



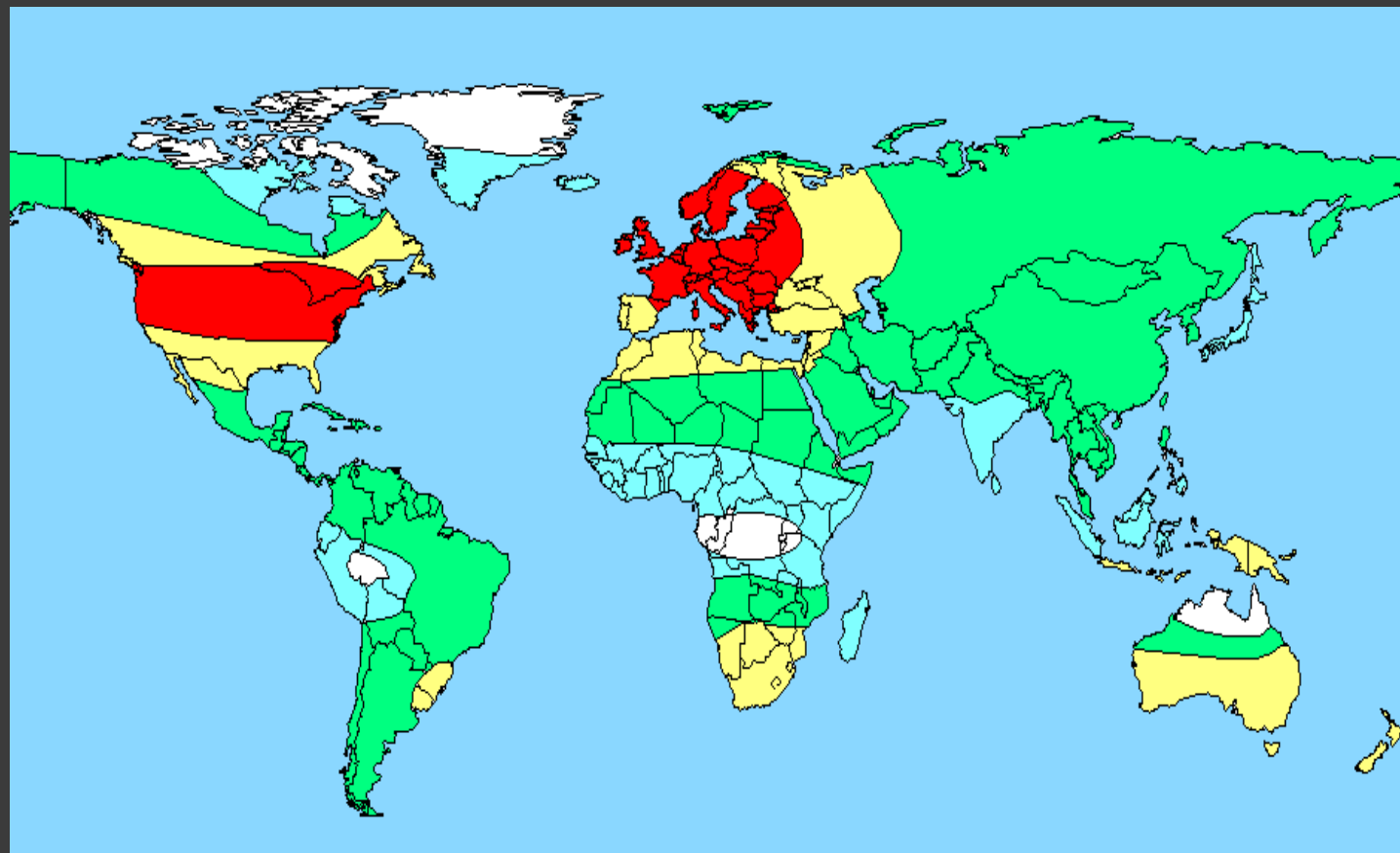
IV. LED Konferencia

2013. február 5-6.

