

EZ MÉG GOETHÉNEK IS TETSZENE: INTERAKTÍV BEMUTATÓ A SZÍNEK VILÁGÁRÓL

G. SZABÓ István¹, SZELENYI Károly²

¹OMI OPTIKA Kft, Budapest, MAGYARORSZÁG
²MAGYAR KÉPEK Kft, Budapest, MAGYARORSZÁG

Összefoglalás

2015-ben, a Fény Nemzetközi Évében egy 3 méter hosszú, vízzel töltött diszperziós prizma és egy 1,8 méter magas, RGB LED fényforrásokkal megvilágított tojás alakú test került elhelyezésre a budapesti Központi Vásárcsarnokban. A Szín-tér nevű installáció Goethe „Színtan” című művére alapozva mutatja be egy interaktív bemutató keretében, a prizmán átnézve, a színek születését, illetve a tojás felületén a különböző színárnyalatok létrejöttét. Szemlélteti továbbá a különböző módszerekkel létrehozott additív színkeverés jellegzetességeit is.

Ebben a cikkben összefoglaljuk a fenti installáció felépítését és működését. Egy egyszerű, kézenfekvő és vizuális magyarázatot adunk arra, hogy mi is történik a fekete-fehér határ mentén, amikor a vízprizmán keresztül nézzük. Ez a magyarázat gyakorlati segítséget adhat az alapszínek és kiegészítő színek, vagy az additív színkeverés szabályainak tanításához is. Egy egyedi, innovatív, háromrétegű forgatható színtárcsára alapozva az installáció képes előre programozott, vezérlő gombokkal irányítható módon lejátszani lényeges színekontrasztok (60°, 120° és 180°) időben változó sorozatait.

Kulcsszavak: Goethe színelmélete, additív színkeverés, színekontrasztok, színharmóniák

1 Bevezetés

200 évvel Goethe „Színtan” című művének megjelenése után, 2010-ben jelent meg Szelényi Károly „Színek - A fény tettei és szenvedései. Goethe színtana a mindennapokban” című könyve. További 5 évbe telt, mire a budapesti Központi Vásárcsarnok fantasztikus kezdeményezése nyomán a Fény Nemzetközi Évében a „Hungarikum utca” részeként megszületett az ún. Szín-tér. Az installáció a fent említett, 2010-es könyvre alapozva jött létre.

A Szín-tér lehetővé teszi, hogy belemerüljünk a színek születésének alapkísérleteibe. A vizes diszperziós prizma keresztülnézve (a 3 méter hosszú, 0,6 méter magas, nagyjából 300 liter ioncserélt vízzel megtöltött üveghasáb valószínűleg a legnagyobb vízprizma jelenleg a világon) megtapasztalhatjuk, amit Goethe is érezhetett a bíbor szín születésének megfigyelése közben, ahogy az a fekete-fehér tartományok határán a kék és piros additív keverésével létrejött. A vízprizma, valamint a speciálisan tervezett, fekete és fehér tesztgrafikák segítségével minden látogató tanulmányozhatja, hogyan működik az additív keverés a gyakorlatban, csupán ezen egyszerű eszközök használatával.

