ale dle hodnot korelačního koeficientu (29%) není nutné ho z panelu respondentů vyřazovat.

Pod simulátorem osvětlení V LED byl na základě korelačního koeficientu (-0,16) a STRESS faktoru (84,73) vyhodnocen respondent č. 6 jako nevěrohodný. Naopak respondent č. 12 byl dle hodnot korelačního koeficientu (0,40) a STRESS faktoru (46,43) vyhodnocen jako pozorovatel nejméně věrohodný. Respondent č. 10 byl i

v tomto případě vzhledem k hodnotě STRESS faktoru (75,56) považován za nevěrohodného, ale hodnota korelačního koeficientu (21,36%) tuto domněnku vyvrátila.

V další části experimentu byla hodnocena predikční schopnost rovnic pod simulátorem osvětlení D65 a to ze dvou hledisek. Prvním hlediskem bylo hodnocení dle kritéria Sr. Dle 95% intervalu spolehlivosti, který byl v našem případě vypočítán jako [0,69;1,54], jsme usuzovali, zda mezi rovnicemi je, či není signifikantní rozdíl. Pokud výsledné hodnoty spadají do intervalu, usuzujeme, že mezi jednotlivými rovnicemi není významný rozdíl.

Bylo zjištěno, že rovnice CIE 94 1 dosahuje v porovnání s výsledky ostatních hodnocených rovnic největších rozdílů ve vyhodnocení. Mimo námi vypočítaný 95% interval spolehlivosti [0,69;1,54], se dostává rovnice CIE 94 1 v porovnání s následujícími rovnicemi: CIELAB, CMC 2, CIE 94 2, MV-1 a CIE 00 2. Vyplývá, že mezi rovnicemi je významný rozdíl. V porovnání ostatních rovnic nedochází k tomu, aby hodnoty nespádaly do námi vypočítaného 95% intervalu spolehlivosti [0,69;1,54]. Na základě těchto výsledků usuzujeme, že mezi nimi není významný rozdíl.

Druhým hlediskem pro vyhodnocení rovnic je dle charakteristik: korelačního koeficientu, kritéria špatných posudků, PF/3 faktoru a STRESS faktoru. Dle vyhodnocených charakteristik byly označeny rovnice CMC 2 a rovnice MV-1 jako rovnice s nejvyšší predikční schopností. Rovnice CMC 2 dosáhla nejvyšších hodnot u performance faktoru (39,60) a STRESS faktoru (27,30). Rovnice MV-1 dosáhla nejvyšších hodnot u korelačního koeficientu (0,82) a kritéria špatných posudků (52,73). Na základě vyhodnocení byla jako rovnice s nejnižší predikční schopností označena rovnice CIE 00 2, která získala nejhorší výsledky u korelačního koeficientu (0,56) a STRESS faktoru (40,11).

Následně byla hodnocena predikční schopnost rovnic pod simulátorem osvětlení V LED a to ze stejných hledisek a obdobným způsobem. Dle výsledných hodnot je patrné, že rovnice CIE 94 1 dosahuje v porovnání s výsledky ostatních hodnocených rovnic největších rozdílů ve vyhodnocení. Mimo námi vypočítaný 95% interval spolehlivosti [0,69;1,54], se dostává rovnice CIE 94 1 v porovnání s následujícími rovnicemi: CIELAB, CMC 2, CIE 94 2, MV-1 a CIE 00 2. Usuzujeme, že mezi rovnicemi je signifikantní rozdíl.

Pokud porovnáваме rovnici CIE 94 1 s ostatními testovanými rovnicemi: CIELAB, CMC 2, CIE 94 2, MV-1 a CIE 00 2 nebo tyto testované rovnice vůči rovnici

CIE 94 1, výsledné hodnoty leží mimo námi zadaný 95% interval spolehlivosti [0,69;1,54] a je prokázána signifikantnost porovnávaných rovnic.

Druhým hlediskem pro vyhodnocení rovnic je dle charakteristik: korelačního koeficientu, kritéria špatných posudků, PF/3 faktoru a STRESS faktoru. Rovnice CMC 2 a CIE 00 2 označujeme jako rovnice s nejvyšší predikční schopností. Rovnice CMC 2 získala nejlepší výsledné hodnoty u performance faktoru (39,59) a STRESS faktoru (27,26). Rovnice CIE 00 2 dosahuje nejlepších výsledků u korelačního koeficientu (0,82) a kritéria špatných posudků (60,00). Nejhorších výsledků ve 3 hodnocených charakteristikách (COQ, PF/3, STRESS) dosáhla rovnice CIE 94 2 a označujeme ji jako rovnici s nejnižší predikční schopností.

V poslední části experimentu byla porovnávána predikční schopnost rovnic pod simulátory osvětlení D65 a V LED. Opět byla využita dvě hlediska hodnocení, a to hledisko Sr a hledisko vyhodnocení schopnosti rovnic dle uvedených charakteristik.

Dle 95% intervalu spolehlivosti, který byl v našem případě vypočítán jako [0,69;1,54], jsme usuzovali, zda mezi rovnicemi je, či není signifikantní rozdíl. Rovnice CIE 94 1 testovaná pod simulátorem osvětlení D65 společně s rovnicí CIE 94 1, která byla testovaná pod simulátorem osvětlení V LED vykazuje významné rozdíly. V případě porovnávání ostatních testovaných rovnic pod simulátorem osvětlení D65 a simulátorem osvětlení V LED nebyly zjištěny žádné významné rozdíly.

Pod simulátorem osvětlení D65 byly zvoleny rovnice CMC 2 a MV – 1 jako rovnice s nejvyšší predikční schopností. I v případě testování pod simulátorem osvětlení V LED byla rovnice CMC 2 označena jako rovnice s nejvyšší predikční schopností. Je to důkaz toho, že rovnice CMC 2 upravená pro textilní materiál vykazuje nejlepších výsledků, pro zvolené osvětlení a zvolený textilní materiál.

Pod simulátorem osvětlení V LED byla mimo rovnici CMC 2, jako rovnice s nejvyšší predikční schopností označena rovnice i CIE 00 2. Avšak, pod simulátorem osvětlení D65 byla označena tato rovnice jako rovnice s nejnižší predikční schopností. V tomto případě lze vidět, že jednou z možných příčin rozdílných výsledků rovnice CIE 00 2 je použití dvou různých typů osvětlení, viz obrázek č.13, které mají různou teplotou chromatičnosti. Pod simulátorem osvětlení V LED byla jako rovnice s nejnižší predikční schopností rovnice CIE 94 1.

V případě těchto vzorků, vybraných pozorovatelů a používaných typů simulátorů osvětlení D65 a V LED označujeme rovnici CMC 2 jako rovnici s nejvyšší predikční schopností.

Pro další postup testování navrhujeme používat jiné druhy rovnic, či změnit osvětlení.

Nedílnou součástí oděvů je i barva, která pomáhá dotvářet celkový vjem. V současné době, kdy se kupující orientují právě podle barvy, je pro výrobce zásadní, aby dosáhli u všech svých výrobků stejného vybarvení tedy co nejmenší barevné odchylky.

11. Seznam použitých zdrojů

- [1] PLEYEROVÁ, A. *Anatomie oka. Optika* [online]. [cit. 2015-05-26].
Dostupné z: <http://www.ocnioptik.eu/akantameby/katarakta---sedy-zakal/>
- [2] *Barevné spektrum*[online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Barevn%C3%A9_spektrum#/media/File:Linear_visible_spectrum.svg
- [3] *Elektromagnetické spektrum*[online]. [cit. 2015-05-26].
Dostupné z: <http://radek.jandora.sweb.cz/f25.htm>
- [4] FARUGA, Michal. *Modelování procesu vidění* [online]. Brno, 2008 [cit. 2015-05-26].
- [5] *Měření barevnosti a jeho využití v koloristické praxi*; Československý kolorista, 1976.
Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/3982>. Diplomová práce
- [6] MOLLON, J.D., POKORNY, J., KONBLAUCH, K.: *Normal and Defective Colour Vision*, Oxford University Press, 2003
- [7] ŠINDELÁŘ, Václav; SMRŽ, Ladislav; BEŤÁK, Zdeněk. *Nová soustava jednotek*. 3. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981. 672 s. (Odborná literatura pro učitele)
ISBN 14-59-81. s . 375-377.
- [8] *Velký lékařský slovník*[online]. [cit. 2015-05-26].Dostupné z:
<http://lekarske.slovniky.cz/pojem/oko>
- [9] VALBERG, A.: *Light Vision Color*, John Wiley & Sons Inc., 2005
- [11] Vik, M.: *Základy měření barevnosti* I. díl, Technická univerzita v Liberci; 1995. 80-7083-162-6.

- [12] VOLHEJNOVÁ, Klára. *Vizuální hodnocení barevných rozdílů a barevné preference*. Technická univerzita v Liberci, 2007. Diplomová práce.
- [13] PECHOVÁ, Marcela. *Vliv intenzity osvětlení na rozlišování malých barevných rozdílů*. Technická univerzita v Liberci, 2014. Diplomová práce.
- [14] MIKŠ, Antonín. *Aplikovaná optika*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 230 s. ISBN 978-80-01-04254-0.
- [15] MALACARA, Daniel. *Color vision and colorimetry: theory and applications*. Bellingham, WA: SPIE Press, c2002, vii, 164 p. 1. ISBN 08-194-4228-3.
- [16] KVAPILÍKOVÁ, Květa. *Anatomie a embryologie oka: učební texty pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, 2000, 206 s. ISBN 80-701-3313-9.
- [17] *Zrakový systém* [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://fbt.cz/skripta/xiii-smysly/1-zrakovy-system>
- [18] SHEVELL, Steven K. *The science of color*. 2nd ed. United States: Optical Society of America, 2003, ix, 339 p. ISBN 04-445-1251-97
- [19] ŠINDELÁŘ, Václav; SMRŽ, Ladislav; BEŤÁK, Zdeněk. *Nová soustava jednotek*. 3. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981. 672 s. (Odborná literatura pro učitele) ISBN 14-59-81. s. 375-377.
- [20] MONTAG, Ethan D. *Rods & Cones*. *Rochester Institute of Technology: Center for Imaging Science*[online]. ©2014 [cit. 2014-11-08]. Dostupné z:http://www.cis.rit.edu/people/faculty/montag/vandplite/pages/chap_9/ch9p1.html.

- [21] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3. 2.*, upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004, 588 - 589. ISBN 80-247-1132-x.,
- [22] The Visual Pathway *Jonathan Trobe*, M.D.(CC-BY-3.0) [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.kellogg.umich.edu>
- [23] *Barevné spektrum*[online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Barevn%C3%A9_spektrum#/media/File:Linear_visible_spectrum.svg
- [24] VIK, Michal. *Měření Barevnosti a vzhledu – Barevné odchylky*. Liberec: Technická univerzita, 2002. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/sylaby/Kolorimetrie/vcoldif.pdf>
- [25] HAUCKOVÁ, Marta. *Studie velkých barevných rozdílů*. Technická univerzita v Liberci. 2007. Iomová práce.
- [26] *Obraz bez kompromisů* [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/obraz-bez-kompromisu-vyrobci-technologie-nabidka/26508>
- [27] ALM IT Thesis blog [online]. [cit. 2015-05-26]. Dostupné z: <https://almitthesis.wordpress.com/>
- [28] Datacolor Internacional [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://www.indexid.com/nonflash/project.php?projectID=35&position=1>
- [29] *SDC Enterprises Limited* [online]. [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: <http://www.sdcenterprises.co.uk/products/sdc-assessment-aids/grey-scale/>
- [30] *Základy textilní a oděvní výroby 2*. [online]. [cit. 2016-02-26]. <http://slideplayer.cz/slide/5626077/>

- [31] GARCÍA, Pedro A., Rafael HUERTAS, Manuel MELGOSA a Guihua CUI. *Measurement of the relationship between perceived and computed color differences. Journal of the Optical Society of America A*. 2007, vol. 24, issue 7. DOI: 10.1364/josaa.24.001823.
Dostupné z: <http://www.opticsinfobase.org/josaa/abstract.cfm?uri=josaa-24-7-1823>.
- [32] FARNSWORTH, Dean. THE FARNSWORTH-MUNSELL 100-HUE TEST for the examination of Color Discrimination: Manual [online] 2011-2012. [cit. 2013-10-30] Dostupný z: http://www.qcqa.com/docs/doc2_2552.pdf.
- [33] OPN1SW. *Genetics Home Referenc: Your Guide to Understanding Genetic Conditions*[online]. ©2006, 2014 [cit. 2014-10-31]. Dostupné z: <http://ghr.nlm.nih.gov/gene/OPN1SW>.
- [34] OPN1MW. *Genetics Home Referenc: Your Guide to Understanding Genetic Conditions*[online]. ©2006, 2014 [cit. 2014-10-31]. Dostupné z: <http://ghr.nlm.nih.gov/gene/OPN1MW>.
- [35] OPN1LW. *Genetics Home Referenc: Your Guide to Understanding Genetic Conditions*[online]. ©2006, 2014 [cit. 2014-10-31]. Dostupné z: <http://ghr.nlm.nih.gov/gene/OPN1LW>
- [36] HABEL, Jiří a Petr ŽÁK. Význam mezopického vidění pro praxi. *Časopis Světlo* [online]. 2007, (06), 3 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/?q=fotopick%C3%A9%20vid%C4%9Bn%C3%AD>
- [37] VIK, Michal. *Příspěvek k problematice výpočtu malých barevných odchylek*. 2004. Doktorská disertační práce. Technická univerzita v Liberci.
- [38] *Základy světelné techniky: Základy nauky o barvě (1. část)*. *Světlo* [online]. 2009, (5), 3 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39809.pdf>

- [39] *Světlo: Fyzikální podstata světla* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/fyzikalni-podstata-svetla--16967>
- [40] KAŠPAROVÁ, Markéta. *Design pro osoby s vadami barvocitu*. Liberec, 2010. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci.
- [41] KONRÁDOVÁ, Václava, Luděk VAJNER a Jiří UHLÍK. *Histologie: přednášky pro bakalářské studium*. Vyd. 1. Jinočany: H&H, 2005, 186 s. ISBN 80-731-9009-5

12. Seznam rovnic

- (1) Barevná souřadnice x CIEXYZ systému
- (2) Barevná souřadnice y CIEXYZ systému
- (3) Barevná souřadnice z CIEXYZ systému
- (4) Popis barvy pomocí x, y, z
- (5) Barevná složka X CIEXYZ systému
- (6) Barevná složka Y CIEXYZ systému
- (7) Barevná složka Z CIEXYZ systému
- (8) Barevná souřadnice x vypočtené ze složek X, Y, Z
- (9) Barevná souřadnice y vypočtené ze složek X, Y, Z
- (10) Barevná souřadnice z vypočtené ze složek X, Y, Z
- (11) Barevná složka X systému CIEXYZ
- (12) Barevná složka Y systému CIEXYZ
- (13) Barevná složka Z systému CIEXYZ
- (14) Souřadnice světlosti L^* prostoru CIELAB
- (15) Souřadnice světlosti a^* prostoru CIELAB
- (16) Souřadnice světlosti b^* prostoru CIELAB
- (17) Barevný rozdíl ΔE pomocí souřadnice L^*, a^*, b^*
- (18) Rovnice CMC (1:c) pro výpočet barevného rozdílu ΔE
- (19) Rovnice ΔE CIE 1994
- (20) Rovnice vizuální vnímané diference ΔV
- (21) Výpočet barevné souřadnice L^* v prostoru CIELAB
- (22) Výpočet barevné souřadnice a^* v prostoru CIELAB
- (23) Výpočet barevné souřadnice b^* v prostoru CIELAB
- (24) Hodnota měrné čistoty C'_{ab} v CIEDE2000
- (25) Hodnota měrného odstínu h'_{ab} v CIEDE2000
- (26) Rozdíl světlosti $\Delta L'$ v CIEDE2000
- (27) Rozdíl světlosti ΔC v CIEDE2000
- (28) Rozdíl světlosti $\Delta H'$ v CIEDE2000
- (29) Výpočet ΔE v CIEDE2000
- (30) Váhový koeficient S_L
- (31) Váhový koeficient S_C

- (32) Váhový koeficient S_H
- (33) Rotační faktor
- (34) Osa červená – zelená rovnice DIN 99
- (35) Osa žlutá – modrá rovnice DIN 99
- (36) Měrná čistota
- (37) Měrný odstín
- (38) Souřadnice L barevného prostoru DIN 99
- (39) Souřadnice a barevného prostoru DIN 99
- (40) Souřadnice C barevného prostoru DIN 99
- (41) Celková barevná diference rovnice dle DIN 99
- (42) Rovnice MV-1
- (43) Vizuálně vnímaná barevná odchylka
- (44) Rovnice pro výpočet korelačního koeficientu
- (45) Rovnice pro výpočet PF/3 faktoru
- (46) Rovnice pro výpočet kritéria špatných posudků
- (47) Rovnice pro výpočet STRESS faktoru
- (48) Rozhodovací kritérium S_r

13. Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – <i>Materiálové složení příže</i>	49
Tabulka č. 2 – <i>Identifikace pozorovatelů</i>	60
Tabulka č. 3 – <i>Rozdělení respondentů dle pohlaví</i>	61
Tabulka č. 4 – <i>Rozdělení pozorovatelů do kategorií při simulátoru osvětlení D65</i>	61
Tabulka č. 5 – <i>Rozdělení pozorovatelů do kategorií při simulátoru osvětlení V LED</i> ...	62
Tabulka č. 6 – <i>Kontingenční tabulka vizuálních posudků a posudků podle testované rovnice</i>	70
Tabulka č. 7 - <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení D65</i>	72
Tabulka č. 8 – <i>Mezipozorovatelská shoda pro prvních 5 pozorovatelů pod simulátorem osvětlení D65</i>	73
Tabulka č. 9 – <i>Vyhodnocení rovnic dle charakteristiky Sr pod simulátorem osvětlení D65</i>	75
Tabulka č. 10 – <i>Vyhodnocení predikční schopností rovnic dle testovaných charakteristik pod simulátorem osvětlení D65</i>	78
Tabulka č. 11 - <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 2 pod simulátorem osvětlení V LED</i>	80
Tabulka č. 12 – <i>Mezipozorovatelská shoda pro respondenty č. 8 - 12 pod simulátorem osvětlení V LED</i>	81
Tabulka č. 13 – <i>Vyhodnocení rovnic dle charakteristiky Sr pod simulátorem osvětlení V LED</i>	84
Tabulka č. 14 – <i>Vyhodnocení predikční schopností rovnic dle testovaných charakteristik pod simulátorem osvětlení V LED</i>	86
Tabulka č. 15 – <i>Porovnání stresů jednotlivých rovnic dle F statistiky pod simulátory osvětlení D65 a V LED</i>	87
Tabulka č. 16 – <i>Vyhodnocení predikčních schopností rovnic pod simulátorem osvětlení D65</i>	88
Tabulka č. 17 – <i>Vyhodnocení predikční schopnosti rovnic pod simulátorem osvětlení V LED</i>	88
Tabulka č. 18 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení osvětlením D65</i>	II
Tabulka č. 19 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 2 pod simulátorem osvětlení D65</i>	III
Tabulka č. 20 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č.3 pod simulátorem osvětlení D65</i>	IV
Tabulka č. 21 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení D65</i>	V
Tabulka č. 22 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení D65</i>	VI
Tabulka č. 23 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení D65</i>	VII
Tabulka č. 24 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení D65</i>	VIII
Tabulka č. 25 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení D65</i>	IX
Tabulka č. 26 – <i>Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 9 pod simulátorem osvětlení D65</i>	X

Tabulka č. 27 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení D65	XI
Tabulka č. 28 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení D65	XII
Tabulka č. 29 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 12 pod simulátorem osvětlení D65	XIII
Tabulka č. 30 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení D65	XIV
Tabulka č. 31 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení D65	XV
Tabulka č. 32 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení D65	XVI
Tabulka č. 33 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 16 pod simulátorem osvětlení D65	XVII
Tabulka č. 34 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení D65	XVIII
Tabulka č. 35 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení D65	XIX
Tabulka č. 36 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení D65	XX
Tabulka č. 37 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení D65	XXI
Tabulka č. 38 - Mezipozorovatelská shoda respondentů pod simulátorem osvětlení D65I	
Tabulka č. 39 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení V LED	VII
Tabulka č. 40 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 2 I pod simulátorem osvětlení V LED	VIII
Tabulka č. 41 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 3 pod simulátorem osvětlení V LED	IX
Tabulka č. 42 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení V LED	X
Tabulka č. 43 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení V LED	XI
Tabulka č. 44 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení V LED	XII
Tabulka č. 45 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení V LED	XIII
Tabulka č. 46 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení V LED	XIV
Tabulka č. 47 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č.9 pod simulátorem osvětlení V LED	XV
Tabulka č. 48 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení V LED	XVI
Tabulka č. 49 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení V LED	XVII
Tabulka č. 50 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 12 pod simulátorem osvětlení V LED	XVIII
Tabulka č. 51 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení V LED	XIX

Tabulka č. 52 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení V LED	XX
Tabulka č. 53 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení V LED	XXI
Tabulka č. 54 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 16 pod simulátorem osvětlení V LED	XXII
Tabulka č. 55 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení V LED	XXIII
Tabulka č. 56 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení V LED	XXIV
Tabulka č. 57 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení V LED	XXV
Tabulka č. 58 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení V LED	XXVI
Tabulka č. 59 - Mezipozorovatelská shoda respondentů pod simulátorem osvětlení V LED	I

14. Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Anatomie oka [7].....	13
Obrázek č. 2 – Stavba sítnice [18]	15
Obrázek č. 3 – Histologické struktury tyčinek a čípků [17].....	15
Obrázek č. 4 – Schéma zrakové dráhy [22]	19
Obrázek č. 5 – Znázornění elektrického a magnetického vektoru světla [39].....	22
Obrázek č. 6 – Základní barevné spektrum [24].....	23
Obrázek č. 7 – Spektrální barvy [24]	24
Obrázek č. 8 – Poměrné spektrální světelné účinnosti záření pro fotopické, mezopické a skotopické vidění [36].....	25
Obrázek č. 9 – Princip vzniku barevného vjemu.....	27
Obrázek č. 10 – Standardní zdroje osvětlení [13].....	29
Obrázek č. 11 – Standardní kolorimetrický trojúhelník CIE 1931 [14]	31
Obrázek č. 12 – Model prostoru CIELAB [27].....	34
Obrázek č. 13 – Další vyjádření prostoru CIELAB [27].....	35
Obrázek č. 14 – Model cylindrického systému CIELCH [28]	36
Obrázek č. 15 – Stávající testovaný gamut a námi testovaný gamut [33].....	46
Obrázek č. 16 – Spektrální křivka simulátoru osvětlení D65, která je znázorněná červenou křivkou a spektrální křivka osvětlení V LED, která je znázorněna modrou křivkou [38].....	47
Obrázek č. 17 – Diagonální, horizontální a vertikální rozdělení krychle [38].....	48
Obrázek č. 18 – Rozdělení tetrakis hexahedronu [38]	48
Obrázek č. 19 – tetrakis hexahedron [38]	48
Obrázek č. 20 – Barvicí stroj Pretema	50
Obrázek č. 21 – Graf teplotního režimu barvení vzorků	51
Obrázek č. 22 – Obarvený vzorek	51
Obrázek č. 23 – Schéma lepení vzorků.....	52
Obrázek č. 24 – Vzorek připraven k lepení.....	52
Obrázek č. 25 – Vzorek připravený k hodnocení	53
Obrázek č. 26 – Spectraflash SF600 [28].....	54
Obrázek č. 27 – Farnsworth-Munsell 100 Hue test	57
Obrázek č. 28 – Přímký konfusních linií.....	58
Obrázek č. 29 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 14 při simulátoru osvětlení D65	62
Obrázek č.30 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 14 při simulátoru osvětlení V LED	62
Obrázek č. 31 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 6 při simulátoru osvětlení D65	63
Obrázek č. 32 – Graf polárních souřadnic respondentky č. 6 při simulátoru osvětlení V LED	63
Obrázek č. 33 – Hodnocení diference mezi vzorky v koloristické skříni	64
Obrázek č. 34 – Šedá stupnice pro hodnocení barevných rozdílů A02 [30]	65
Obrázek č. 35 – Subjektivní hodnocení barevných vzorků	66
Obrázek č. 36 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED.....	74
Obrázek č. 37 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED.....	74
Obrázek č. 38 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED.....	74

Obrázek č. 39 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	74
Obrázek č. 40 – Graf porovnání stresů jednotlivých rovnic pomocí F statistiky pod simulátorem osvětlení D65	77
Obrázek č. 41 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 6 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	82
Obrázek č. 42 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	82
Obrázek č. 43 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 12 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	82
Obrázek č. 44 - Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 14 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	82
Obrázek č. 45 – Graf porovnání stresů jednotlivých rovnic pomocí F statistiky pod simulátorem osvětlení V LED	85
Obrázek č. 46 – Graf porovnání stresů jednotlivých rovnic pomocí F statistiky pod simulátory osvětlení D65 a V LED.....	90
Obrázek č. 47 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení D65	II
Obrázek č. 48 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 2 pod simulátorem osvětlení D65	III
Obrázek č. 49 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 3 pod simulátorem osvětlení D65	IV
Obrázek č. 50 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení D65	V
Obrázek č. 51 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení D65	VI
Obrázek č. 52 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení D65	VII
Obrázek č. 53– Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení D65	VIII
Obrázek č. 54 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení D65	IX
Obrázek č. 55 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 9 pod simulátorem osvětlení D65	X
Obrázek č. 56 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení D65	XI
Obrázek č. 57 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení D65	XII
Obrázek č. 58 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č.12 pod simulátorem osvětlení D65	XIII
Obrázek č. 59– Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení D65	XIV
Obrázek č. 60 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení D65	XV
Obrázek č. 61 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení D65	XVI
Obrázek č. 62– Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 16 pod simulátorem osvětlení D65	XVII
Obrázek č. 63 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení D65	XVIII

Obrázek č. 64 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení D65	XIX
Obrázek č. 65 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení D65	XX
Obrázek č. 66 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení D65	XXI
Obrázek č. 67 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIELAB pod simulátorem osvětlení D65	I
Obrázek č. 68 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 1 pod simulátorem osvětlení D65	I
Obrázek č. 69 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 1 simulátorem osvětlení D65	I
Obrázek č. 70 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 2 simulátorem osvětlení D65	I
Obrázek č. 71 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 1B simulátorem osvětlení D65	I
Obrázek č. 72 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 2 simulátorem osvětlení D65	I
Obrázek č. 73 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice MV-1 simulátorem osvětlení D65	II
Obrázek č. 74 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice DIN 99 simulátorem osvětlení D65	II
Obrázek č. 75 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 simulátorem osvětlení D65	II
Obrázek č. 76 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 1 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	III
Obrázek č. 77 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 2 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	III
Obrázek č. 78 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 3 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	III
Obrázek č. 79 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 4 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	III
Obrázek č. 80 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 5 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	III
Obrázek č. 81 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 6 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	III
Obrázek č. 82 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 7 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	IV
Obrázek č. 83 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	IV
Obrázek č. 84 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 9 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	IV
Obrázek č. 85 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 10 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	IV
Obrázek č. 86 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 11 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	IV
Obrázek č. 87 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 12 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	IV
Obrázek č. 88 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 13 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	V
Obrázek č. 89 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 14 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	V

Obrázek č. 90 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 15 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	V
Obrázek č. 91 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 16 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	V
Obrázek č. 92 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 17 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	V
Obrázek č. 93 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 18 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	V
Obrázek č. 94 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 19 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	VI
Obrázek č. 95 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 20 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65	VI
Obrázek č. 96 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení V LED	VII
Obrázek č. 97 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 2 1 pod simulátorem osvětlení V LED	VIII
Obrázek č. 98 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 3 pod simulátorem osvětlení V LED	IX
Obrázek č. 99 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení V LED	X
Obrázek č. 100 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení V LED	XI
Obrázek č. 101 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení V LED	XII
Obrázek č. 102 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení V LED	XIII
Obrázek č. 103 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení V LED	XIV
Obrázek č. 104 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 9 pod simulátorem osvětlení V LED	XV
Obrázek č. 105 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení V LED	XVI
Obrázek č. 106 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení V LED	XVII
Obrázek č. 107 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 12 pod simulátorem osvětlení V LED	XVIII
Obrázek č. 108 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení V LED	XIX
Obrázek č. 109 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení V LED	XX
Obrázek č. 110 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení V LED	XXI
Obrázek č. 111 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 16 pod pod simulátorem osvětlení V LED	XXII
Obrázek č. 112 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení V LED	XXIII
Obrázek č. 113 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení V LED	XXIV
Obrázek č. 114 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení V LED	XXV

Obrázek č. 115 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení V LED	XXVI
Obrázek č. 116 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice MV-1 pod simulátorem osvětlení V LED	II
Obrázek č. 117 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIELAB 1 pod simulátorem osvětlení V LED	II
Obrázek č. 118 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 1 1 pod simulátorem osvětlení V LED	II
Obrázek č. 119 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 2 1 pod simulátorem osvětlení V LED	II
Obrázek č. 120 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 1 1 pod simulátorem osvětlení V LED	III
Obrázek č. 121 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 2 1 pod simulátorem osvětlení V LED	III
Obrázek č. 122 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 1 pod simulátorem osvětlení V LED	III
Obrázek č. 123 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 2 1 pod simulátorem osvětlení V LED	III
Obrázek č. 124 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice DIN 99 1 pod simulátorem osvětlení V LED	III
Obrázek č. 125 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 1 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	IV
Obrázek č. 126 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 2 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	IV
Obrázek č. 127 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 3 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	IV
Obrázek č. 128 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 4 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	IV
Obrázek č. 129 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 5 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	IV
Obrázek č. 130 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 6 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	IV
Obrázek č. 131 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 7 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	V
Obrázek č. 132 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	V
Obrázek č. 133 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 9 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	V
Obrázek č. 134 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 10 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	V
Obrázek č. 135 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 11 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	V
Obrázek č. 136 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 12 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	V
Obrázek č. 137 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 13 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VI
Obrázek č. 138 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 14 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VI
Obrázek č. 139 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 15 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VI

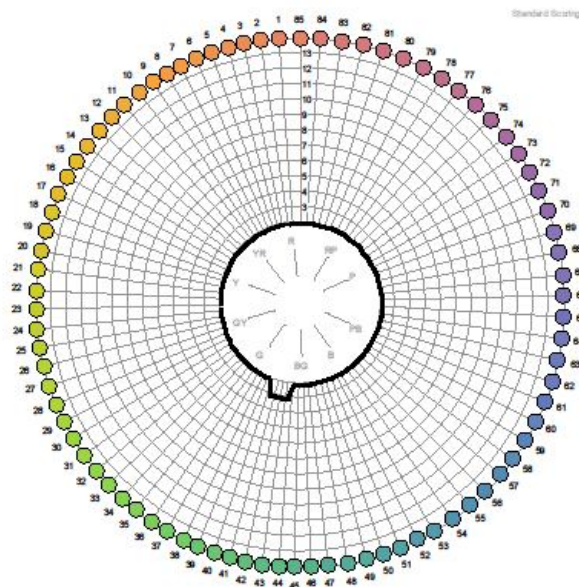
Obrázek č. 140 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 16 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VI
Obrázek č. 141 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 17 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VI
Obrázek č. 142 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 18 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VI
Obrázek č. 143 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 19 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VII
Obrázek č. 144 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 20 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED	VII

Přílohy

- P1 Data a vyhodnocení Farnsworth Munsell 100 Hue test pod simulátorem osvětlení D65
- P2 Mezipozorovatelská shoda respondentů pod simulátorem osvětlení D65
- P3 Grafy mezipozorovatelských shod pod simulátorem osvětlení D65
- P4 Grafy závislostí rovnic pod simulátorem osvětlení D65
- P5 Data a vyhodnocení Farnsworth Munsell 100 Hue test pod simulátorem osvětlením V LED
- P6 Mezipozorovatelská shoda respondentů pod simulátorem osvětlení V LED
- P7 Grafy mezipozorovatelských shod pod simulátorem osvětlení V LED
- P8 Grafy závislostí rovnic pod simulátorem osvětlení V LED

P1

 Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



<p>Total Error Score (TES): 4 Classification: Superior Discrimination</p> <p>Subject: 1 Reference: Date of Birth: Date of Test: 20/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Female Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65</p>	<p>Square Root Total Error Score: 2,0 Test Serial Number:</p> <p>Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84</p> <p>FM 100 hue test results not certified (No Serial Number).</p> <p>Comments:</p>
---	---

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

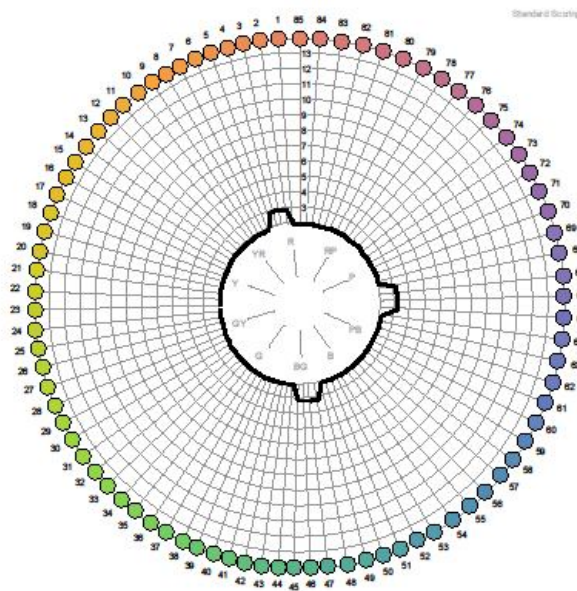
Obrázek č. 47 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 18 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení osvětlením D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,55	0,86	0,86	0,93	0,87	0,81
WDC	36,21	18,97	12,07	25,86	39,66	26,55
PF/3	78,82	51,26	40,98	30,70	40,53	48,46
STRESS	50,96	32,68	31,57	23,36	33,70	34,46



Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



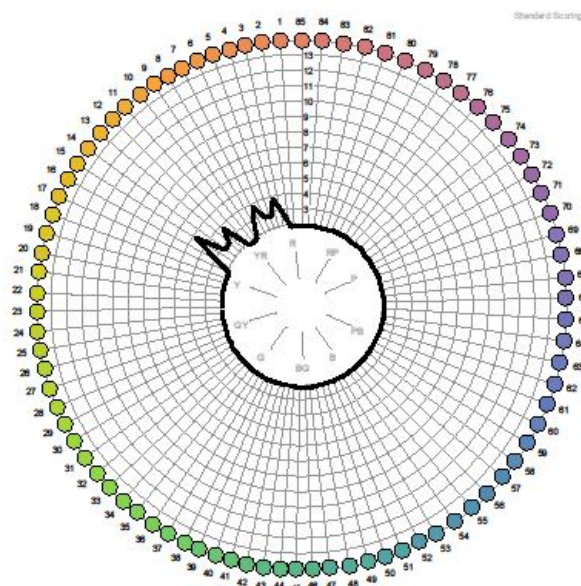
<p>Total Error Score (TES): 12 Classification: Superior Discrimination</p> <p>Subject: 2 Reference: Date of Birth: Date of Test: 27/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65</p>	<p>Square Root Total Error Score: 3,464 Test Serial Number:</p> <p>Cap Order: 85, 1, 2, 4, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84</p> <p>FM 100 hue test results not certified (No Serial Number).</p> <p>Comments:</p>
---	---