ÚJ SZÍNLÁTÁS VIZSGÁLÓ MŰSZER LED FÉNYFORRÁSOKKAL

LANGER INGRID, DR. WENZEL KLÁRA

A föld szintévesztő férfi lakosságának százalékos eloszlása



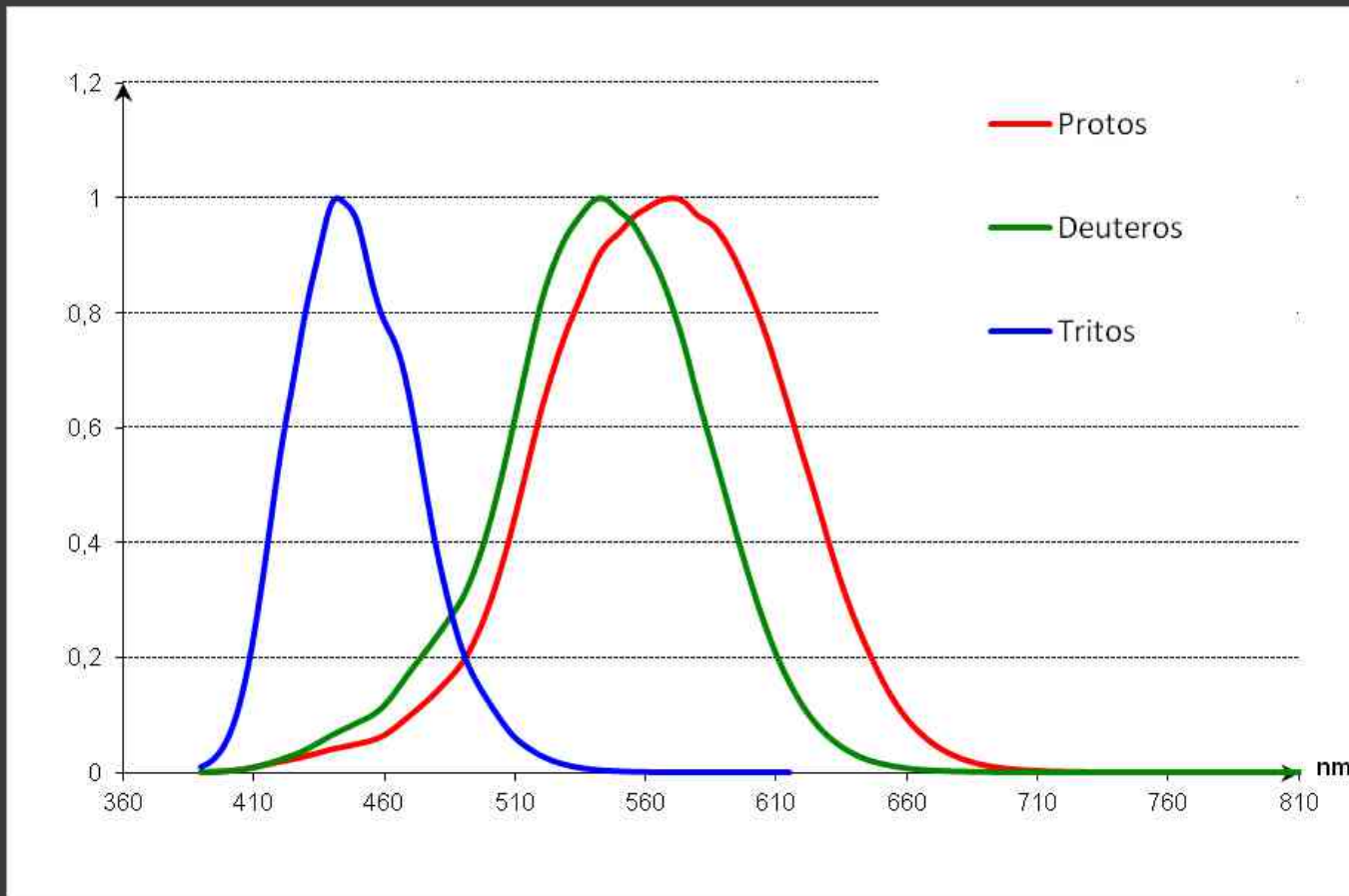
8%

6%

4%

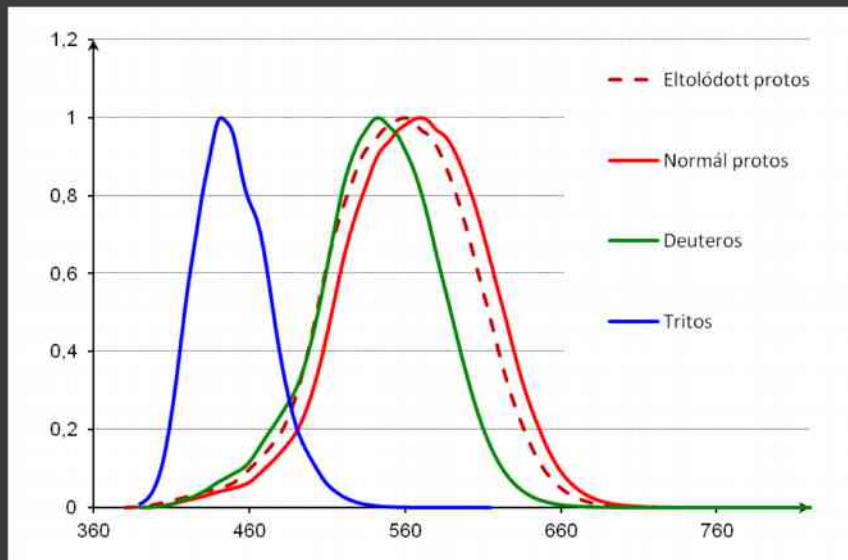
2%

A színérzékelő receptorok érzékenysége spektrális eloszlása (Stockmann-Sharpe görbék)

