

Színkontraszt fokozó fényforrások

– Ábrahám György, Nagy Balázs Vince –

A színkontraszt fogalma az egyes színíngerek közötti megkülönböztetethez kapcsolódik. A különböző fényforrások által keltett megvilágítások mellett a színíngerek spektrális eloszlása alapján adható meg e jellemző. Az emberi színlátás alapján megalkotott OCS színábrázolási rendszer lehetőséget ad a különböző spektrális eloszlású fényforrások és színíngerek modellezésére és a megkülönböztethez kapcsolódó ábrázolására. Kutatásaink során létező fényforrások által megvilágított színmintát vizsgáltunk meg és értékeltük a fényforrások színkontraszt érzékelésére kifejtett hatását. A kapott eredmények alapján a színkontraszt jelentős növelésére alkalmas további fényforrás spektrális eloszlásokat terveztünk.

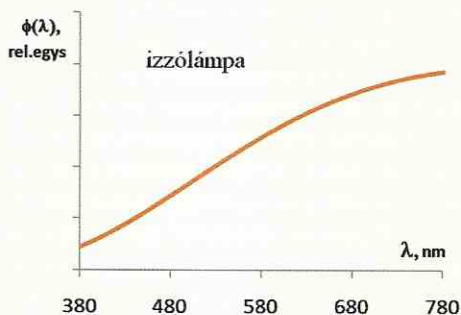
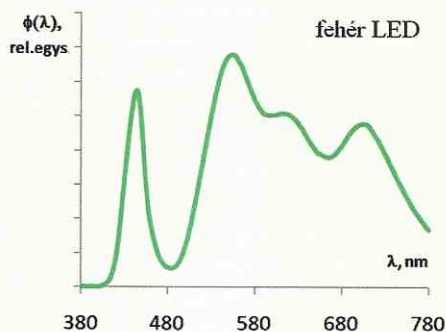
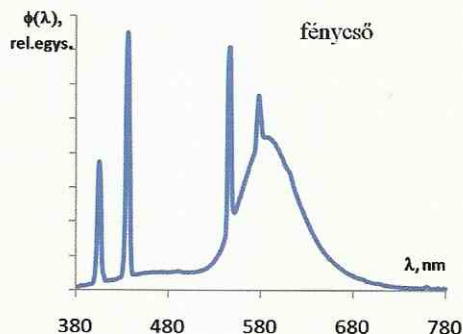
1. Bevezetés

A színíngerek megkülönböztetésének képessége a mindennapi tájékozódásban elengedhetetlen. Gondoljunk csak a közlekedési lámpák színeire vagy az egyes élelmiszerek minőségének megállapítására. Bizonyos foglalkozások képviselői, mint például a nyomdászok, a festők vagy a fogtechnikusok pedig alapvetően rá vannak utalva a munkájuk során alkalmazott színíngerek közötti különbségek észrevételére. A nyugati típusú társadalmak lakosságának mintegy 4%-át kitevő színtévesztők esetében pedig jelentősen lecsökkent a szín megkülönböztető képesség.

A klasszikusan alkalmazott fényforrások, mint a természetes fény vagy az izzólámpák (1. ábra), folytonos hullámhosszbeli sugárzás eloszlással rendelkeznek a látható hullámhossztartományon. Az egyes reflexiók minták spektrális különbségei így ezen megvilágítások mellett általánosan kivehetők, hiszen mellettük elviekben bármely hullámhosszon jelentkező változást észlelhetünk.

A modernebb és jellemzően nagyobb fényhatásfokkal rendelkező fényforrások, mint a fénycsőek, a nagynyomású kisülő lámpák vagy a fénykibocsátó diódák, a LED-

ek (1. ábra) azonban jellemzően csak a látható hullámhossztartomány egy-egy részén sugároznak. Így azon színíngerpárok, amelyeknél a fényforrás által nem sugárzott hullámhosszakon jelentkezik különbség, az adott megvilágítás mellett azonosnak hatnak.