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

Obrázek č. 48 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 2 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 19 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 2 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,65	0,76	0,90	0,95	0,87	0,83
WDC	29,31	13,79	10,34	13,79	17,24	16,90
PF/3	97,86	82,00	49,14	31,18	36,58	59,35
STRESS	50,57	37,85	25,63	18,93	27,97	32,19



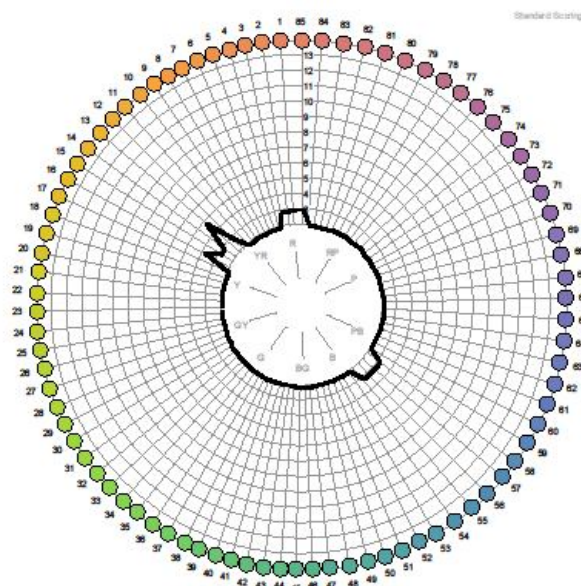
Total Error Score (TES): 16 Classification: Superior Discrimination Subject: 3 Reference: Date of Birth: Date of Test: 21/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 4,0 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 5, 4, 7, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 49 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 3 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 20 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č.3 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,91	0,91	0,91	0,86	0,87	0,89
WDC	36,21	34,48	37,93	41,38	43,10	38,62
PF/3	30,74	25,78	28,67	35,36	29,75	30,06
STRESS	19,31	17,75	17,83	22,81	23,57	20,25



Total Error Score (TES): 16 Classification: Superior Discrimination Subject: 4 Reference: Date of Birth: Date of Test: 21/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 4,0 Test Serial Number: Cap Order: 85, 2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

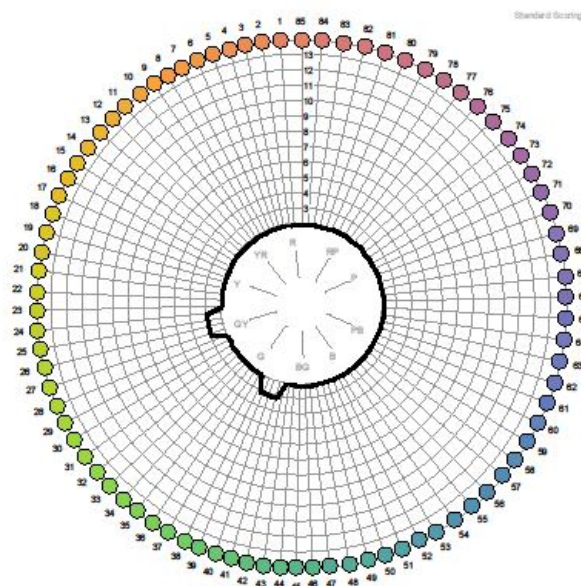
Obrázek č. 50 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 21 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,93	0,90	0,95	0,95	0,93	0,93
WDC	13,79	6,90	6,90	6,90	8,62	8,62
PF/3	48,49	50,89	40,39	44,32	49,73	46,76
STRESS	22,57	27,07	20,23	20,06	23,69	22,72



Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



Total Error Score (TES): 8 Classification: Superior Discrimination Subject: 5 Reference: Date of Birth: Date of Test: 21/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 2,828 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

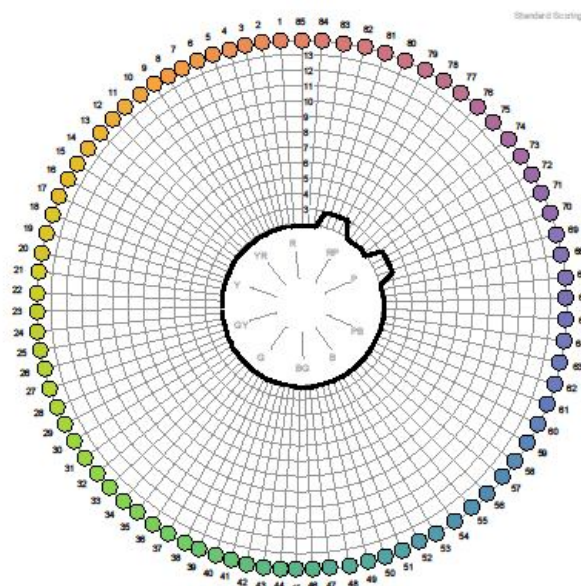
Obrázek č. 51 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 22 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,94	0,98	0,96	0,97	0,97	0,96
WDC	5,17	15,52	20,69	22,41	18,97	16,55
PF/3	33,92	30,30	38,34	30,41	27,04	32,00
STRESS	22,67	15,01	18,32	16,83	17,25	18,02



Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



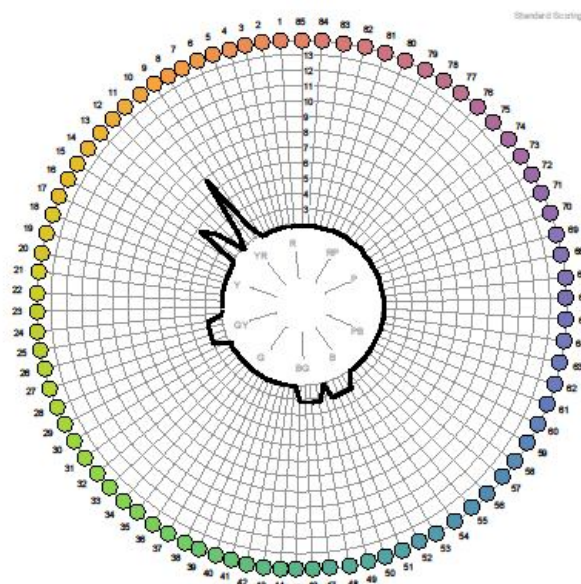
Total Error Score (TES): 8 Classification: Superior Discrimination	Square Root Total Error Score: 2,828 Test Serial Number:
Subject: 6 Reference: Date of Birth: Date of Test: 22/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 80, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

Obrázek č. 52 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 23 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,96	0,94	0,95	0,93	0,95	0,95
WDC	5,17	5,17	3,45	5,17	6,90	5,17
PF/3	42,33	40,74	44,99	41,93	42,15	42,43
STRESS	19,59	21,98	21,12	24,30	21,24	21,64



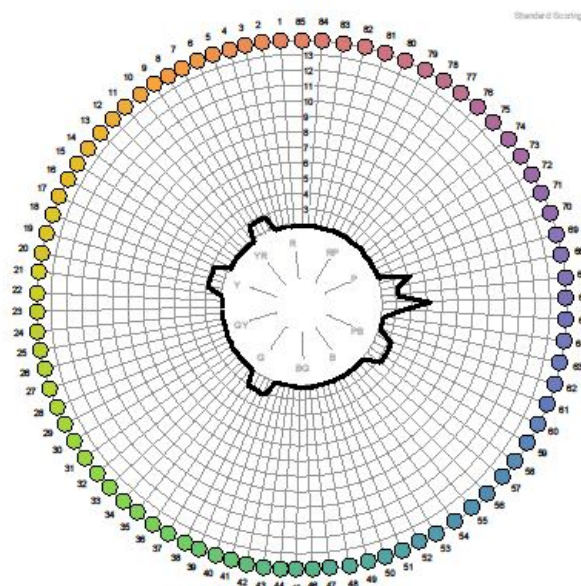
Total Error Score (TES): 24 Classification: Average Discrimination Subject: 7 Reference: Date of Birth: Date of Test: 22/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 4,899 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 46, 48, 49, 50, 52, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 53– Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 24 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,60	0,82	0,92	0,93	0,93	0,84
WDC	20,69	29,31	22,41	20,69	24,14	23,45
PF/3	65,55	44,60	38,14	37,93	28,33	42,91
STRESS	51,68	32,85	22,89	22,16	20,21	29,96



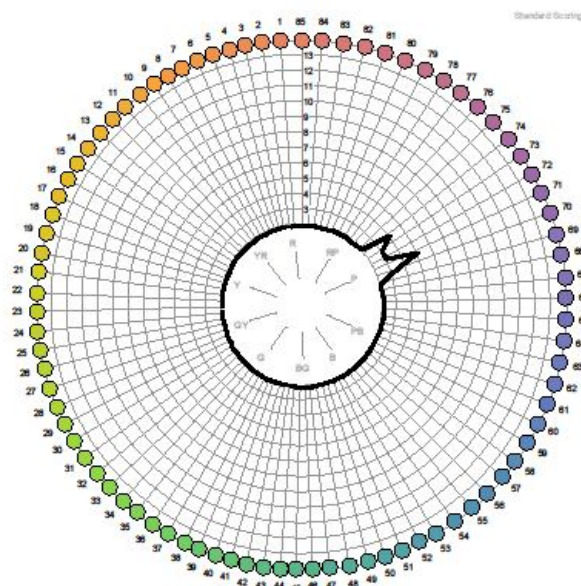
Total Error Score (TES): 24 Classification: Average Discrimination Subject: 8 Reference: Date of Birth: Date of Test: 22/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 4,899 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 54 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 25 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,90	0,91	0,90	0,89	0,91	0,90
WDC	10,34	6,90	8,62	12,07	6,90	8,97
PF/3	55,55	64,35	58,06	48,72	50,77	55,49
STRESS	27,87	26,95	27,22	27,82	25,42	27,06



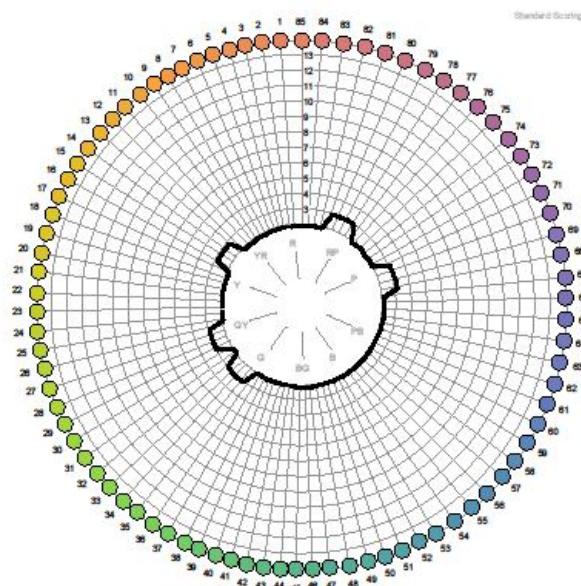
Total Error Score (TES): 8 Classification: Superior Discrimination Subject: 9 Reference: Date of Birth: Date of Test: 22/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 2,828 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 55 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 9 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 26 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 9 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,93	0,96	0,95	0,98	0,97	0,96
WDC	17,24	12,07	8,62	15,52	20,69	14,83
PF/3	52,35	41,78	46,92	39,95	46,35	45,47
STRESS	25,96	19,00	22,48	16,24	16,96	20,13



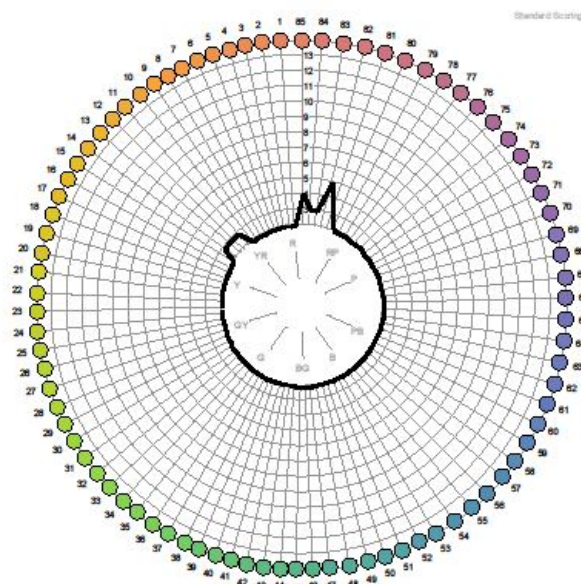
Total Error Score (TES): 20 Classification: Average Discrimination Subject: 10 Reference: Date of Birth: Date of Test: Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 4,472 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 79, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 56 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 27 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,89	0,96	0,91	0,84	0,93	0,91
WDC	15,52	24,14	20,69	27,59	15,52	20,69
PF/3	35,91	29,11	36,10	38,64	30,17	33,99
STRESS	24,74	18,03	23,24	28,60	19,45	22,81



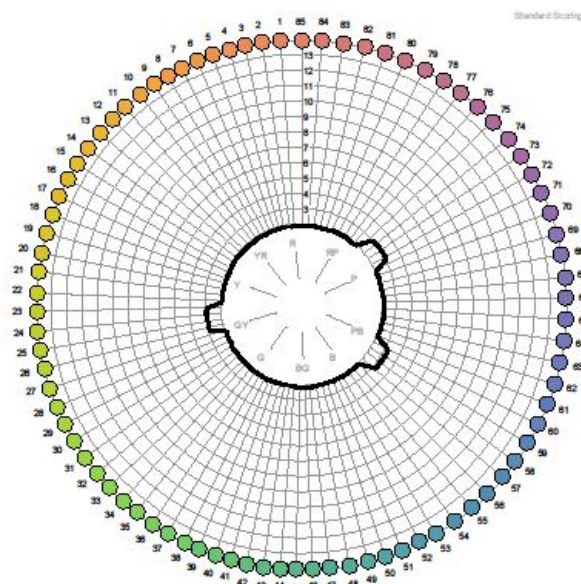
Total Error Score (TES): 12 Classification: Superior Discrimination Subject: 11 Reference: Date of Birth: Date of Test: 23/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 3,464 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 82 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 57 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 28 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,95	0,97	0,94	0,96	0,97	0,96
WDC	6,90	5,17	13,79	3,45	5,17	6,90
PF/3	23,47	21,37	24,63	23,06	22,00	22,91
STRESS	16,50	12,70	20,27	16,07	14,31	15,97



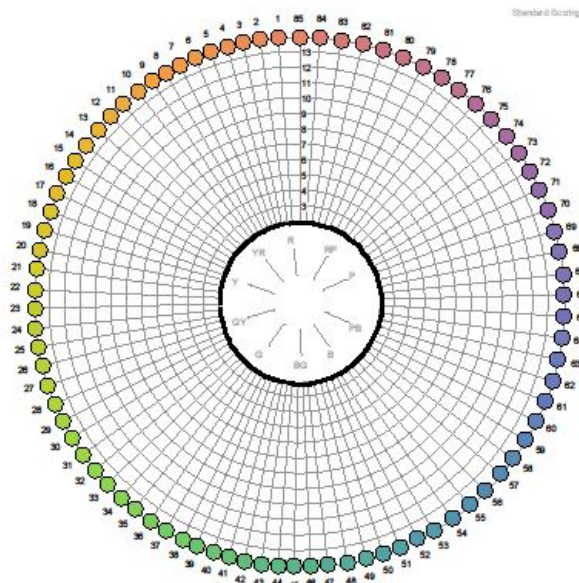
Total Error Score (TES): 12 Classification: Superior Discrimination Subject: 12 Reference: Date of Birth: Date of Test: 23/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 3,464 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 58 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č.12 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 29 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 12 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,55	0,32	0,79	0,78	0,76	0,64
WDC	0,00	6,90	8,62	10,34	5,17	6,21
PF/3	43,09	56,73	38,38	36,84	40,30	43,07
STRESS	35,08	45,02	28,79	26,59	32,66	33,63



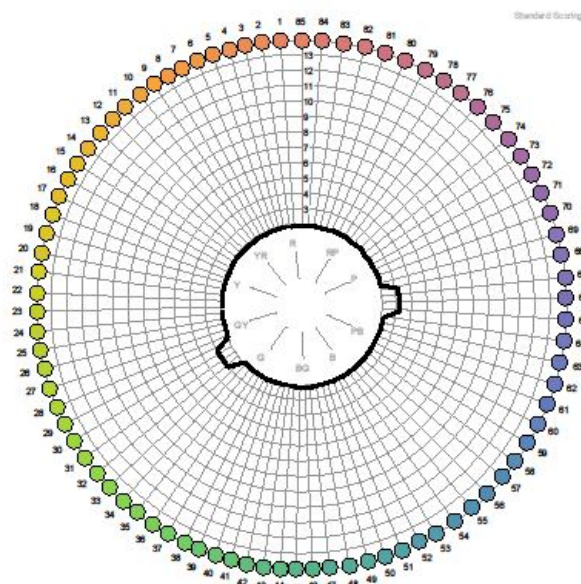
Total Error Score (TES): 0 Classification: Superior Discrimination Subject: 13 Reference: Date of Birth: Date of Test: 26/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 0,0 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

Obrázek č. 59– *Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení D65*

Tabulka č. 30 – *Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení D65*

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,99	0,97	0,96	0,96	0,97	0,97
WDC	5,17	12,07	6,90	6,90	10,34	8,28
PF/3	22,54	25,11	30,90	27,41	26,21	26,44
STRESS	10,36	16,50	17,24	18,85	15,48	15,69