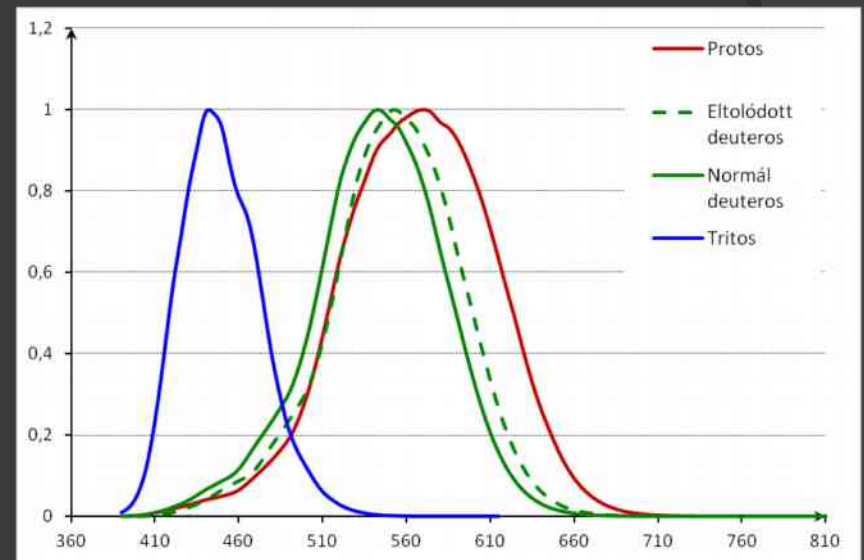


Normál színlátók

Színtévesztők színérzékelő receptorainak spektrális érzékenységi görbéi



Protos eltolódott a deuteros felé
protanomália



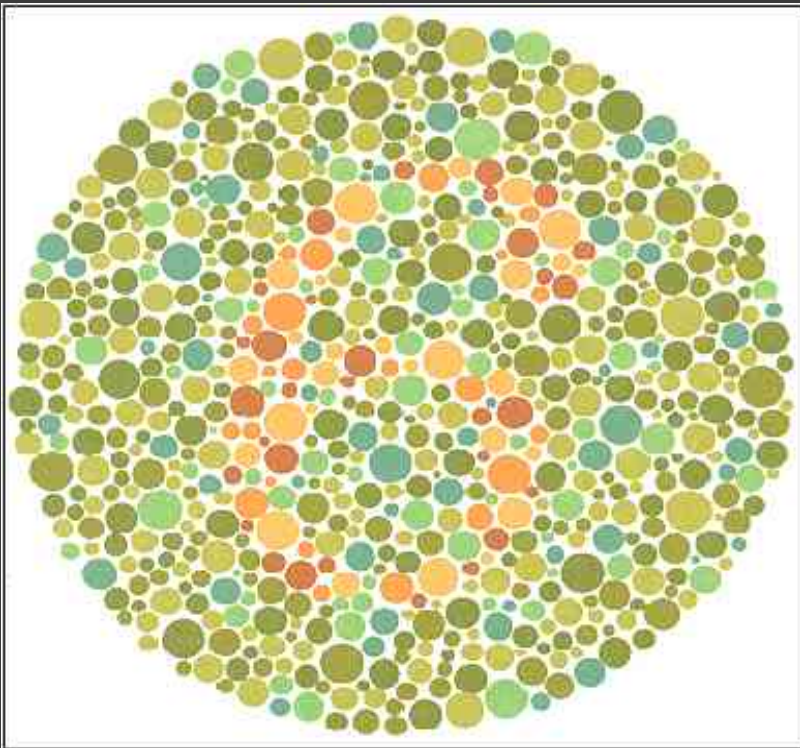
Deuteros eltolódott a protos felé
deuteranomália

A színlátásvizsgálat legismertebb módszerei:

1. Pszeudoizokromatikus tesztek, pl. Ishihara teszt
2. Anomaloszkóp
3. D15 teszt
4. Farnsworth-Munsell 100 Hue teszt
5. Lantern-teszt

Stb (több, mint 100)

Az Ishihara teszt



Előnye:

- egyszerű, gyors
- viszonylag olcsó

Hátránya:

- csak válogatásra alkalmas
(színtévesztő -nem színtévesztő)

A Heidelbergi anomaloszkóp

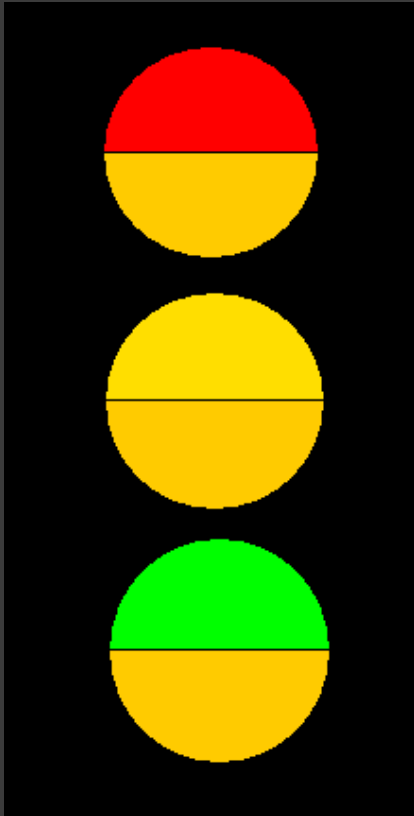
Előnye:

- számszerű eredményt ad

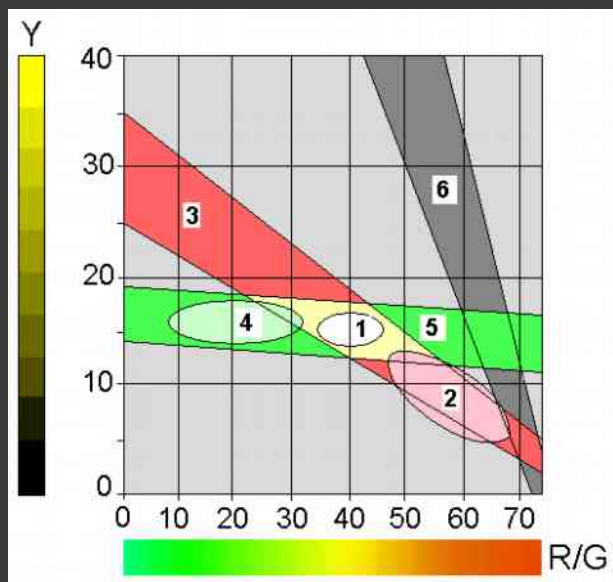
Hátránya:

- drága a műszer, kevés helyen van

- kevesen tudnak jól mérni vele



Az anomaloszkópos mérés diagnózisa



Feladat:

- A felső mező színét és az alsó mező világosságát úgy állítani be, hogy az alsó és a felső mező azonos színűnek és világosságúnak tűnjön

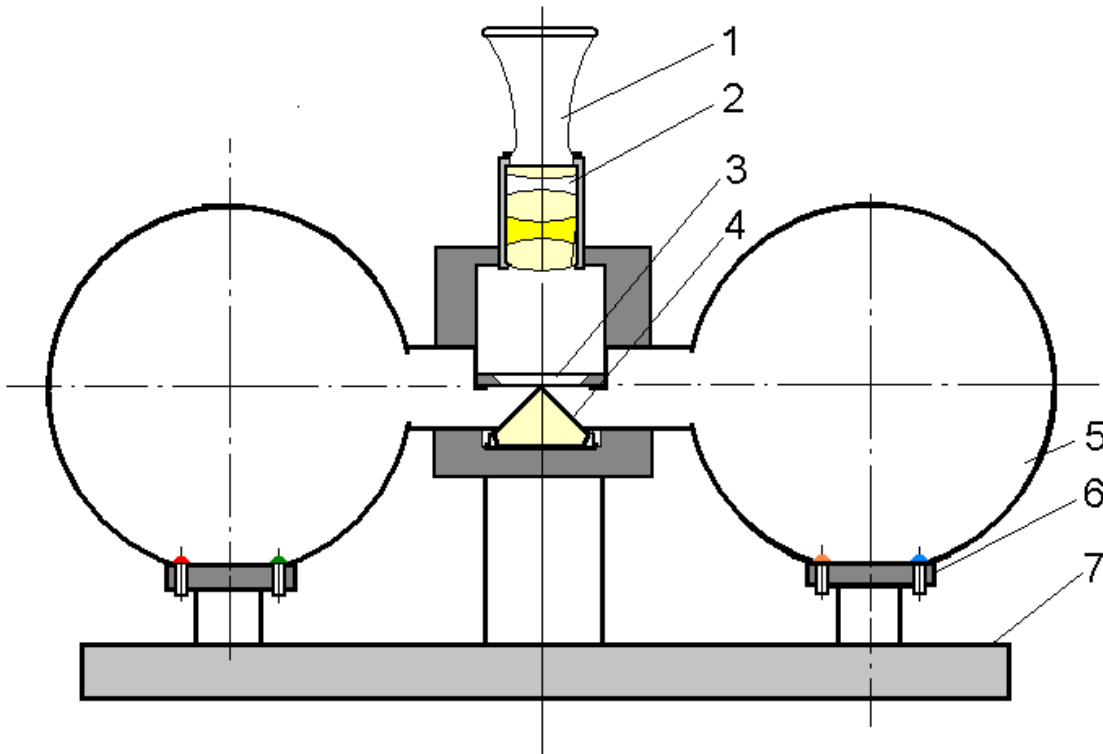
Mérendő mennyiségek:

- R/G - a vörös-zöld keverési arány a felső mezőben
- Y - az alsó mező világossága

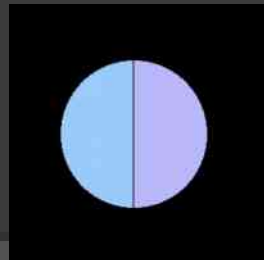
Diagnózis:

- | | |
|---|------------------|
| 1 | normál színlátás |
| 2 | protanomália |
| 3 | protanófia |
| 4 | deuteranomália |
| 5 | deuteranófia |
| 6 | akromatopszia |