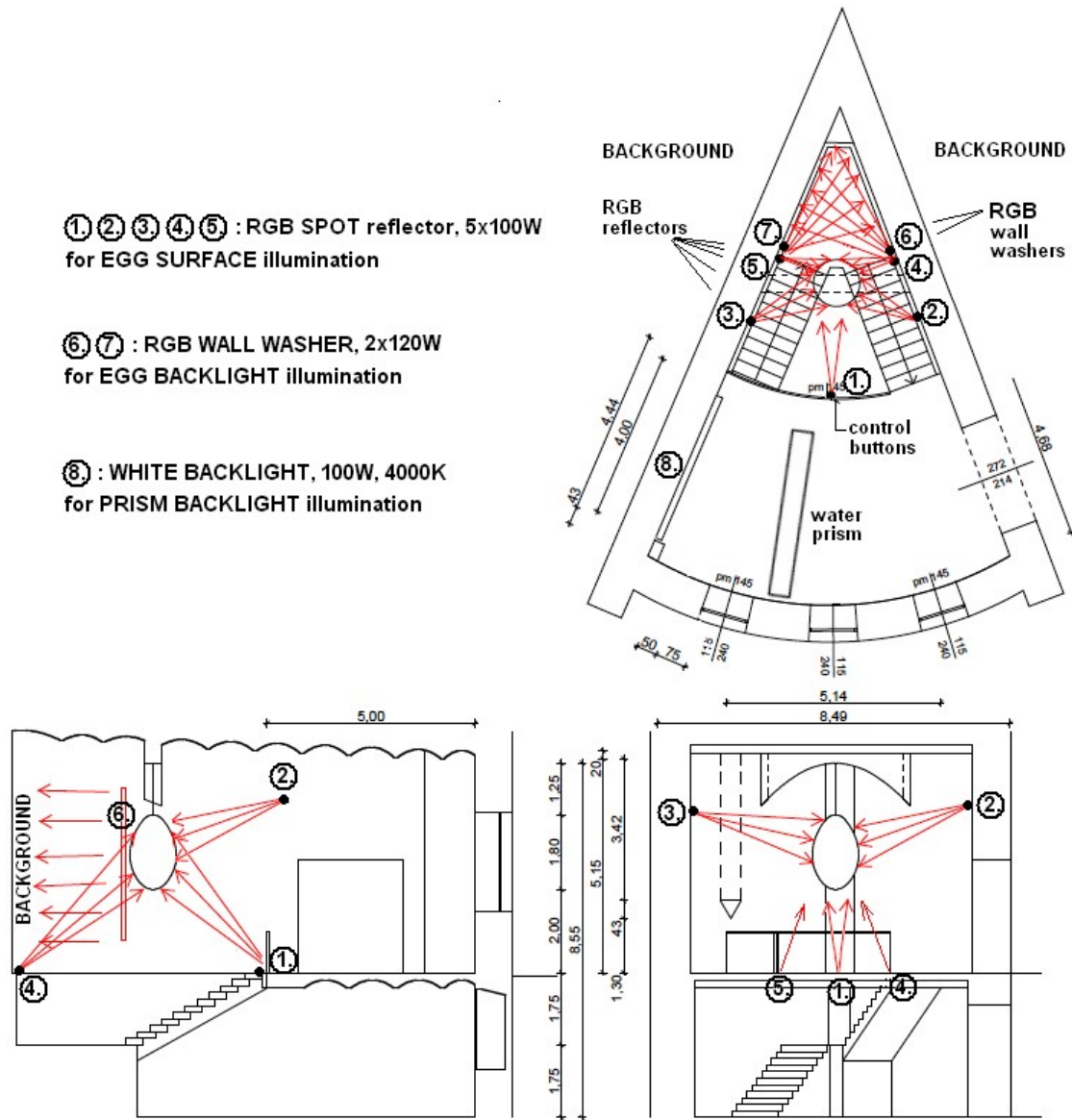
A Szín-tér másik installációja egy nagyméretű, 1,8 méter magas tojás formájú test, ami az 5 méter magas mennyezetre van felfüggesztve. A tojás és a háttérfa egymástól függetlenül van megvilágítva RGB LED reflektorokkal, időben változó színskálákkal, amiket egy előre beprogramozott meghajtó működtet. Mindegyik fényforrás szinte minden additívan kevert színt ki tud bocsátani. A tojásra irányított reflektorok csupán a test felületének egy bizonyos területét világítják meg. Ez az installáció egy különleges 3D vetítővászonként bemutatja a színharmóniákat, színekontrasztokat és az additív színkeverést.