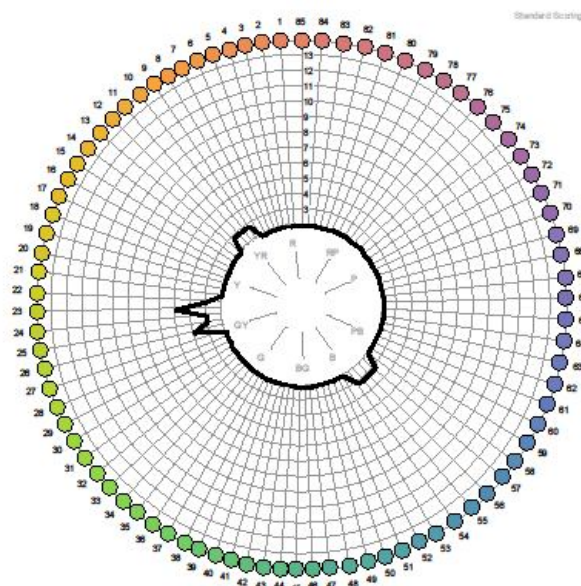
Total Error Score (TES): 8 Classification: Superior Discrimination Subject: 14 Reference: Date of Birth: Date of Test: 26/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 2,828 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 60 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 31 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,81	0,83	0,93	0,92	0,95	0,89
WDC	27,59	24,14	3,45	10,34	15,52	16,21
PF/3	59,35	57,13	35,93	32,41	28,20	42,60
STRESS	36,71	33,99	21,63	24,34	21,40	27,61



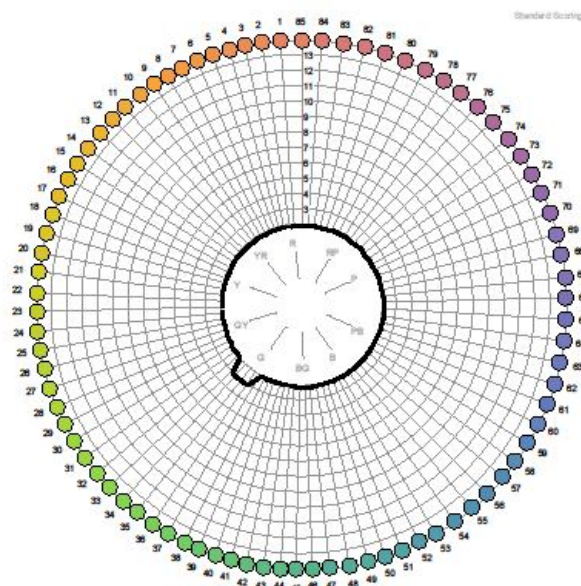
Total Error Score (TES): 16 Classification: Superior Discrimination Subject: 15 Reference: Date of Birth: Date of Test: 26/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 4,0 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

Obrázek č. 61 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 32 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,84	0,88	0,90	0,85	0,88	0,87
WDC	17,24	15,52	20,69	24,14	18,97	19,31
PF/3	70,51	46,78	45,01	41,22	52,16	51,14
STRESS	34,65	27,61	24,85	33,99	28,65	29,95



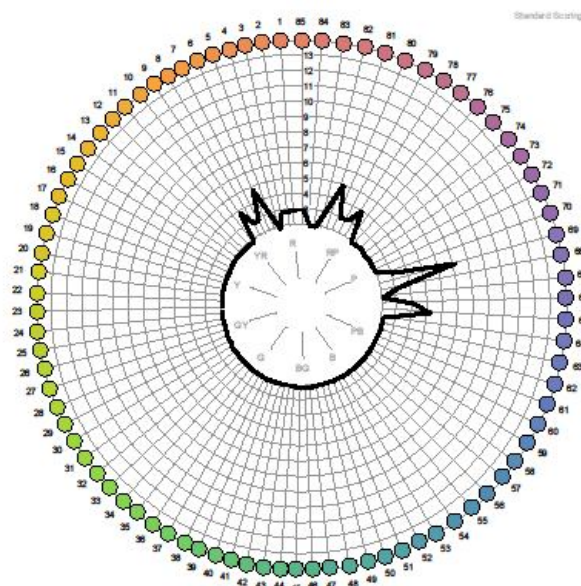
Total Error Score (TES): 4 Classification: Superior Discrimination Subject: 16 Reference: Date of Birth: Date of Test: 26/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 2,0 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

Obrázek č. 62– *Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 16 pod simulátorem osvětlení D65*

Tabulka č. 33 – *Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 16 pod simulátorem osvětlení D65*

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,77	0,71	0,91	0,81	0,91	0,82
WDC	1,72	15,52	17,24	36,21	44,83	23,10
PF/3	35,29	48,99	34,48	34,98	27,31	36,21
STRESS	30,82	34,83	23,71	27,15	20,60	27,42



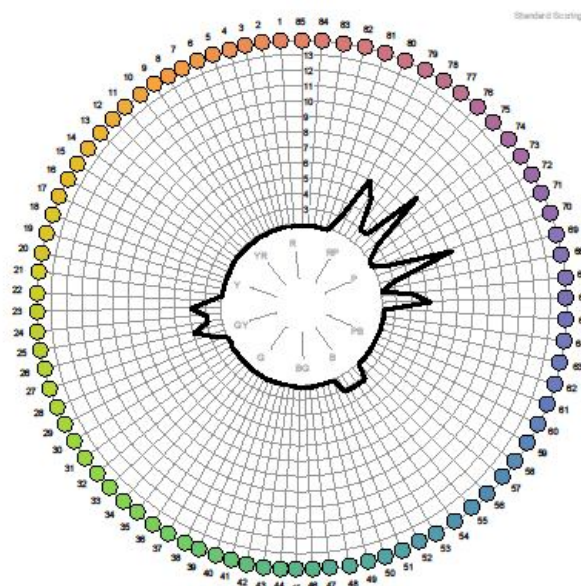
Total Error Score (TES): 32 Classification: Average Discrimination Subject: 17 Reference: Date of Birth: Date of Test: 26/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 5,657 Test Serial Number: Cap Order: 85, 2, 1, 3, 4, 5, 7, 8, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 69, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 79, 80, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 63 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 34 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,70	0,68	0,58	0,88	0,90	0,75
WDC	3,45	6,90	8,62	5,17	8,62	6,55
PF/3	44,10	43,15	54,88	31,78	180,78	70,94
STRESS	33,39	35,10	39,83	21,58	22,42	30,46



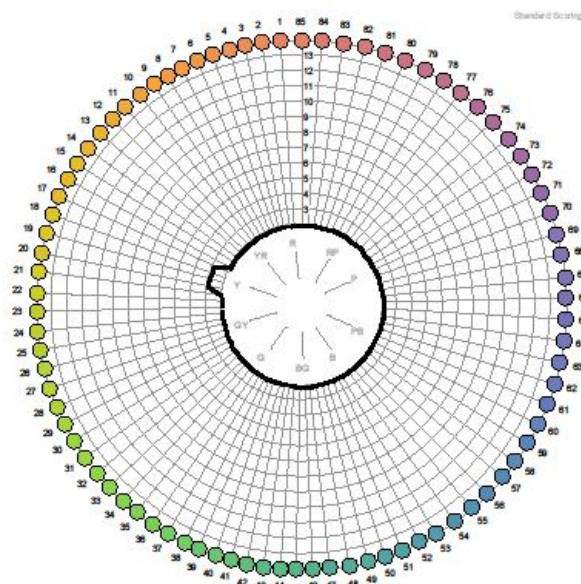
Total Error Score (TES): 40 Classification: Average Discrimination Subject: 18 Reference: Date of Birth: Date of Test: 27/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 6,325 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 23, 26, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 79, 75, 78, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 64 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 35 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,94	0,96	0,96	0,96	0,94	0,96
WDC	22,41	12,07	22,41	24,14	20,69	20,34
PF/3	43,73	39,31	38,31	35,96	49,98	41,46
STRESS	25,34	17,56	18,73	19,15	22,43	20,64



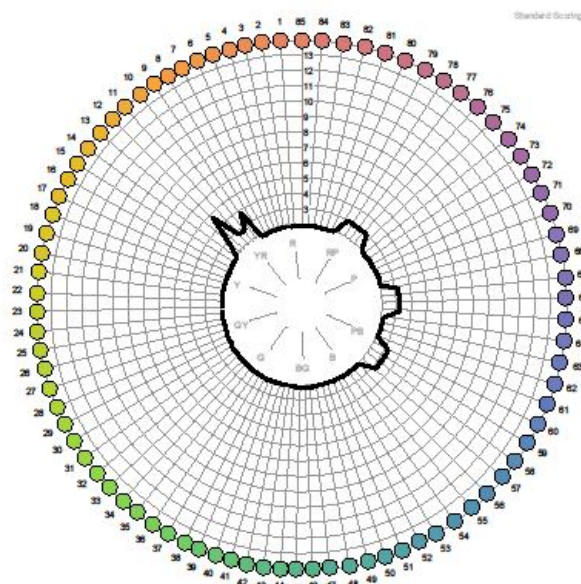
Total Error Score (TES): 4 Classification: Superior Discrimination Subject: 19 Reference: Date of Birth: Date of Test: 27/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 2,0 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 65 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 36 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,95	0,94	0,95	0,96	0,96	0,95
WDC	18,97	20,69	18,97	18,97	22,41	20,00
PF/3	41,48	33,81	41,31	41,77	35,58	38,79
STRESS	21,28	21,77	21,67	19,15	19,26	20,63



Total Error Score (TES): 20 Classification: Average Discrimination Subject: 20 Reference: Date of Birth: Date of Test: 27/10/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 4,472 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 66 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení D65

Tabulka č. 37 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení D65

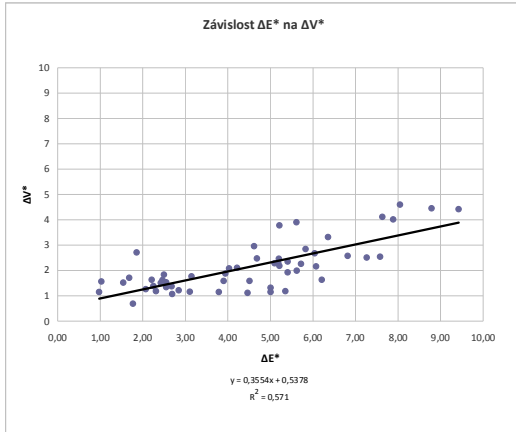
Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,94	0,96	0,95	0,94	0,97	0,95
WDC	17,24	15,52	18,97	15,52	17,24	16,90
PF/3	35,54	25,78	25,33	34,53	41,84	32,60
STRESS	20,17	16,73	17,13	20,68	16,01	18,14

P2

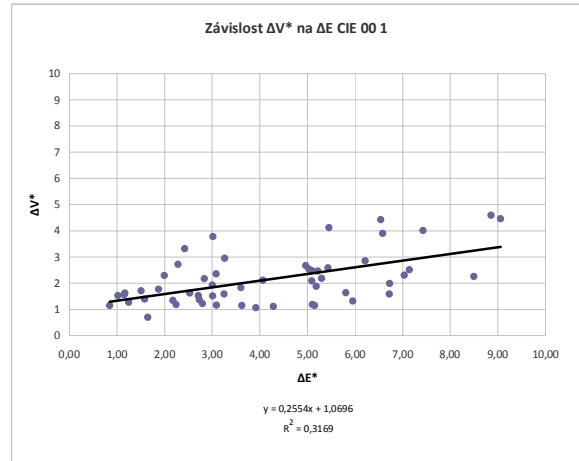
Tabulka č. 38 - Mezipozorovatelská shoda respondentů pod simulátorem osvětlení D65

Criterion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>COQ</i>	0,17	0,71	0,91	0,38	0,54	0,16	0,49	0,77	0,88	0,26	0,67	0,75	0,47	0,91	0,79	0,68	0,46	0,40	0,78	0,79
<i>WDC</i>	65,45	38,18	23,64	65,45	5,45	54,55	60,00	32,73	72,73	65,45	18,18	74,55	67,27	14,55	25,45	54,55	65,45	76,36	1,82	16,36
<i>PF/3</i>	97,15	87,84	37,79	114,34	47,60	114,65	67,29	56,80	28,10	104,57	68,44	54,20	85,53	22,56	70,73	49,32	104,04	69,32	31,56	53,89
<i>STRESS</i>	63,54	49,73	30,60	62,08	38,77	67,35	47,79	38,47	20,66	66,55	41,12	38,31	52,68	19,26	42,97	39,19	62,16	52,54	25,14	34,24

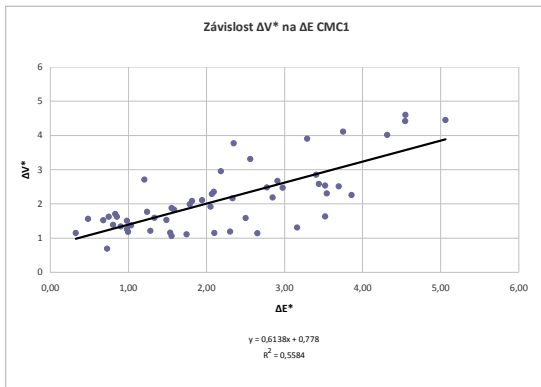
P3



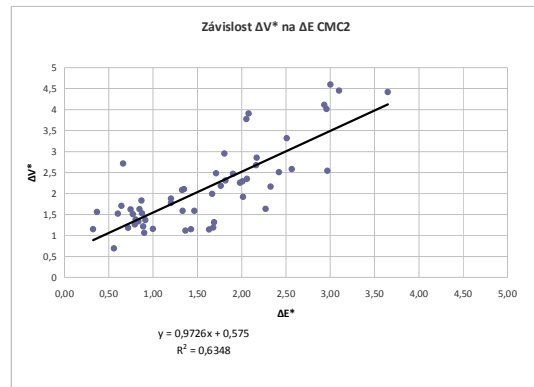
Obrázek č. 67 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIELAB pod simulátorem osvětlení D65



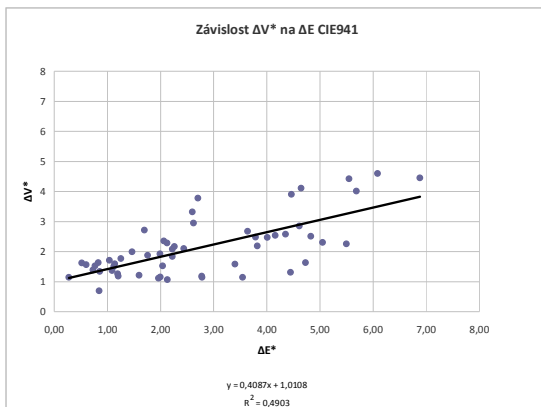
Obrázek č. 68 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 1 pod simulátorem osvětlení D65



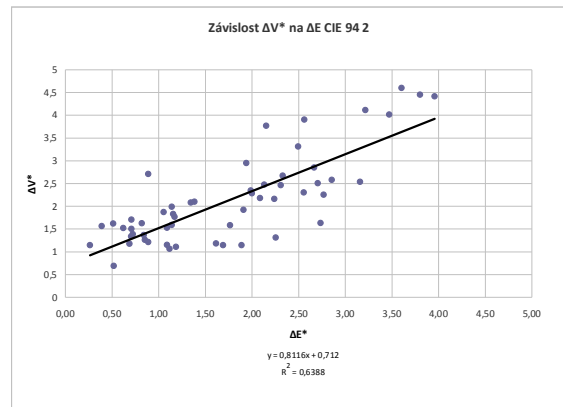
Obrázek č. 69 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 1 simulátorem osvětlení D65



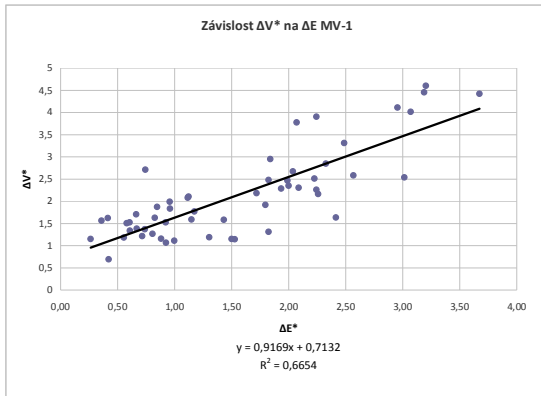
Obrázek č. 70 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 2 simulátorem osvětlení D65



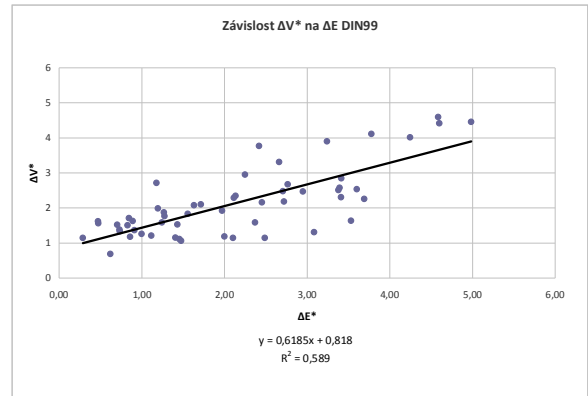
Obrázek č. 71 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 1B simulátorem osvětlení D65



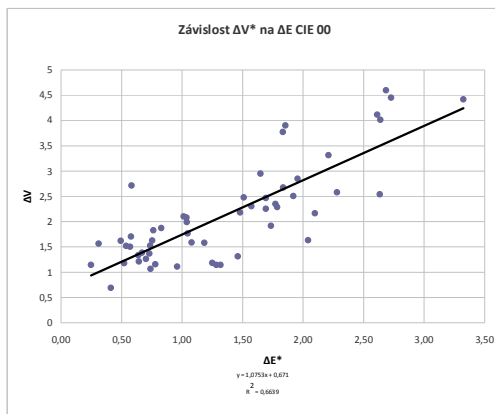
Obrázek č. 72 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 2 simulátorem osvětlení D65