Az ötszínű anomaloszkóp



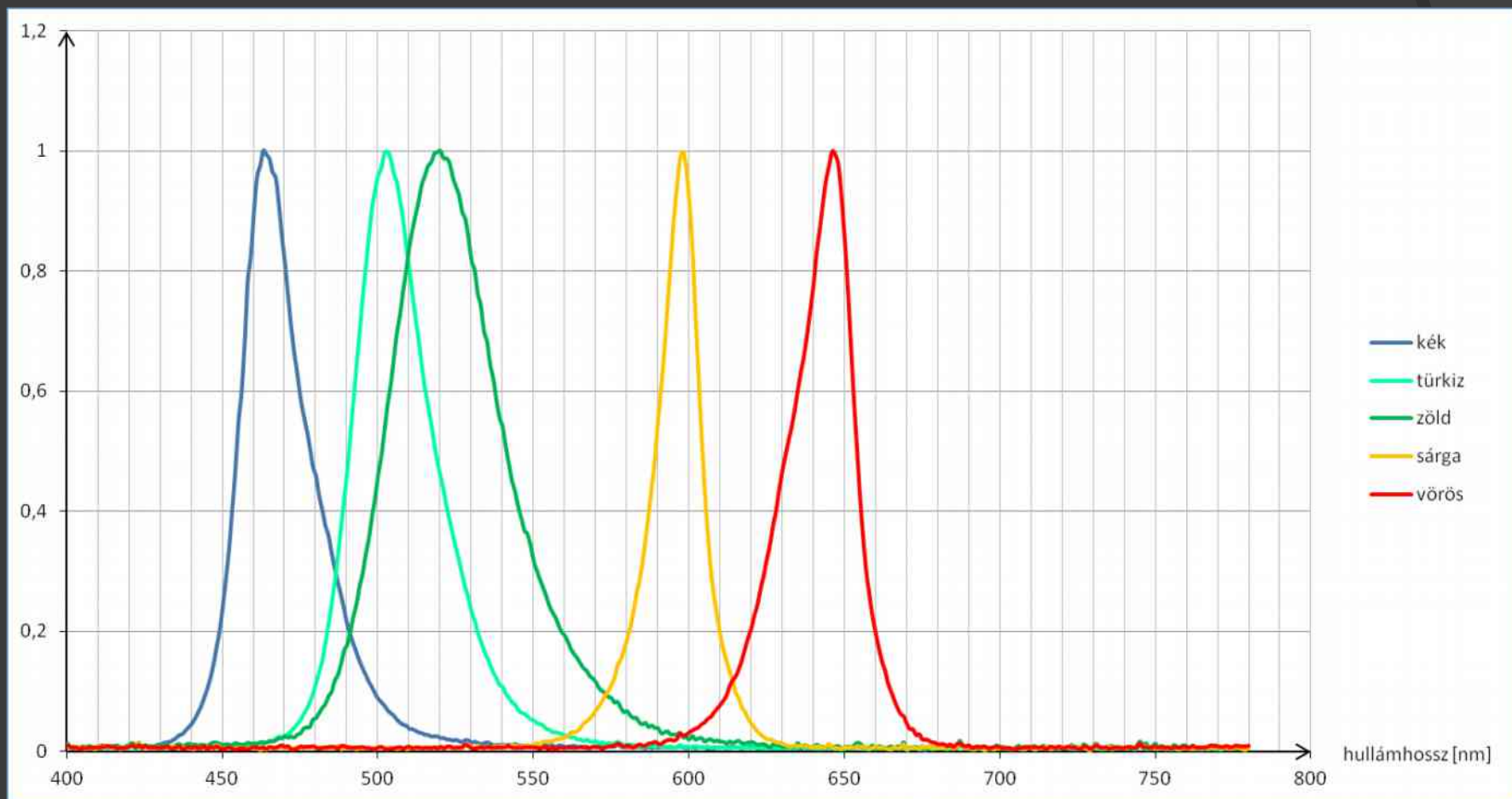
1. Szemkagyló
2. Okulár
3. Látómező határoló blende
4. Tükrösített prizma
5. Ulbricht-gömb
6. LED tartó a LED-ekkel
7. Alaplemez