2 Összeállítás

A Szín-tér a budapesti Központi Vásárcsarnok több, mint 120 éves történelmi épületének 5 méter magas, DNy-i fekvésű, tortaszelet alaprajzú lépcsőházában került kialakításra. Az 1,8 méter magas, tojás formájú test 5 független RGB LED fényforrással van megvilágítva, melyek egyenként 100W-os teljesítménnyel működnek. A fényforrások pozíciója lehetővé teszi, hogy a színes fénynyalábok fokozatosan átfedjenek a test görbülő felületén, létrehozva ezzel az additív színkeverés jelenségét. A tojásformára a végtelenül természetes és harmonikus alakja miatt esett a választás.

A felfüggesztett test mögött háttérként funkcionáló hegyesszögű sarok egyenletes megvilágítását két, egyidejűleg működő, 3 méter hosszú RGB LED felületfestő szett biztosítja, amik egyenként 120W-os teljesítménnyel üzemelnek. A tojás megvilágításáért

felelős 5 különálló reflektor úgy van beállítva, hogy fényük a háttér színeibe a lehető legkevésbé avatkozzon bele. A test és a fényszórók elrendezését az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A Szín-tér elrendezésének felépítése a tortaszelet alaprajzú lépcsőházban

A 3 méter hosszú, 0,6 méter magas, egyenlő oldalú vízprizma sugárirányban van elhelyezve. A mögötte elhelyezett, 3 méter hosszú háttér fényforrás (100W-os és 4000K-es LED) a prizmával végzett megfigyeléshez készített illusztrációkat világítja meg.



2. ábra. Panoráma kép a budapesti Központi Vásárcsarnokban létrehozott Szín-térről



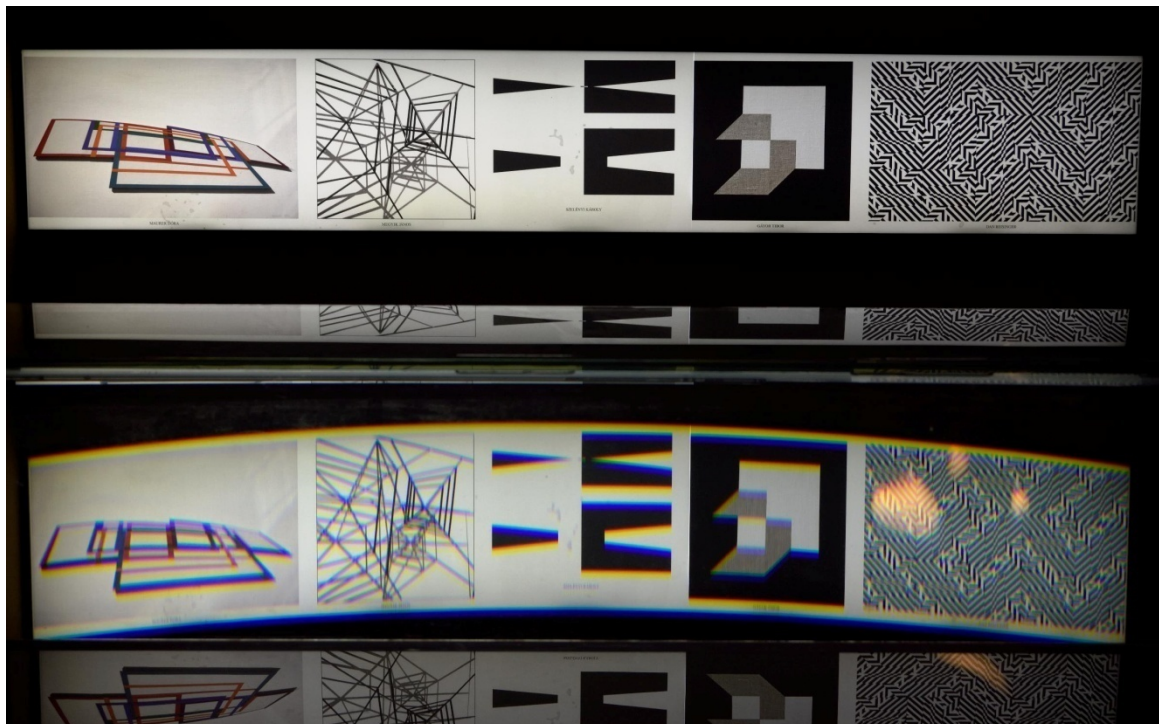
A LED vezérlők, amelyek a tojás és a háttér megvilágítását irányítják, egy kapcsolószekrényben lettek elhelyezve a fal mögött. Az előre beprogramozott színszekvenciák közötti váltáshoz használt irányítógombokat a korlátba építettük be.