Obrázek č. 73 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice MV-1 simulátorem osvětlení D65

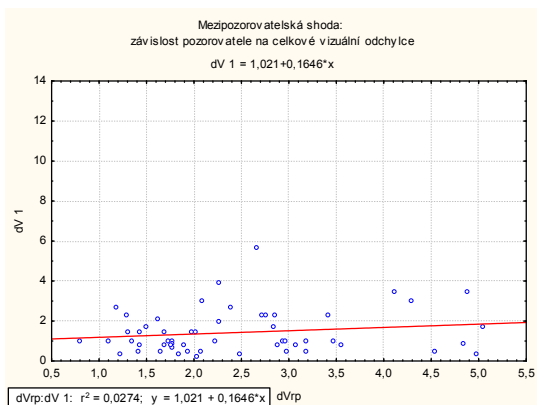


Obrázek č. 74 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice DIN 99 simulátorem osvětlení D65

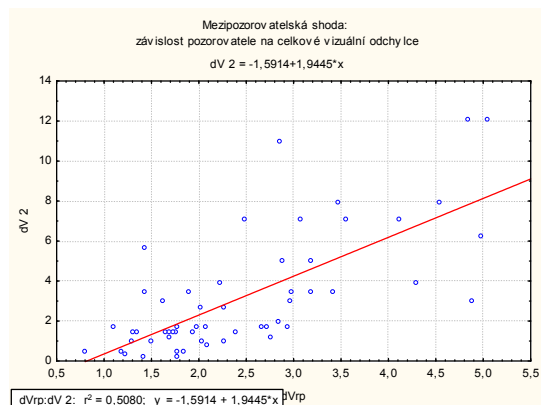


Obrázek č. 75 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 simulátorem osvětlení D65

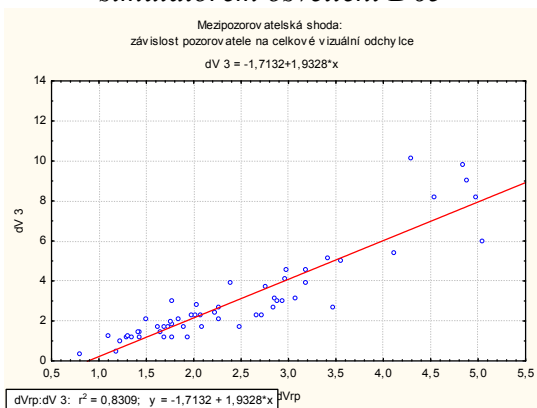
P4



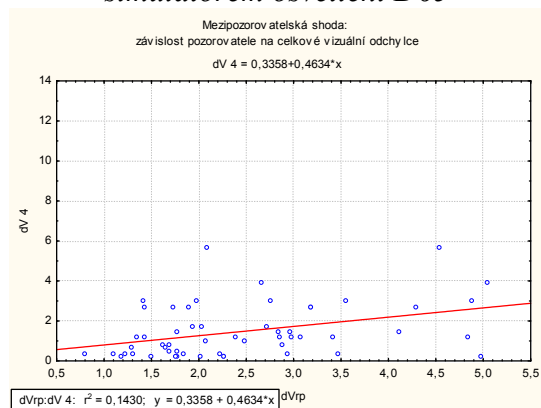
Obrázek č. 76 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 1 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



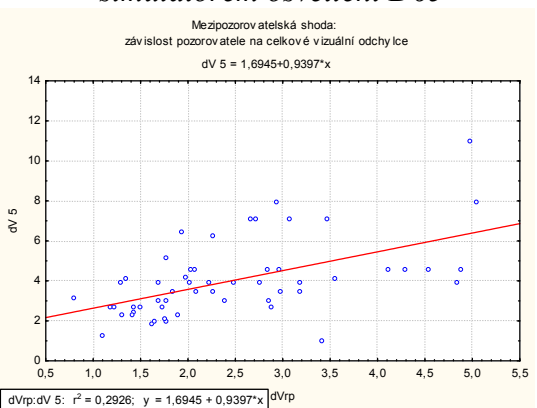
Obrázek č. 77 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 2 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



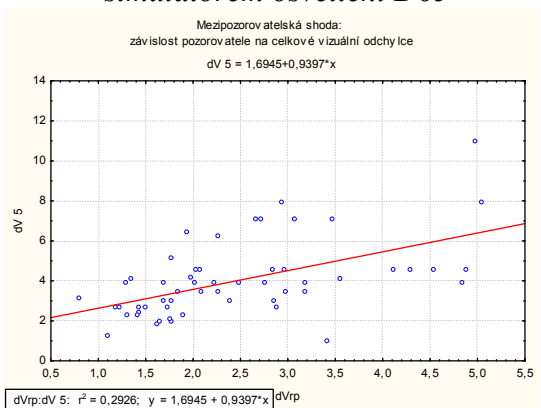
Obrázek č. 78 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 3 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



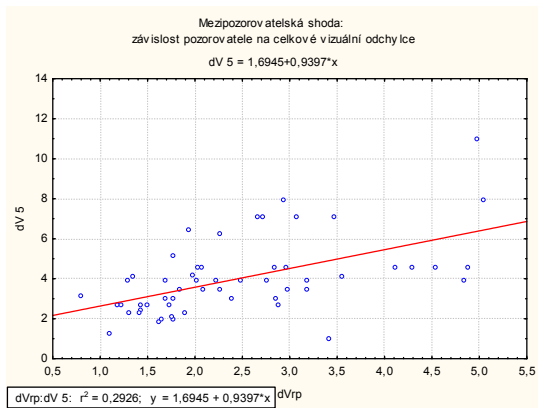
Obrázek č. 79 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 4 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



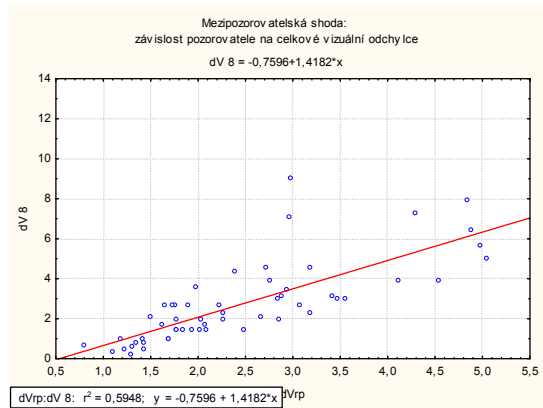
Obrázek č. 80 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 5 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



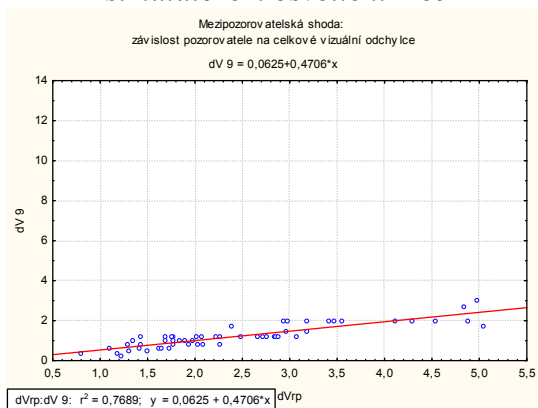
Obrázek č. 81 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 6 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



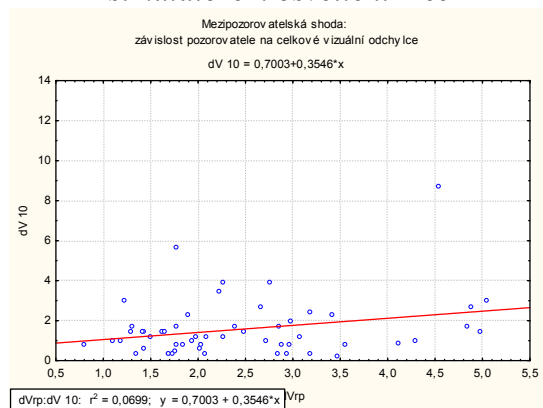
Obrázek č. 82 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 7 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



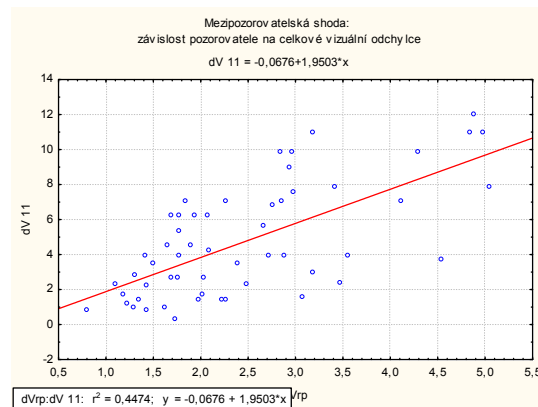
Obrázek č. 83 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



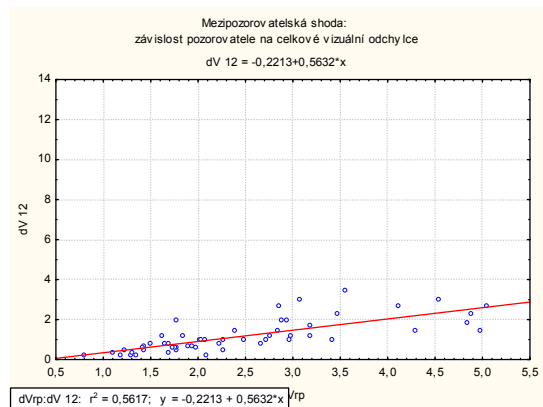
Obrázek č. 84 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 9 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



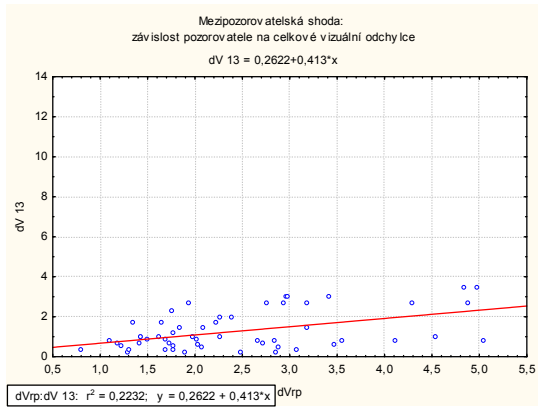
Obrázek č. 85 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 10 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



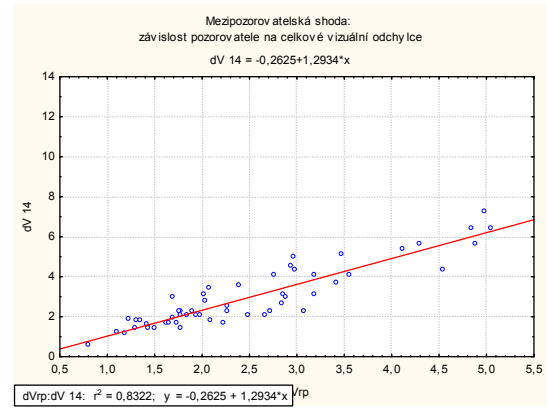
Obrázek č. 86 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 11 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



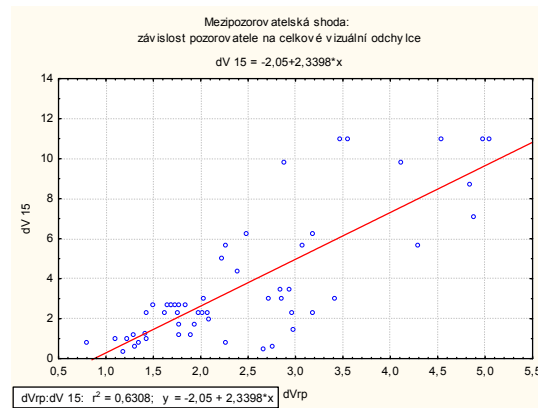
Obrázek č. 87 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 12 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



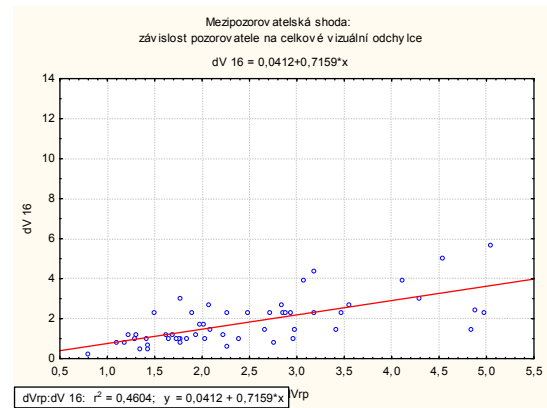
Obrázek č. 88 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 13 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



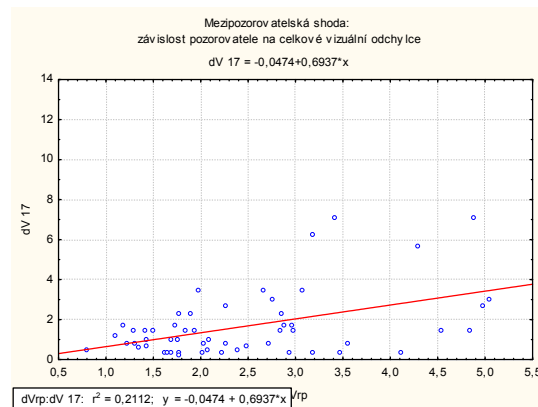
Obrázek č. 89 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 14 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



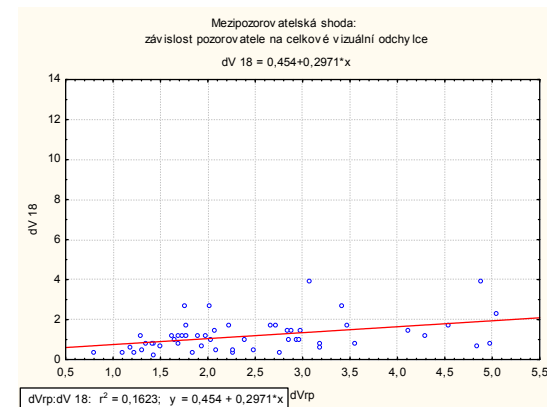
Obrázek č. 90 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 15 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



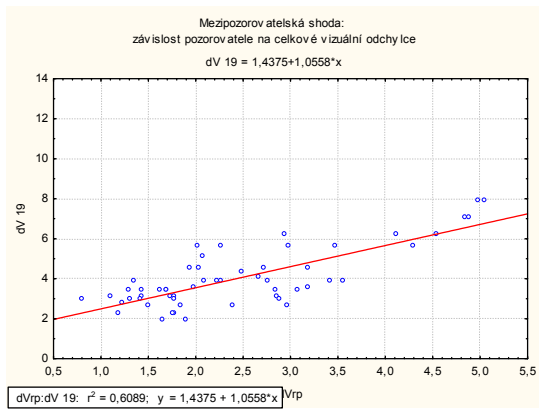
Obrázek č. 91 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 16 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



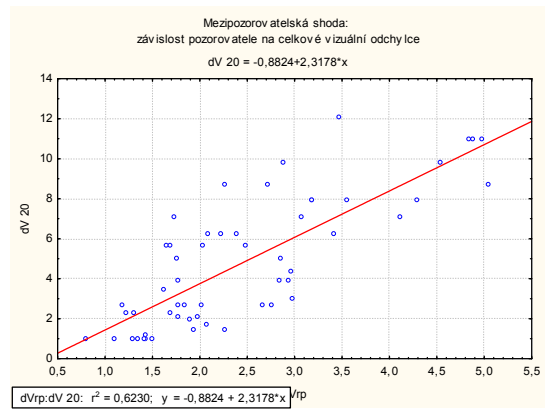
Obrázek č. 92 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 17 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



Obrázek č. 93 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 18 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



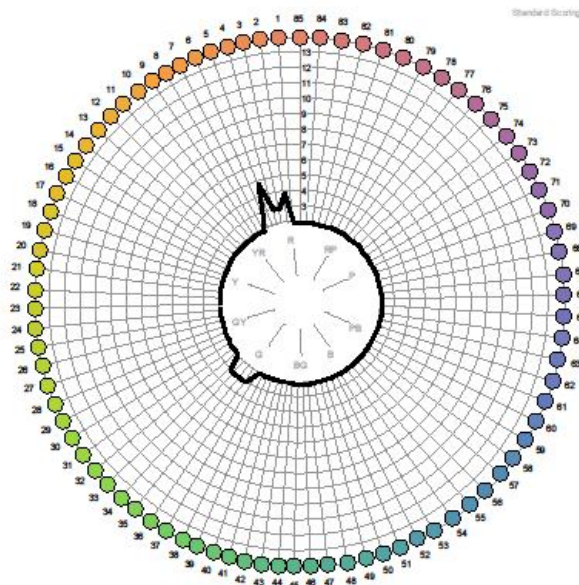
Obrázek č. 94 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 19 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65



Obrázek č. 95 – Graf mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 20 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení D65

P5

 Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



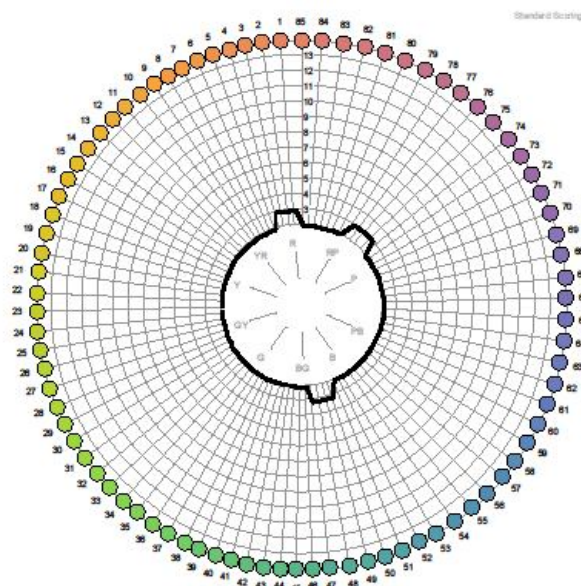
Total Error Score (TES): 12 Classification: Superior Discrimination Subject: 1 Reference: Date of Birth: Date of Test: 2/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 3,464 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 5, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 96 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 39 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 1 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,94	0,96	0,95	0,94	0,97	0,95
WDC	17,24	15,52	18,97	15,52	17,24	16,90
PF/3	35,54	25,78	25,33	34,53	41,84	32,60
STRESS	20,17	16,73	17,13	20,68	16,01	18,14