1. ábra Tipikus fényforrások spektrális eloszlása

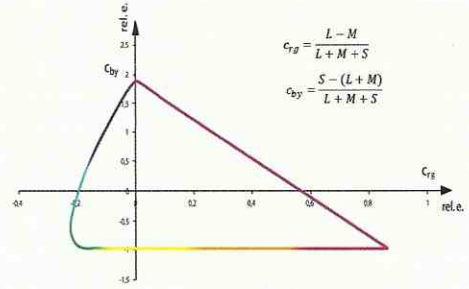
A fényforrások spektrális teljesítményeloszlás hatásának vizsgálatára célszerű ún. színábrázolási rendszereket alkalmazni,

amelyekben a fényforrás spektrumok reflexiós színingerek spektrumaival kombinálva értékelhetők. A klasszikusan alkalmazott színábrázolási rendszerek nem közvetlenül az emberi színlátás érzékelőinek és idegi feldolgozásának ismeretei alapján készültek, így nem alkalmasak közvetlenül például a színtévesztők érzékelésének ábrázolására. Vannak azonban újabb színábrázolási rendszerek, amelyek kifejezetten az emberi színlátás legújabb tudományos eredményeire alapul véve képesek modellezni a különböző fényforrások melletti színérzékelést. Munkánk során célunk volt a különböző fényforrások melletti szín-megkülönböztetés megismerése és értékelése, a kapott eredmények alapján pedig új fényforrás spektrumok tervezése a színkontraszt fokozása céljából.

1.1 Az OCS színábrázolási rendszer

Az OCS (Organic Color System) színábrázolási rendszer alapjait dr. Ábrahám György fektette le III. Az emberi szem receptorainak érzékenységet vette alapul, így az organikus színábrázolási rendszer a szem látórendszerében, a három fotoreceptor típus jeleivel dolgozik (L, M, S) [2]. Az érzékelőtől az emberi látás idegpályáin futó jelek, az akromatikus és kromatikus csatornák által továbbított ingerületek viszik az információt az agykéreg színlátásért felelős részeibe [3, 4]. Ezek az úgynevezett csatornajelek intenzitásfüggők. Ahhoz, hogy belőlük színábrázolási rendszert kapjunk, a kromatikus csatornajelekről le kell választanunk az intenzitást. Így kapjuk meg az OCS rendszer koordinátáit, amelyek az emberi színlátás opponens színingerei alapján, vörös-zöld (crg) és kék-sárga (cby) ellentétpárokként alakulnak ki.

A két OCS koordináta mentén ábrázolva jön létre a 2. ábrán látható OCS színábrázolási rendszer, amelyben minden egyes pont adott fényforrás által megvilágított adott spektrális reflexiójú színmintának felel meg.



2. ábra Az OCS színábrázolási rendszer azonos világosságú síkja az emberi színlátás határaival

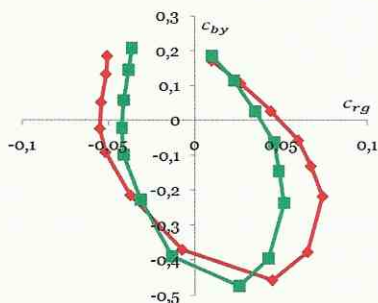
Az ábrázolt terület határain belül helyezkednek el az emberi látórendszer által érzékelhető színingerek pontjai. Modellezésünk során az OCS színrendszer alkalmasnak bizonyult a fényforrások fénykibocsátásának elemzésére és tervezésére az emberi színlátás szempontjából.

2. Fényforrások modellezése

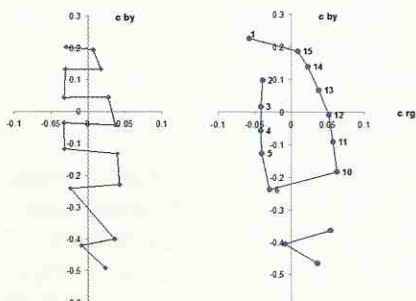
Munkánk során elsősorban fénycsövek emissziós spektrumával dolgoztunk [5]. Az elemzések során alkalmaztuk az OCS színábrázolási rendszert és megvizsgáltuk, hogy a különböző létező és tervezett fénycső spektrális eloszlások milyen módon módosítják a színkoordinátákat. A fénycsövek hullámhossz menti fénykibocsátását spektrométerrel mértük és az eredmények alapján számítottuk ki a különböző reflexiós minták súlyozásával az OCS-beli koordinátákat.

Kutatásaink során két fénycső spektrális eloszlásának hatását vizsgáltuk a Farnsworth D-15 színlátás vizsgáló teszt színmintáin. A 3. ábra mutatja egy hagyományos és egy színkontraszt növelésre kifejlesztett ún. kontrasztnövelő fénycső megvilágítása mellett a 15 színmintát az OCS rendszerben. Látható, hogy a színminták által közrezárt terület jelentősen növekedett a kontrasztnövelő fénycsővel. Emellett növekedtek az egyes színminták pontjai közötti távolságok, így, mivel

az OCS az emberi érzékelést ábrázoló rendszer, nőtt a színingerek közötti megkülönböztethetőség, azaz a színkontraszt is.