3. ábra. A vízprizma háttérvilágítása, és a vezérlő gombok a színszekvenciák kiválasztásához

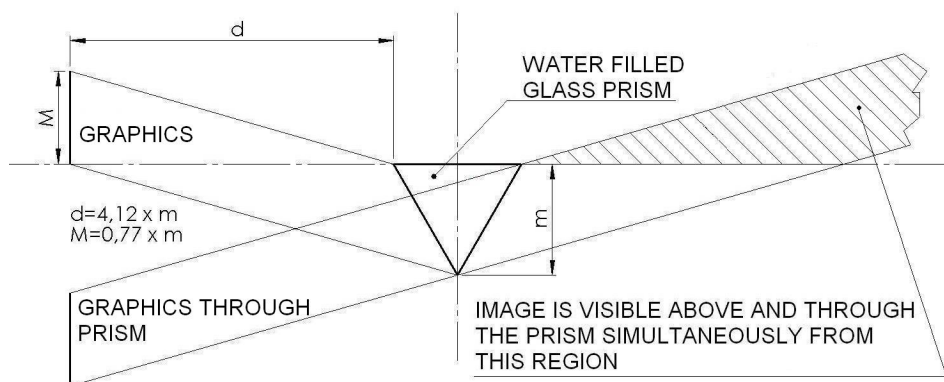
3 A színek születése a diszperziós vízprimán keresztül szemlélve

A grafikákat, amelyek segítségével Goethe kísérletét megidézhetjük, a 4. ábrán láthatjuk. Ezeket olyan elismert művészek készítették, mint MAURER Dóra, MEGYIK János, GÁBOR Tibor és Dan REISINGER. A legjobb élmény érdekében mindegyik tartalmaz jellegzetes éles fekete-fehér átmeneteket. A részletes elemzéshez készült, tematikus ábrákat Szelényi Károly dolgozta ki Goethe tesztképei alapján; ezek a 6. ábrán láthatóak. A kúp alakban elvékonyodó fekete-fehér élek tökéletesen szemléltetik, hogy a rés mérete miként befolyásolja a színek születését, azaz átfedését. Tekintsünk most el Goethe színtana néhány nehezen elmagyarázható állításának ismertetésétől, amelyek a fénynek a sötétség és világosság határára való születését taglalják. Összpontosítsunk inkább arra, hogyan szóródnak az ezekről a határokról eredő fénysugarak, ahogy áthaladnak a prizmán.



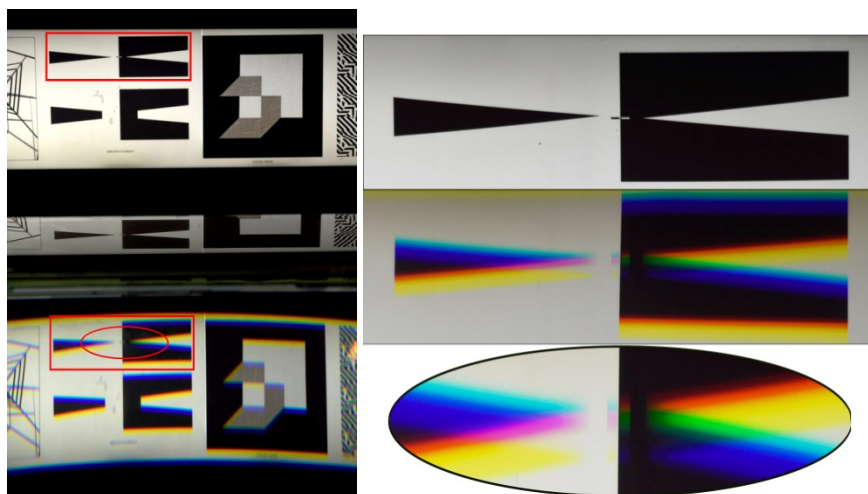
4. ábra. Vízprizma ábrája: az alsó képet jellemzően ívben meghajlítva látjuk a prizmán keresztül