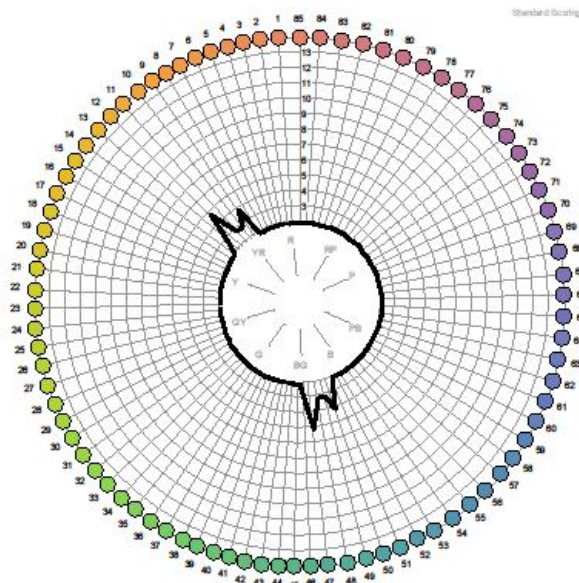
Total Error Score (TES): 12 Classification: Superior Discrimination Subject: 2 Reference: Date of Birth: Date of Test: 2/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 3,464 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 3, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 97 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 2 1 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 40 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 2 1 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,50	0,85	0,83	0,95	0,94	0,81
WDC	17,24	15,52	17,24	17,24	24,14	18,28
PF/3	88,08	55,94	67,78	29,45	32,49	54,75
STRESS	55,86	31,06	34,72	19,71	21,67	32,60



Total Error Score (TES): 16 Classification: Superior Discrimination Subject: 4 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 4,0 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

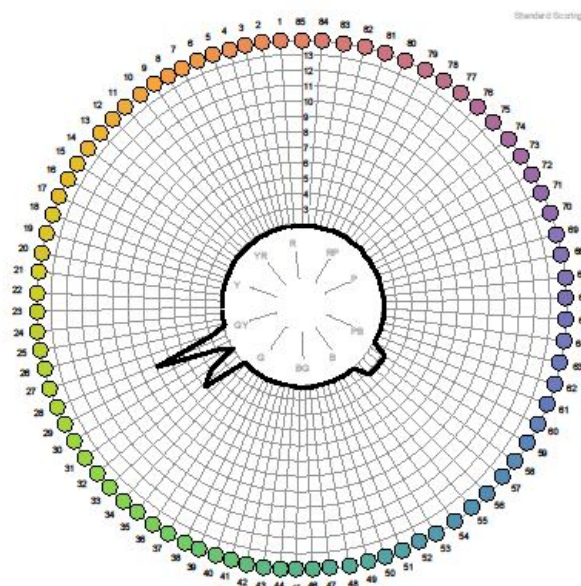
Obrázek č. 99 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 42 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 4 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,90	0,92	0,91	0,91	0,95	0,92
WDC	20,69	10,34	20,69	27,59	24,14	20,69
PF/3	57,84	47,36	42,49	34,35	40,18	44,45
STRESS	28,53	23,85	24,62	25,72	20,13	24,57



Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



Total Error Score (TES): 16 Classification: Superior Discrimination	Square Root Total Error Score: 4,0 Test Serial Number:
Subject: 5 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 28, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
	FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

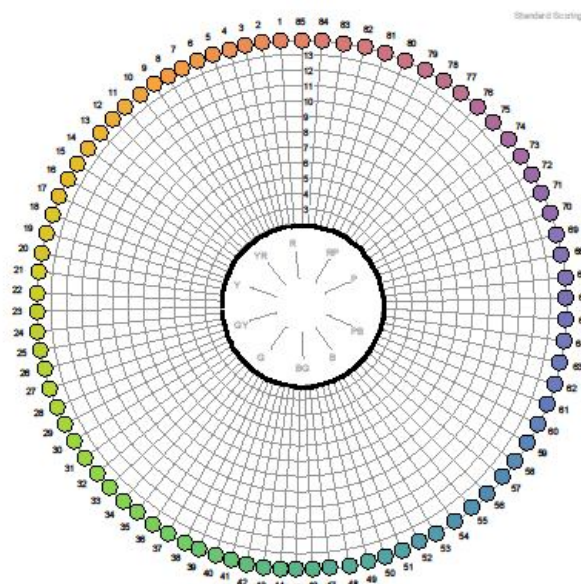
Obrázek č. 100 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 43 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 5 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,95	0,95	0,97	0,94	0,97	0,96
WDC	15,52	10,34	12,07	18,97	13,79	14,14
PF/3	38,57	37,66	43,15	49,02	41,38	41,96
STRESS	21,11	22,06	17,20	26,34	17,12	20,77



Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



Total Error Score (TES): 0 Classification: Superior Discrimination	Square Root Total Error Score: 0,0 Test Serial Number:
Subject: 6 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
	FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

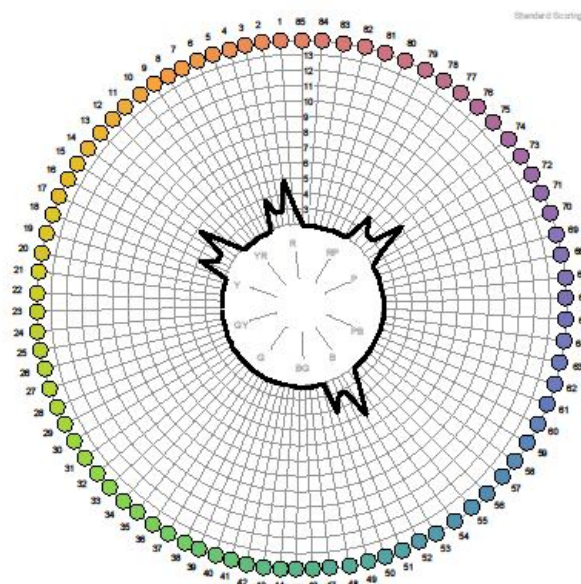
Obrázek č. 101 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 44 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 6 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,86	0,92	0,91	0,97	0,95	0,92
WDC	24,14	15,52	22,41	22,41	17,24	20,34
PF/3	37,07	33,43	29,77	20,86	35,25	31,28
STRESS	28,36	22,21	22,84	13,72	19,62	21,35



Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



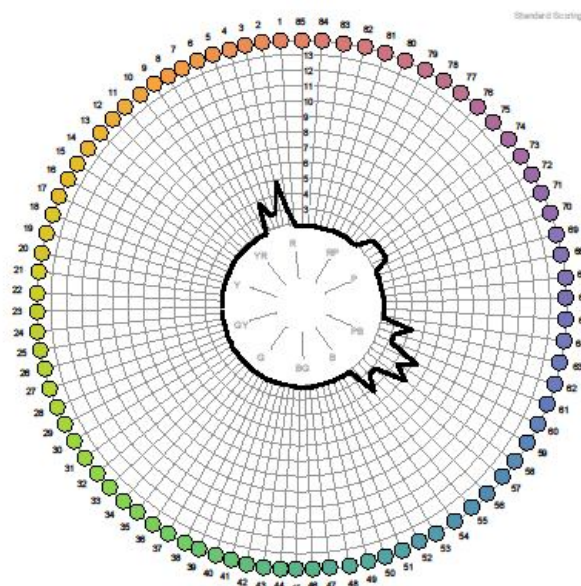
Total Error Score (TES): 32 Classification: Average Discrimination	Square Root Total Error Score: 5,657 Test Serial Number:
Subject: 7 Reference: Date of Birth: Date of Test: 30/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Cap Order: 85, 1, 3, 4, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84
	FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

Obrázek č. 102 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 45 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 7 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,94	0,93	0,97	0,96	0,97	0,95
WDC	18,97	15,52	17,24	17,24	20,69	17,93
PF/3	47,49	58,56	49,98	48,91	56,64	52,32
STRESS	26,17	28,43	20,08	21,54	19,20	23,08



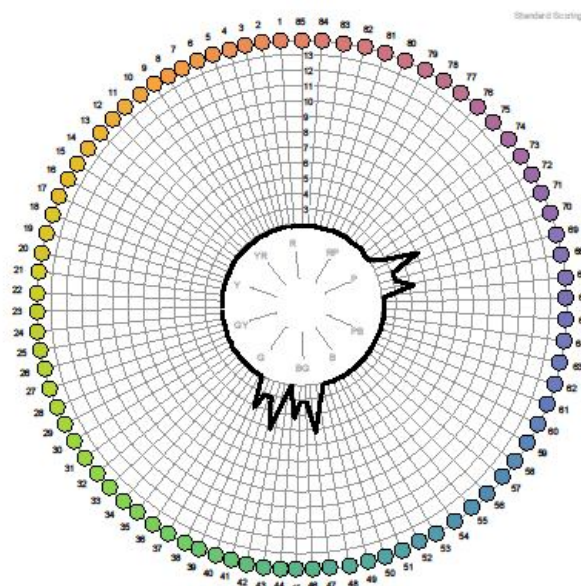
Total Error Score (TES): 28 Classification: Average Discrimination Subject: 8 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 5,292 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 4, 5, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 56, 57, 59, 61, 62, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 103 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 46 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 8 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,98	0,97	0,96	0,96	0,97	0,97
WDC	15,52	8,62	10,34	10,34	5,17	10,00
PF/3	36,74	29,32	41,43	32,96	27,52	33,59
STRESS	16,59	17,28	18,72	18,74	18,12	17,89



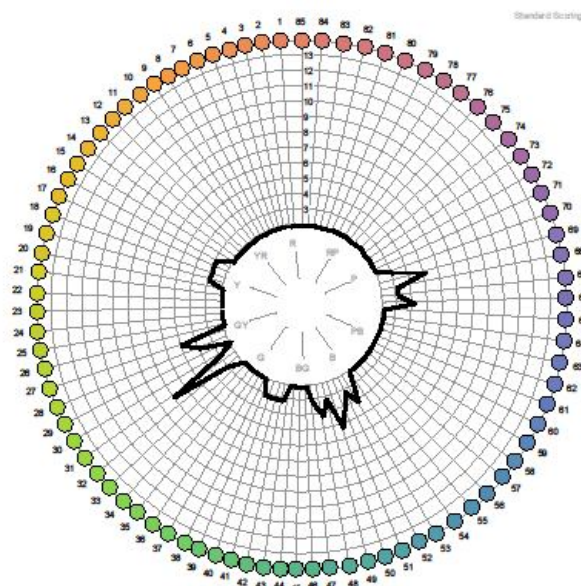
Total Error Score (TES): 24 Classification: Average Discrimination Subject: 9 Reference: Date of Birth: Date of Test: 30/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 4,899 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 104 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 9 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 47 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č.9 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,92	0,94	0,96	0,95	0,98	0,95
WDC	10,34	12,07	5,17	12,07	12,07	10,34
PF/3	36,30	32,63	34,32	29,79	24,95	31,60
STRESS	24,69	22,90	18,21	19,96	13,60	19,87



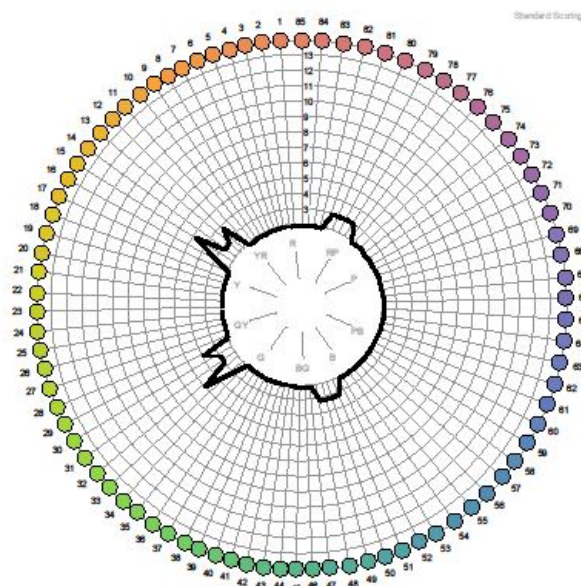
Total Error Score (TES): 40 Classification: Average Discrimination Subject: 10 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: D65	Square Root Total Error Score: 6,325 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 48, 51, 52, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 105 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 48 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 10 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,94	0,93	0,95	0,93	0,98	0,95
WDC	15,52	13,79	18,97	22,41	15,52	17,24
PF/3	57,38	53,29	44,48	49,47	45,70	50,06
STRESS	25,23	26,67	22,23	27,52	16,80	23,69



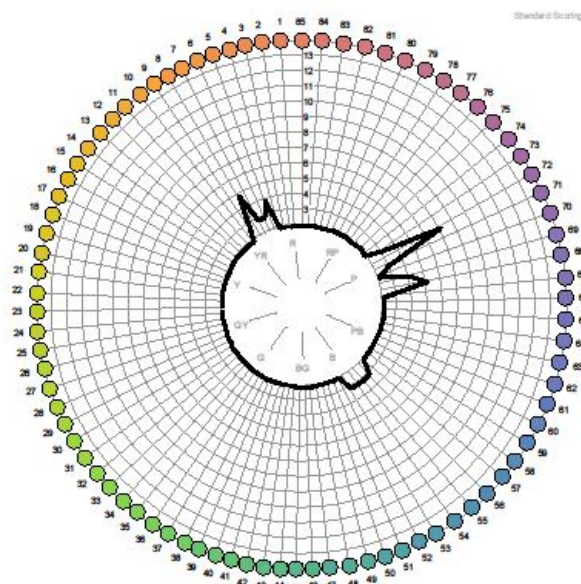
Total Error Score (TES): 24 Classification: Average Discrimination Subject: 11 Reference: Date of Birth: Date of Test: 15/2/2016 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 4,899 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 79, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 106 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 49 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 11 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,97	0,98	0,95	0,96	0,97	0,97
WDC	8,62	10,34	13,79	17,24	12,07	12,41
PF/3	55,52	41,88	44,82	33,61	44,97	44,16
STRESS	18,09	15,62	20,95	21,71	16,04	18,48



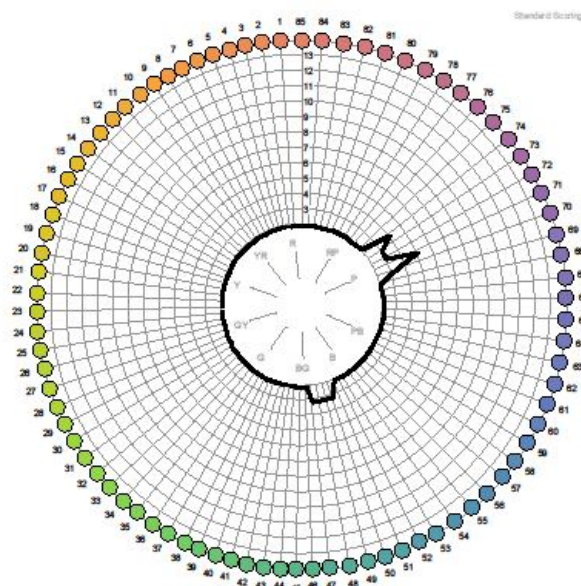
Total Error Score (TES): 24 Classification: Average Discrimination Subject: 12 Reference: Date of Birth: Date of Test: 15/2/2016 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 4,899 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 107 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 12 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 50 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 12 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,85	0,93	0,91	0,91	0,92	0,91
WDC	10,34	13,79	22,41	27,59	20,69	18,97
PF/3	37,79	37,65	37,27	45,84	41,29	39,97
STRESS	29,68	20,72	26,03	26,65	24,40	25,50



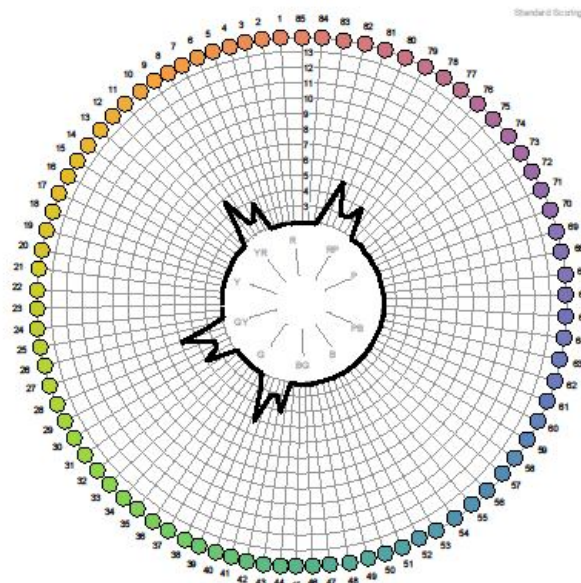
Total Error Score (TES): 12 Classification: Superior Discrimination Subject: 13 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 3,464 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 108 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 51 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 13 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,89	0,90	0,91	0,92	0,88	0,90
WDC	20,69	13,79	18,97	15,52	22,41	18,28
PF/3	51,92	51,92	43,33	53,60	42,45	48,64
STRESS	28,41	27,00	24,82	24,29	31,54	27,21