3. ábra Hagyományos (zölddel) és kontrasztnövelő (pirossal) fénycsöves megvilágítás mellett létrejövő színkoordináták az OCS rendszerben



4. ábra Színtévesztők színmegkülönböztető képességének ábrázolása az OCS rendszerben, D15 teszten természetes megvilágítás (balra) és kontrasztnövelő fénycső megvilágítás (jobbra) mellett

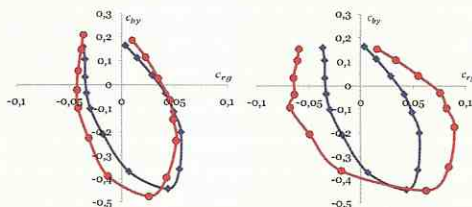
2.1 Színtévesztők vizsgálata

A különböző típusú vörös-zöld színtévesztőkön végzett szimulációk kimutatták, hogy a nappali megvilágításhoz képest a kontrasztnövelő fénycső miként változtatja meg a színpontok közötti távolságokat az OCS színábrázolási rendszerben. A 4. ábrán a D15 ismert korongos teszten az egyes színpontok összekötései jelzik a köztük levő legkisebb távolságokat a természetes fény (jobb oldalt) illetve a kontrasztnövelő fénycső (bal oldalt) spektrális eloszlása mellett egy tipi-

kus színtévesztő esetére vonatkoztatva. Ezek alapján látható, hogy a színtévesztők jelentősen kevesebb hibával rakják sorba az egyes színmintákat a kontrasztnövelő fénycső megvilágítás mellett, mint a napfénynél. Tehát a fénycső spektrális eloszlása megnövelte színkontraszt érzékelésüket. A szimuláció eredményeit konkrét színtévesztők vizsgálatai is bizonyítják [6].

2.2 Színkontraszt növelő fényforrások tervezése

A már forgalomban levő fénycső típusok mellett természetesen további spektrális eloszlások is tervezhetők, amennyiben a színkontraszt fokozása a cél. A spektrális fénykibocsátásért felelős anyagjellemzők ismeretében új fényforrás típusokat terveztünk, amelyek közül az egyik legjellemzőbb látható az 5. ábrán összehasonlítva a 3. ábrán bemutatott hagyományos fénycső színkontraszt növelő hatásával. Mindkét fénycső itt egy elméleti folyamatos spektrumú fényforráshoz hasonlítva került ábrázolásra. Az 5. ábra alapján egyértelműen értékelhető a tervezett spektrum további kontrasztnövelő hatása.



5. ábra Hagyományos (baloldali ábra) és tervezett (jobboldali ábra) fénycsövek spektrális eloszlásai hatásának elemzése az OCS rendszerben

3. Következtetések

A szimulációk eredménye alapján megállapítható, hogy az OCS rendszerbeli modellek szerint az egyes forgalmazott fénycsövek által létrehozott megvilágítások között milyen színkontrasztbeli különbségek jelent-

Színkontraszt fokozó fényforrások

keznek. A színtévesztőkön végzett vizsgálatok eredményei alátámasztják a modellszámításokat és igazolják a színkontraszt fokozó hatást.

Az alkalmazott modellezési eljárás szerint további színkontrasztfokozásra alkalmas fényforrás spektrális eloszlások tervezhetők, amelyek minden bizonnyal alkalmazhatóak lesznek a színek megkülönböztetését előtérbe helyező alkalmazásokban.

IRODALOM

- [1] ÁBRAHÁM, Gy., NAGY, B.V.: *Organic Color System*, AIC Symposium, Budapest, 2007
- [2] KAISER, P. K., BOYNTON, R. M.: *Human Color Vision*, Optical Society of America, USA, 1996
- [3] MOLLON, J. D.: *The origins of modern color science*, The science of color. Elsevier Ltd., 2003
- [4] STOCKMAN, A., SHARPE, L. T.: *Cone spectral sensitivities and color matching*, In Color Vision: From Genes to Perception (Gegenfurtner and Sharpe, eds.). Cambridge University Press, New York, p. 53-88., 1999
- [5] TOTH, K.; BALAZS, L.; ABRAHAM, Gy.; WENZEL, K.; NAGY, B. V.: *How to improve visual clarity?* Light and Lighting CIE conference, Budapest, 2009
- [6] NAGY, B. V., TOTH, K., BALAZS, L., ABRAHAM, Gy.: *Effect of fluorescent emission spectrum on lighting quality*, CIE Konferencia, Bécs, Ausztria, 2010