A prizmát úgy kell beállítani, hogy a néző lássa az eredeti grafikát is a prizma *fölött*, miközben a szórt és fénytöréssel létrejövő képet is tanulmányozhatja a prizma *keresztül*. Részletes számítások és korábbi helyszíni tesztek után az illusztrációk optimális távolsága 2,5 méterre lett beállítva, ami megfelelő szórt képet eredményez. Ezt láthatjuk az 5. ábrán.

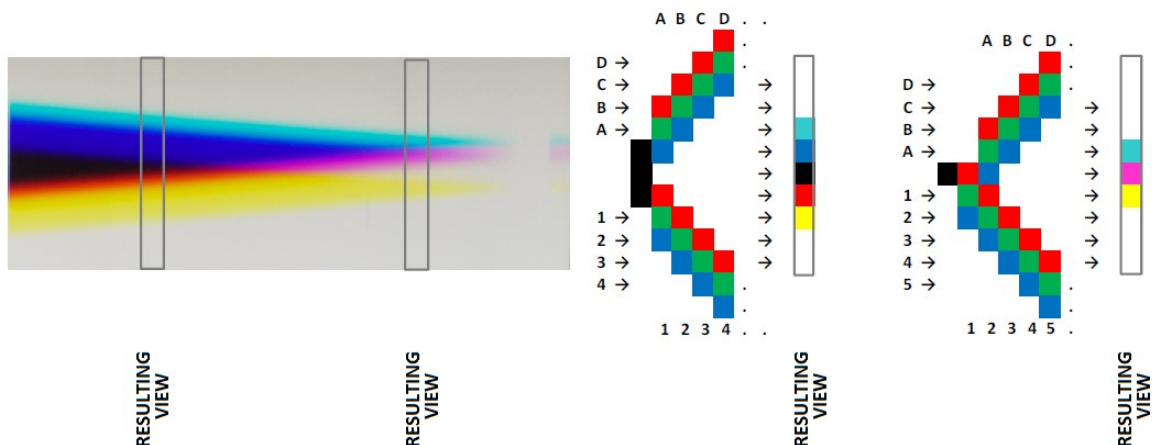


5. ábra. A vízprizma pozíciója az optimális tanulmányozási sáv kialakításához

A 6. ábrát tanulmányozva könnyen észrevehetjük, ahogy a bíbor szín megjelenik a fekete V-alakzat csúcsánál. Ugyanígy a zöld szín is láthatóvá válik a fehér színű V-alak elvékonyodó végén. A grafikán felülről lefelé a fekete-fehér átmenet mentén megjelenik a cián és a kék, a fehér és fekete szegélynél pedig piros és sárga szín keletkezik.