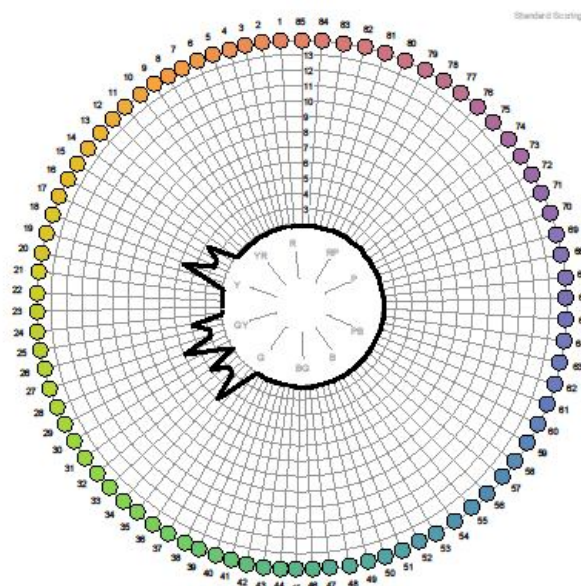
Total Error Score (TES): 32 Classification: Average Discrimination Subject: 14 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 5,657 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 79, 80, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 109 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 52 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 14 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,93	0,97	0,98	0,98	0,97	0,97
WDC	12,07	10,34	12,07	8,62	10,34	10,69
PF/3	33,41	26,60	27,21	20,57	25,93	26,74
STRESS	23,85	15,88	13,14	12,46	15,15	16,09



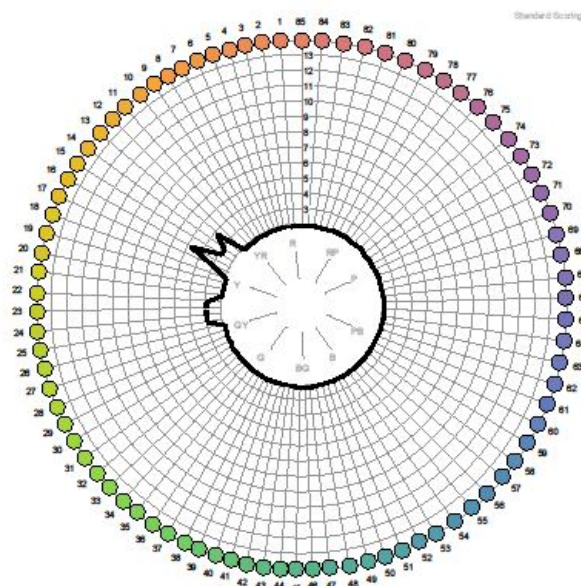
Total Error Score (TES): 24 Classification: Average Discrimination Subject: 15 Reference: Date of Birth: Date of Test: 17/2/2016 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 4,899 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 110 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 53 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 15 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,89	0,89	0,85	0,88	0,89	0,88
WDC	15,52	20,69	31,03	22,41	27,59	23,45
PF/3	42,41	27,65	32,22	36,21	36,14	34,93
STRESS	23,93	21,04	24,36	25,62	24,49	23,89



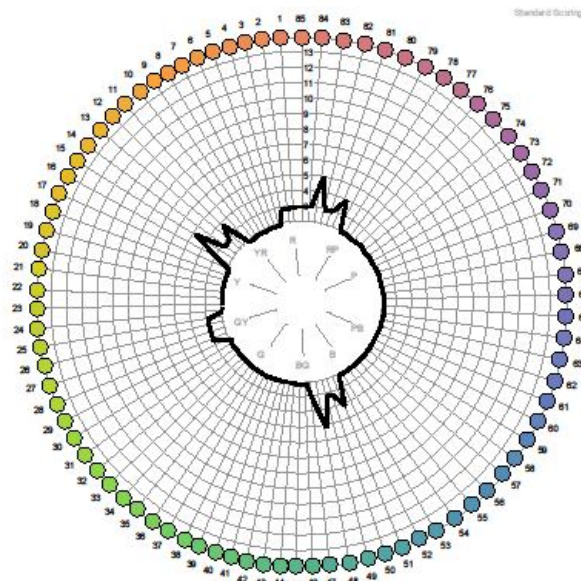
Total Error Score (TES): 12 Classification: Superior Discrimination Subject: 16 Reference: Date of Birth: Date of Test: 11/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 3,464 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 111 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 16 pod pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 54 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 16 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,95	0,96	0,99	0,98	0,97	0,97
WDC	6,90	5,17	6,90	12,07	12,07	8,62
PF/3	39,19	31,10	23,54	29,44	140,19	52,69
STRESS	20,68	17,97	11,68	13,35	17,42	16,22



Total Error Score (TES): 32 Classification: Average Discrimination Subject: 17 Reference: Date of Birth: Date of Test: 17/2/2016 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 5,657 Test Serial Number: Cap Order: 85, 2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 81, 82, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

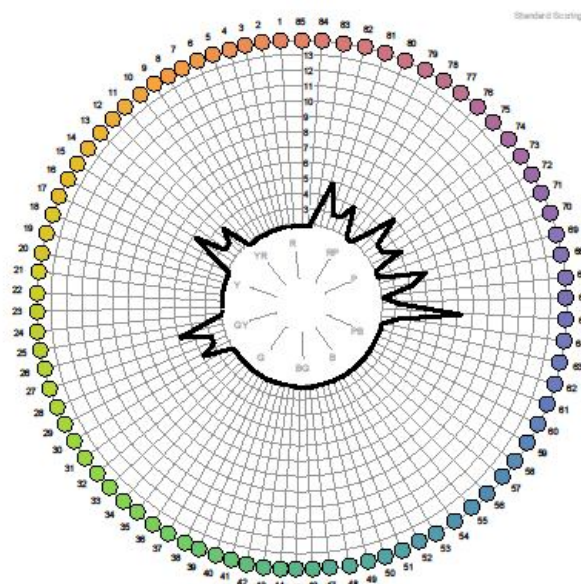
Obrázek č. 112 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 55 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 17 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,96	0,97	0,98	0,97	0,95	0,97
WDC	17,24	6,90	8,62	13,79	20,69	13,45
PF/3	37,34	27,66	24,78	25,30	29,46	28,91
STRESS	18,78	15,87	12,91	16,76	19,28	16,72



Farnsworth-Munsell 100 Hue Test Results



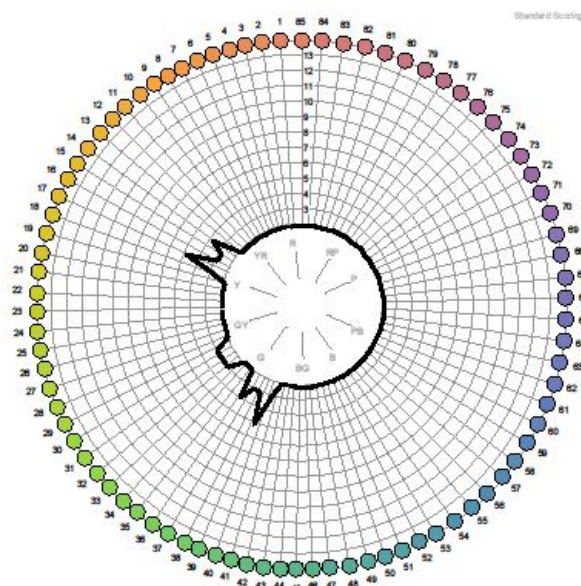
Total Error Score (TES): 44 Classification: Average Discrimination	Square Root Total Error Score: 6,633 Test Serial Number:
Subject: 18 Reference: Date of Birth: Date of Test: 17/2/2016 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 65, 69, 70, 71, 72, 75, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 82, 80, 81, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:

Test produced by:
Munsell Color Services Laboratory
X-Rite Inc
Kentwood, MI

Obrázek č. 113 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 56 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 18 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,97	0,96	0,97	0,97	0,74	0,92
WDC	17,24	20,69	17,24	15,52	20,69	18,28
PF/3	45,49	46,46	29,47	27,16	63,00	42,32
STRESS	16,93	20,73	18,34	17,69	55,36	25,81



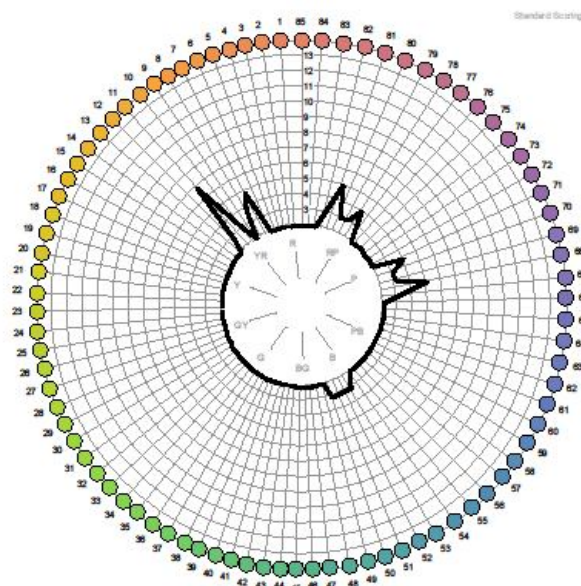
Total Error Score (TES): 20 Classification: Average Discrimination Subject: 19 Reference: Date of Birth: Date of Test: 30/11/2015 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 4,472 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
---	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 114 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 57 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 19 pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,93	0,97	0,98	0,96	0,98	0,96
WDC	15,52	24,14	25,86	17,24	25,86	21,72
D%	78,57	66,67	64,29	76,19	64,29	70,00
STRESS	24,14	15,56	14,68	17,29	14,51	17,24



Total Error Score (TES): 32 Classification: Average Discrimination Subject: 20 Reference: Date of Birth: Date of Test: 15/2/2016 Test Duration: (mins) Gender: Unspecified Geographic Location: Unspecified Industry Type: Unspecified Primary Job Function: Unspecified Years of Experience: Unspecified Illumination Type: Other	Square Root Total Error Score: 5,657 Test Serial Number: Cap Order: 85, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 79, 80, 82, 83, 84 FM 100 hue test results not certified (No Serial Number). Comments:
--	---

Test produced by:
 Munsell Color Services Laboratory
 X-Rite Inc
 Kentwood, MI

Obrázek č. 115 – Vyhodnocení FM 100 Hue test respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení V LED

Tabulka č. 58 – Vyhodnocení charakteristik pro respondenta č. 20 pod simulátorem osvětlení V LED

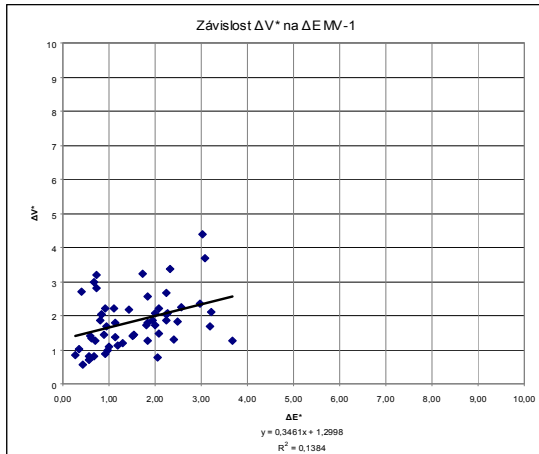
Criterion	1	2	3	4	5	ϕ
COQ	0,95	0,95	0,93	0,96	0,97	0,95
WDC	22,41	20,69	18,97	18,97	24,13	21,03
PF/3	61,15	59,38	47,02	47,41	52,44	53,48
STRESS	23,58	26,2	28,42	19,00	17,63	22,96

P6

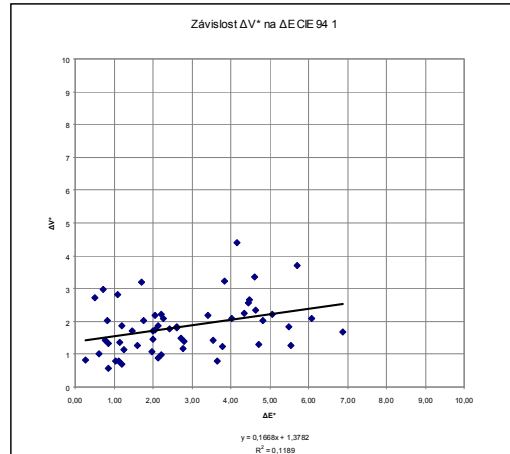
Tabulka č. 59 - Mezipozorovatelská shoda respondentů pod simulátorem osvětlení V LED

Criterion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>COQ</i>	0,02	0,30	-0,16	0,37	0,39	-0,17	0,40	-0,05	0,15	0,04	0,20	0,40	0,28	0,42	0,18	0,08	0,33	0,03	0,33	0,37
<i>WDC</i>	65,45	47,27	41,82	43,64	32,73	41,82	54,55	63,64	23,64	58,18	25,45	56,36	36,36	23,64	65,45	67,27	32,73	67,27	30,91	36,36
<i>PF/3</i>	113,98	132,12	124,80	91,27	106,22	116,76	124,49	152,12	117,82	139,59	89,92	59,76	102,00	115,66	99,96	122,82	96,53	124,91	70,75	112,53
<i>STRESS</i>	67,52	67,65	70,95	61,29	59,11	68,87	70,09	84,73	65,53	75,65	61,04	46,43	66,69	61,75	61,84	75,58	59,53	79,47	54,59	65,28

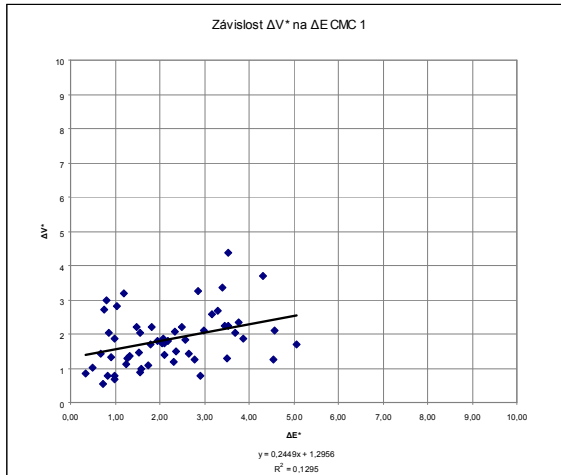
P7



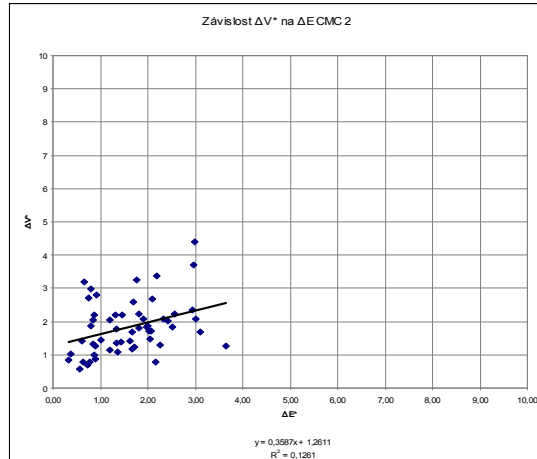
Obrázek č. 116 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice MV-1 pod simulátorem osvětlení V LED



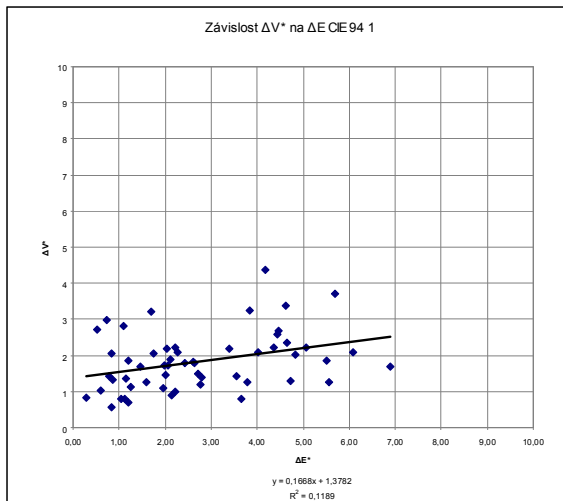
Obrázek č. 117 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIELAB 1 pod simulátorem osvětlení V LED



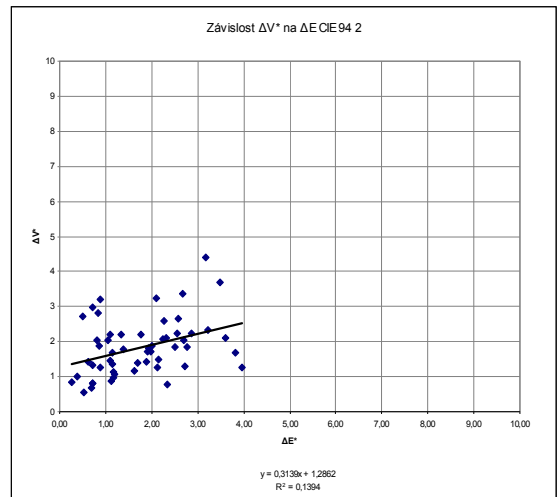
Obrázek č. 118 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 1 1 pod simulátorem osvětlení V LED



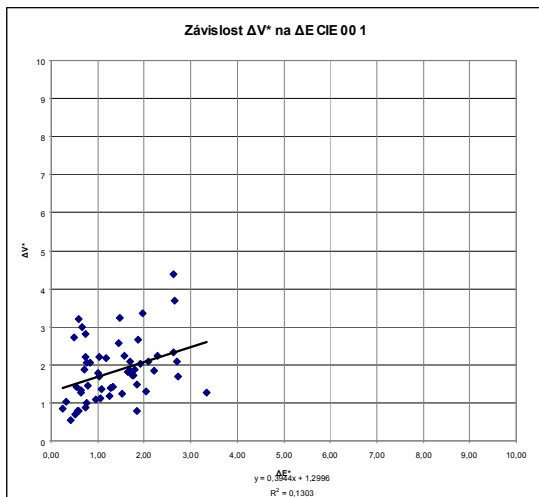
Obrázek č. 119 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CMC 2 1 pod simulátorem osvětlení V LED