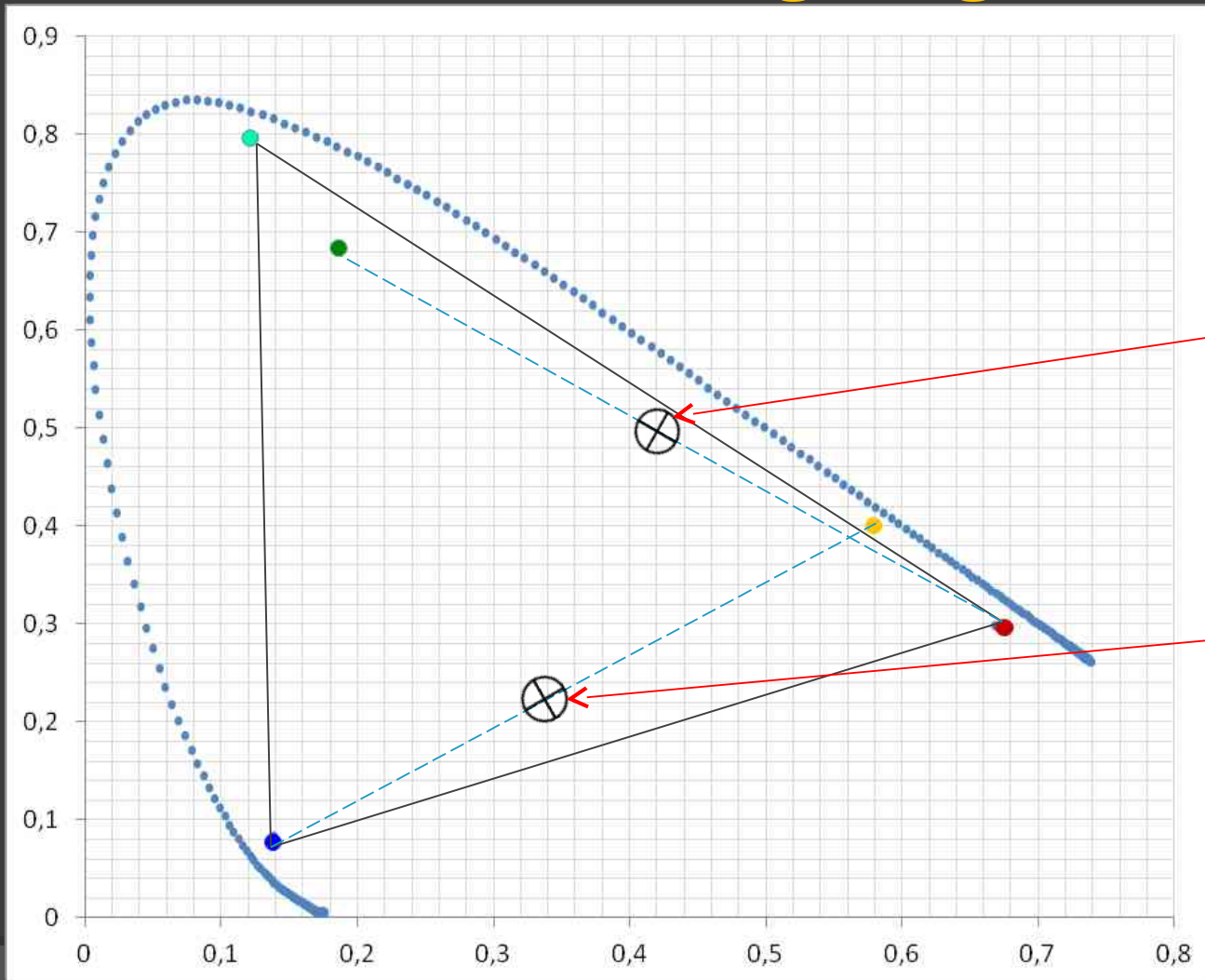
Az ötszínű anomaloszkóp drótpéldánya



A műszerben használt LED-ek spektrális teljesítmény eloszlása



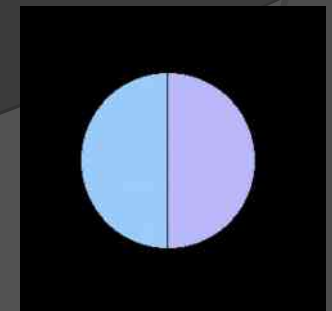
A műszerben használt LED-ek színpontjai a CIE színességi diagramban



Feladat:

1. A bal oldalon előre beállított VÖRÖS-ZÖLD keverékkel megegyező szín kikeverése VÖRÖS-TÜRKIZ-KÉK színekből

2. A bal oldalon előre beállított SÁRGA-KÉK keverékkel megegyező szín kikeverése VÖRÖS-TÜRKIZ-KÉK színekből



A műszer kalibrálása

- A LED-ek fényerejét potenciométer segítségével lehet szabályozni.
- A LED-ek fényének intenzitását spektrofotométerrel egyenként mérve a potenciométerekhez skálát készítettünk 0-tól a maximális intenzitásig 10%-os lépésekben.

A mérés menete

1. A bal oldali látómezőben a mérésvezető a potenciométerek segítségével beállít egy előre meghatározott arányú VÖRÖS-ZÖLD keveréket
2. A vizsgált személy a jobb oldali látómező VÖRÖS, TÜRKIZ és KÉK LED-jeihez tartozó potenciométerek segítségével a bal oldali látómezőben látható színnel megegyező szint állít be.
3. A mérést háromszor megismételjük.
4. Az 1-3. pont megisméltése a baloldali látómezőben beállított SÁRGA-KÉK keverékkel.

A mérések kiértékeléséhez használt feltételezések

1. A receptorok spektrális érzékenységét a Stockmann-Sharpe görbék írják le
2. Működik az additivitás, azaz a különböző hullámhosszúságú sugárzások hatása összeadódik
3. A látómező két felében akkor látunk azonos színt, ha mindhárom receptort a látómező bal oldaláról ugyanolyan inger éri, mint a látómező jobb oldaláról
4. A színtévesztők egyik receptorának (protos vagy a deuterios) érzékenységi görbéje eltolódott
5. A receptorok egymástól függetlenül működnek.