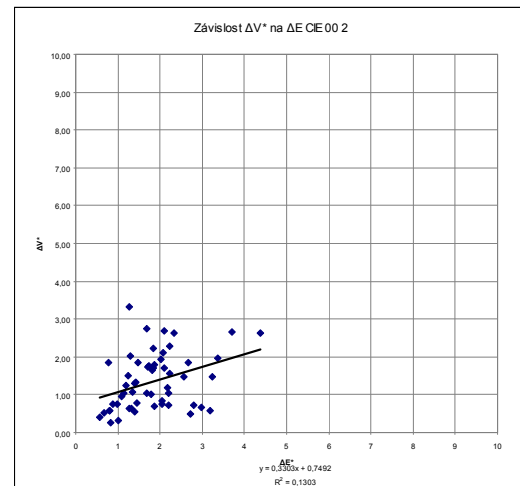
Obrázek č. 120 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 1 pod simulátorem osvětlení V LED



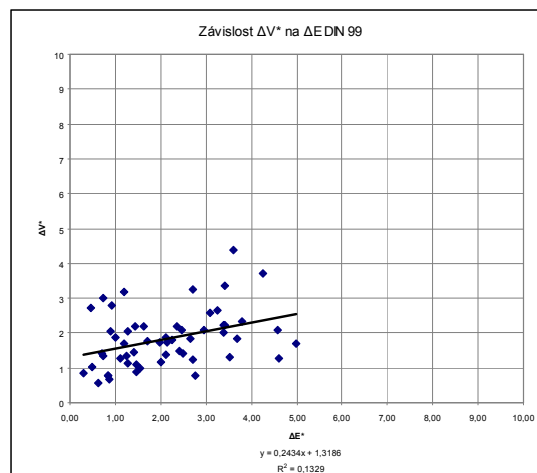
Obrázek č. 121 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 94 2 pod simulátorem osvětlení V LED



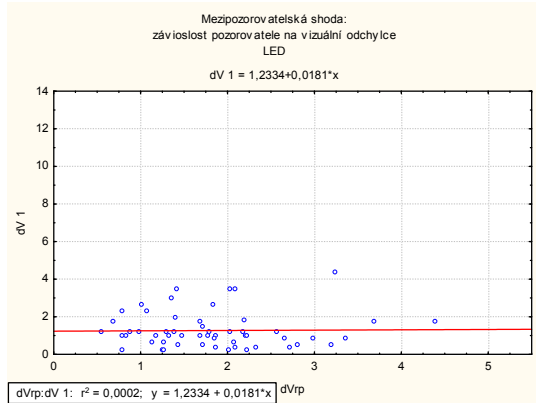
Obrázek č. 122 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 1 pod simulátorem osvětlení V LED



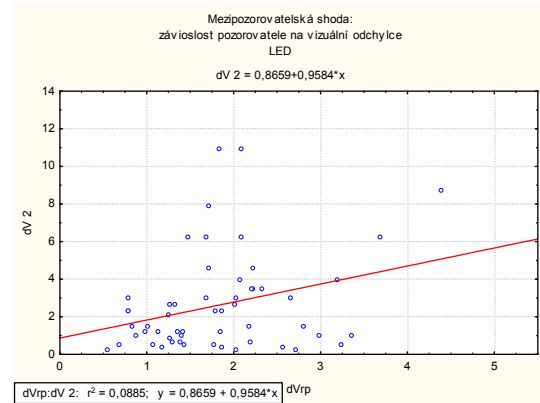
Obrázek č. 123 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice CIE 00 2 pod simulátorem osvětlení V LED



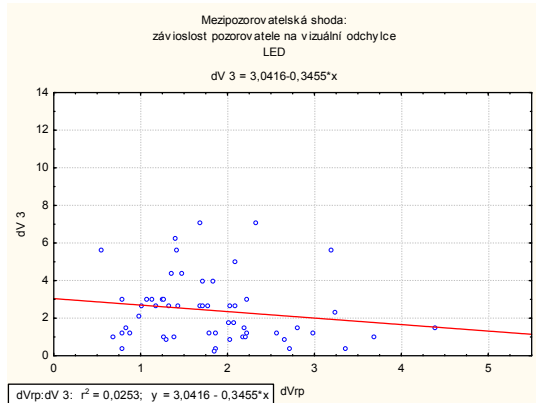
Obrázek č. 124 – Graf závislosti ΔV^* na ΔE^* rovnice DIN 99 pod simulátorem osvětlení V LED



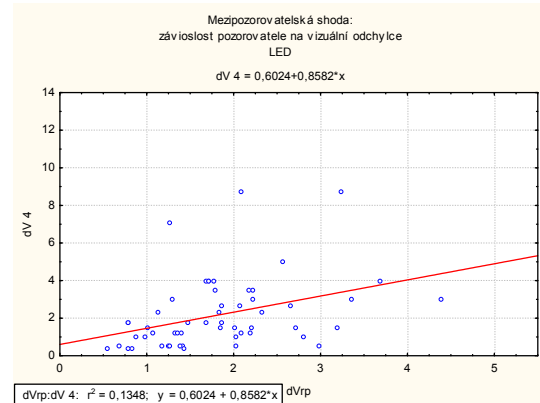
Obrázek č. 125 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 1 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



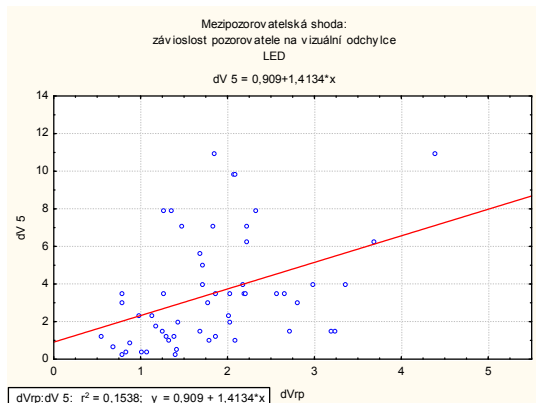
Obrázek č. 126 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 2 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



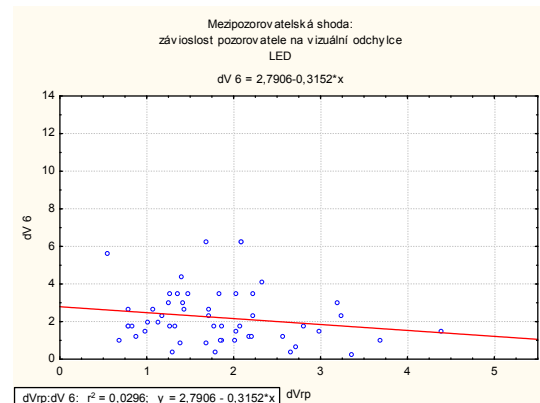
Obrázek č. 127 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 3 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



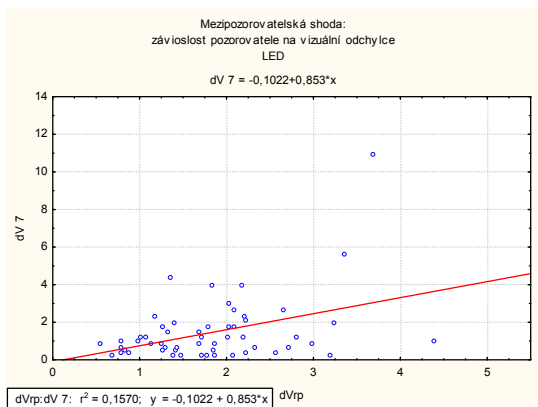
Obrázek č. 128 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 4 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



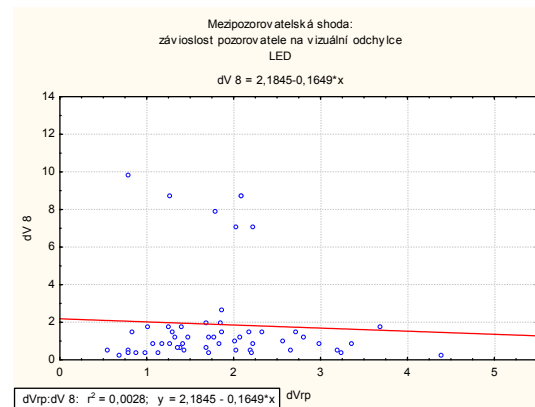
Obrázek č. 129 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 5 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



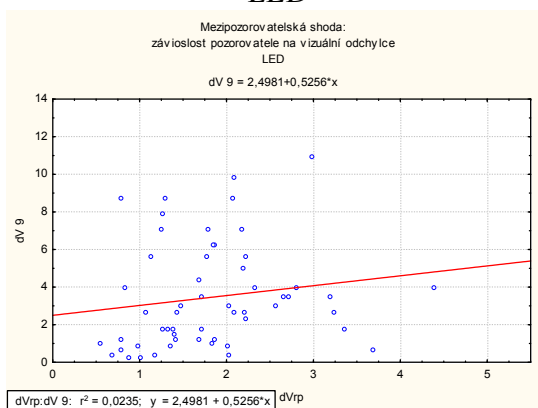
Obrázek č. 130 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 6 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



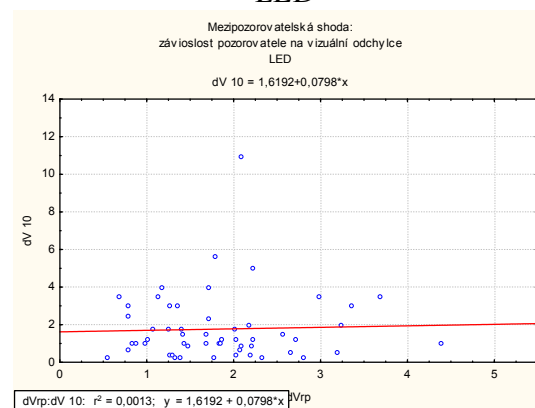
Obrázek č. 131 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 7 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



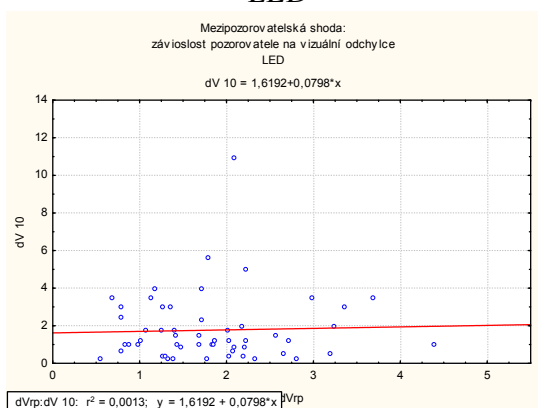
Obrázek č. 132 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 8 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



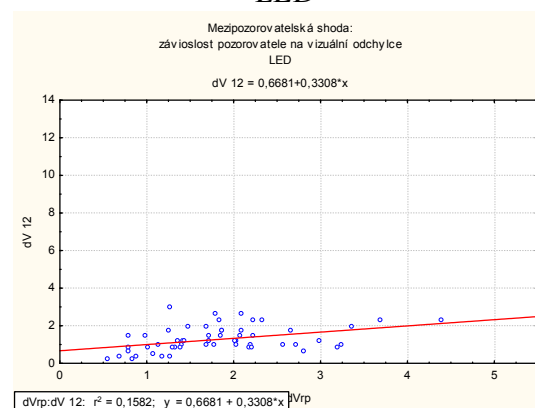
Obrázek č. 133 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 9 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



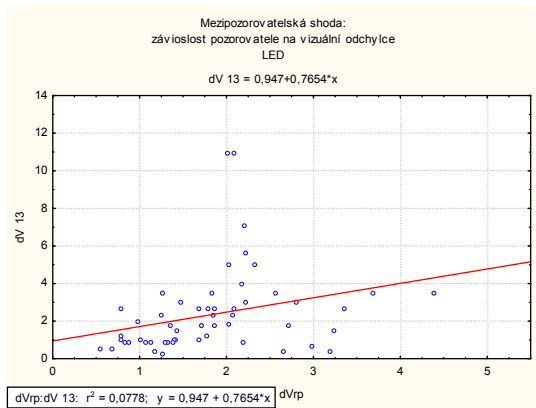
Obrázek č. 134 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 10 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



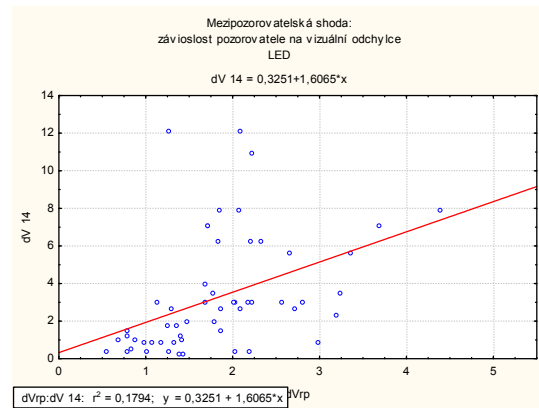
Obrázek č. 135 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 11 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



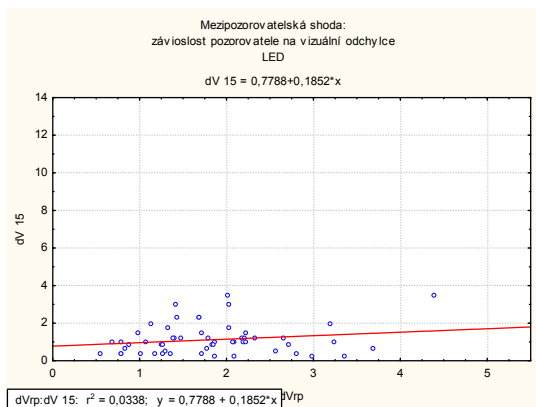
Obrázek č. 136 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 12 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



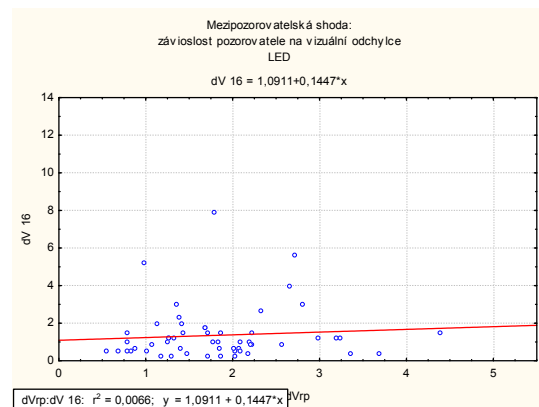
Obrázek č. 137 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 13 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



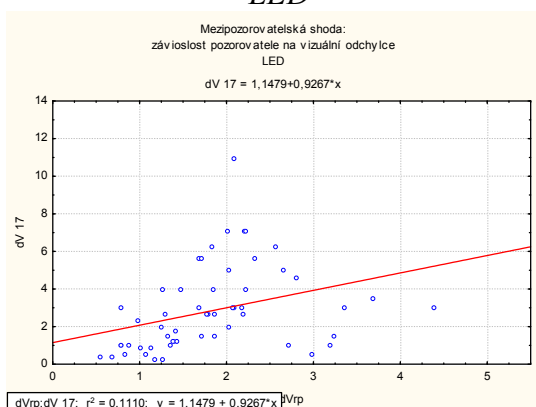
Obrázek č. 138 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 14 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



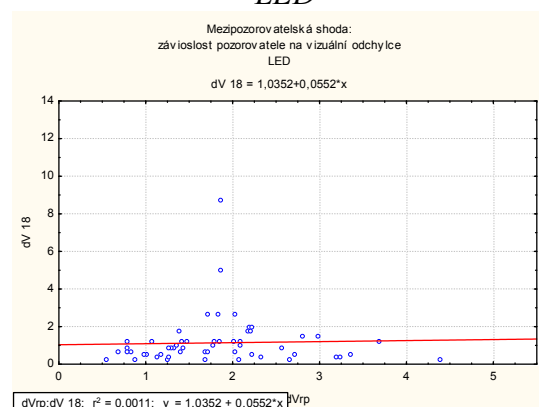
Obrázek č. 139 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 15 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



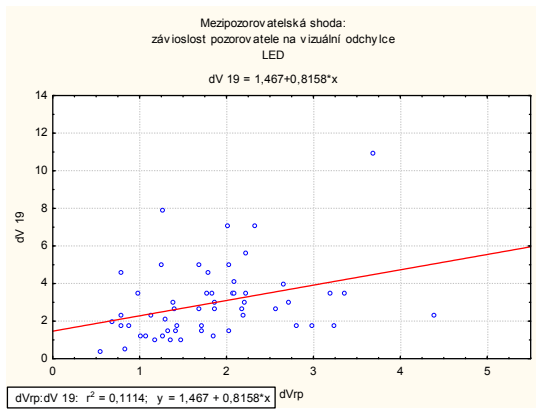
Obrázek č. 140 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 16 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



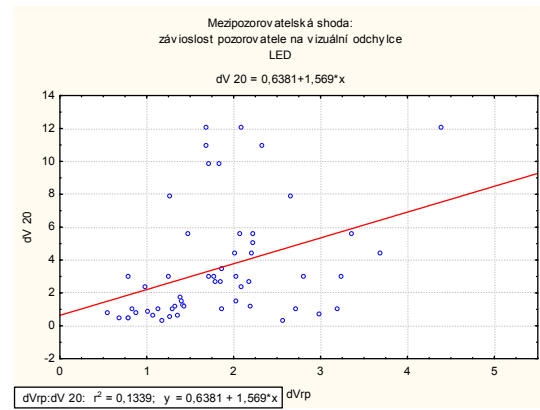
Obrázek č. 141 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 17 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



Obrázek č. 142 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 18 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



Obrázek č. 143 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 19 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED



Obrázek č. 144 – Graf
mezipozorovatelské shody: Závislost pozorovatele č. 20 na celkové vizuální odchylce pod simulátorem osvětlení V LED