A színegyezés feltétele a látómező két oldalán

Ha a látómező két oldalát azonos színűnek látjuk, a három receptor a látómező két oldalról azonos ingert kap:

$$\text{Zöld} + \text{Vörös}_1 = \text{Vörös}_2 + \text{Türkiz} + \text{Kék}$$

$$P = \int_{360}^{780} [R_1 \varphi_R(\lambda) + G \varphi_G(\lambda)] \cdot \bar{p}(\lambda) d\lambda = \int_{360}^{780} [R_2 \varphi_R(\lambda) + T \varphi_T(\lambda) + B \varphi_B(\lambda)] \cdot \bar{p}(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

$$D = \int_{360}^{780} [R_1 \varphi_R(\lambda) + G \varphi_G(\lambda)] \cdot \bar{d}(\lambda) d\lambda = \int_{360}^{780} [R_2 \varphi_R(\lambda) + T \varphi_T(\lambda) + B \varphi_B(\lambda)] \cdot \bar{d}(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

$$T = \int_{360}^{780} [R_1 \varphi_R(\lambda) + G \varphi_G(\lambda)] \cdot \bar{t}(\lambda) d\lambda = \int_{360}^{780} [R_2 \varphi_R(\lambda) + T \varphi_T(\lambda) + B \varphi_B(\lambda)] \cdot \bar{t}(\lambda) d\lambda \quad (3)$$

ahol P, D és T a három színérzékelő receptor kimenő jele

$\varphi(\lambda)$ a csapokat megvilágító fény spektrális eloszlása (a LED-ek spektrális teljesítményeloszlása

$p(\lambda)$, $d(\lambda)$, $t(\lambda)$ a csapok spektrális érzékenysége (Stockmann-Sharpe görbék)

R , G , T , B , Y az adott szín intenzitásával arányos értékek

A színegyezés feltétele a látómező két oldalán

Ha a látómező két oldalát azonos színűnek látjuk, a három receptor a látómező két oldalról azonos ingert kap:

Kék₁ + Sárga = Vörös + Türkiz + Kék₂

$$P = \int_{360}^{780} [B_1 \phi_B(\lambda) + Y \phi_Y(\lambda)] \cdot \bar{p}(\lambda) d\lambda = \int_{360}^{780} [R \phi_R(\lambda) + T \phi_T(\lambda) + B_2 \phi_B(\lambda)] \cdot \bar{p}(\lambda) d\lambda \quad (4)$$

$$D = \int_{360}^{780} [B_1 \phi_B(\lambda) + Y \phi_Y(\lambda)] \cdot \bar{d}(\lambda) d\lambda = \int_{360}^{780} [R \phi_R(\lambda) + T \phi_T(\lambda) + B_2 \phi_B(\lambda)] \cdot \bar{d}(\lambda) d\lambda \quad (5)$$

$$T = \int_{360}^{780} [B_1 \phi_B(\lambda) + Y \phi_Y(\lambda)] \cdot \bar{t}(\lambda) d\lambda = \int_{360}^{780} [R \phi_R(\lambda) + T \phi_T(\lambda) + B_2 \phi_B(\lambda)] \cdot \bar{t}(\lambda) d\lambda \quad (6)$$

ahol P, D és T a három színérzékelő receptor kimenő jele

$\phi(\lambda)$ a csapokat megvilágító fény spektrális eloszlása (a LED-ek spektrális teljesítményeloszlása)

$p(\lambda)$, $d(\lambda)$, $t(\lambda)$ a csapok spektrális érzékenysége (Stockmann-Sharpe görbék)

R, G, T, B az adott szín intenzitásával arányos értékek

Az (1) – (6) egyenletekből felírható:

$$P_B = \int_{360}^{780} \varphi_B(\lambda) \bar{p}(\lambda) d\lambda$$

$$D_B = \int_{360}^{780} \varphi_B(\lambda) \bar{d}(\lambda) d\lambda$$

$$T_B = \int_{360}^{780} \varphi_B(\lambda) \bar{t}(\lambda) d\lambda$$

$$P_Y = \int_{360}^{780} \varphi_Y(\lambda) \bar{p}(\lambda) d\lambda$$

$$D_Y = \int_{360}^{780} \varphi_Y(\lambda) \bar{d}(\lambda) d\lambda$$

$$T_Y = \int_{360}^{780} \varphi_Y(\lambda) \bar{t}(\lambda) d\lambda$$

$$P_R = \int_{360}^{780} \varphi_R(\lambda) \bar{p}(\lambda) d\lambda$$

$$D_R = \int_{360}^{780} \varphi_R(\lambda) \bar{d}(\lambda) d\lambda$$

$$T_Y = \int_{360}^{780} \varphi_R(\lambda) \bar{t}(\lambda) d\lambda$$

$$P_T = \int_{360}^{780} \varphi_T(\lambda) \bar{p}(\lambda) d\lambda$$

$$D_T = \int_{360}^{780} \varphi_T(\lambda) \bar{d}(\lambda) d\lambda$$

$$T_T = \int_{360}^{780} \varphi_T(\lambda) \bar{t}(\lambda) d\lambda$$

$$P_G = \int_{360}^{780} \varphi_G(\lambda) \bar{p}(\lambda) d\lambda$$

$$D_G = \int_{360}^{780} \varphi_G(\lambda) \bar{d}(\lambda) d\lambda$$

$$T_G = \int_{360}^{780} \varphi_G(\lambda) \bar{t}(\lambda) d\lambda$$

P_B, P_Y, \dots stb a protos kimenő jele az adott színű LED által kiváltott ingerület hatására

D_B, D_Y, \dots stb a deuterios kimenő jele az adott színű LED által kiváltott ingerület hatására

T_B, T_Y, \dots stb a tritos kimenő jele az adott színű LED által kiváltott ingerület hatására

A fenti mennyiségek a LED-ek spektrális teljesítmény eloszlás görbéiből, valamint a Stockmann-Sharpe görbékből meghatározhatók.

Szintévesztők esetén a Stockmann-Sharpe görbék deuteriosának és protosának különböző mértékben eltolt görbéivel számoltunk.

Kék-sárga keverés esetén:

$$B_1 \cdot P_B + Y \cdot P_Y = B_2 \cdot P_B + T \cdot P_T + R \cdot P_R$$

$$B_1 \cdot D_B + Y \cdot D_Y = B_2 \cdot D_B + T \cdot D_T + R \cdot D_R$$

$$B_1 \cdot T_B + Y \cdot T_Y = B_2 \cdot T_B + T \cdot T_T + R \cdot T_R$$

*B_2, T, R értékeket
kiszámítottuk normál
színlátók valamint különböző
mértékű deuterós és protos
eltolódás esetén*

Vörös-zöld keverés esetén:

$$R_1 \cdot P_R + G \cdot P_G = B \cdot P_B + T \cdot P_T + R_2 \cdot P_R$$

$$R_1 \cdot D_R + G \cdot D_G = B \cdot D_B + T \cdot D_T + R_2 \cdot D_R$$

$$R_1 \cdot T_R + G \cdot T_G = B \cdot T_B + T \cdot T_T + R_2 \cdot T_R$$

*B, T, R_2 értékeket
kiszámítottuk normál
színlátók valamint különböző
mértékű deuterós és protos
eltolódás esetén*

B_1, Y és R_1, G a kék, sárga és a vörös, zöld LED-ek előre beállított intenzitás értékei

B_2, T, R, B, R_2 a színegyezéshez szükséges vörös, türkiz és kék intenzitás értékek

A kiértékelés menete

1. Létrehoztunk egy adatbázist, amely előre beállított **VÖRÖS-ZÖLD** beállításnál tartalmazza a színegyezéshez szükséges

VÖRÖS-TÜRKIZ-KÉK arány értékeit:

- *Normál* színlátók esetén.
- **Deuteranomálok** esetén, ahol a deuterós eltolódását a Stockmann-Sharpe görbéhez képest -25nm...+25nm közötti tartományban 5 nm-es lépésenként határoztuk meg
- **Protanomálok** esetén, ahol a protos eltolódását a a Stockmann-Sharpe görbéhez képest -25nm...+25nm közötti tartományban 5 nm-es lépésenként határoztuk meg.

2. Létrehoztunk egy adatbázist, amely előre beállított **SÁRGA-KÉK** beállításnál tartalmazza a színegyezéshez szükséges

VÖRÖS-TÜRKIZ-KÉK arány értékeit:

- *Normál* színlátók esetén.
- **Deuteranomálok** esetén, ahol a deuterós eltolódását a Stockmann-Sharpe görbéhez képest -25nm...+25nm közötti tartományban 5 nm-es lépésenként határoztuk meg
- **Protanomálok** esetén, ahol a protos eltolódását a a Stockmann-Sharpe görbéhez képest -25nm...+25nm közötti tartományban 5 nm-es lépésenként határoztuk meg.

A kiértékelés menete

3. A vizsgált személy által mindkét fajta színegyeztetés során beállított **VÖRÖS-TÜRKIZ-KÉK** értékeket összehasonlítjuk az adatbázis különböző deuterios vagy protos eltolódást figyelembe vevő **VÖRÖS-TÜRKIZ-KÉK** értékeivel. Az adatbázisban a mért értékekhez legközelebb álló számhármast kiválasztva a protos vagy deuterios eltolódásának mértéke kiolvasható, így nemcsak a szintévesztés típusa, hanem a súlyossága is meghatározható.

Mérési tapasztalatok

A műszeren eddig kb. 20 ép színlátót mértünk meg. Ebből 10-nél ismételt méréseket is végeztünk.

Azt tapasztaltuk, hogy :

- ⦿ a műszer az ép színlátók közötti kisebb különbségeket is kimutatja
- ⦿ Az adatok stabilak
- ⦿ A kék (B) érték úgyszólván nem változik

További tervek

- ⊙ Az intenzitás beállítás műszeres mérése
- ⊙ A kiértékeléshez kereső algoritmus kidolgozása
- ⊙ Ép színlátó adatbázis gyűjtése
- ⊙ Színtévesztő mérések Ishihara teszttel, anomaloszkóppal, PDT műszerrel és D15 teszttel kiegészítve
- ⊙ A különböző módszerekkel mért adatok összehasonlítása, a színtévesztő típusok mélyebb megismerése

Köszönöm a megtisztelő
figyelmet!

Az előadás az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatásával készült
(OTKA K05846).