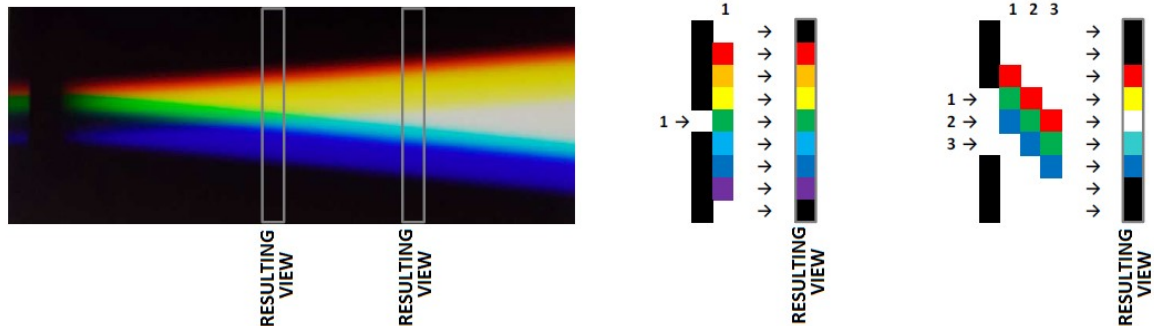


6. ábra. Az elvékonyodó, fekete-fehér élek a színek tökéletes átfedéséhez



7. ábra. A színek átfedése az elvékonyodó fekete csúcsnál, az additív színkeveréssel magyarázva

A 7-es és 8-as ábra megmagyarázza a fizikai hátterét annak, hogy mi történik a szegélyeken. Válasszuk szét a képet keskeny, függőleges oszlopok mentén egyenlő négyzetekre. A fehér négyzetek (vagy pixelek) jelenítik meg a „résből” jövő fehér fényt (1, 2, 3, avagy A, B, C egyenként), ami szóródik miközben áthalad a prizmán. A színszórás a függőleges oszlop mentén jön létre. A kamera képsíkjában (vagy a néző szemében) a végső szín mindegyik pixele egy additív kevert szín lesz, ami a megfelelő színt komponensek négyzeteit összeadva keletkezik („összeadás” vízszintes sorokban). Az additív keverés egyszerű szabályait használva kiszámíthatjuk az eredő színeket, ezzel egy tiszta és vizuális magyarázatot adva a színek létrejöttére. Érdeemes megjegyezni, hogy ezek a színek csak a megfigyelő képsíkjában valósulnak meg, ami egy finom visszautalás Goethe színelméletére, ami azt állítja, hogy a szín a szem egy effektusának az eredménye.

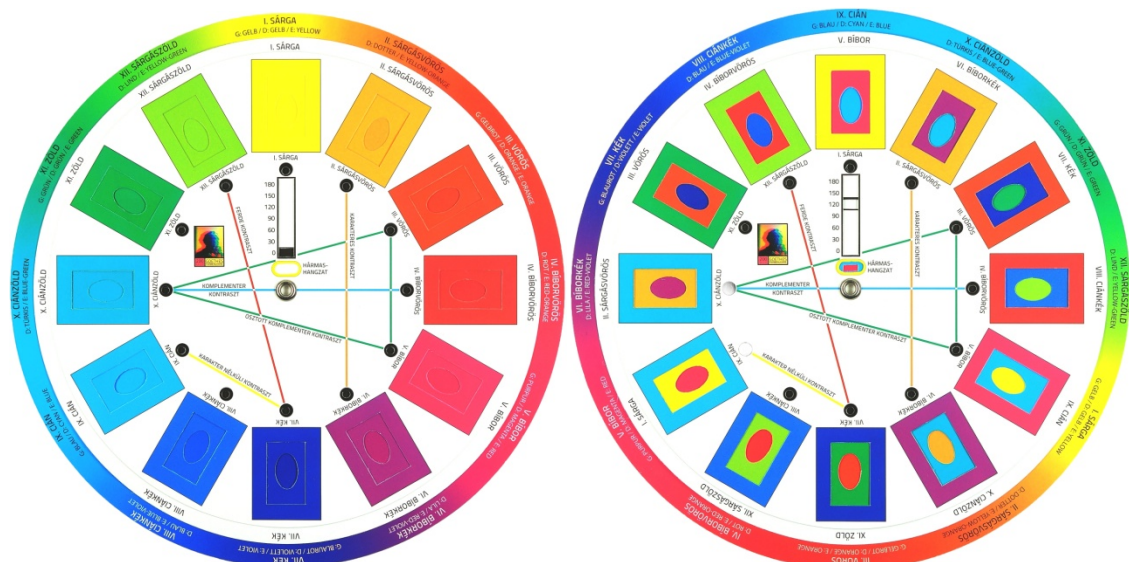


8. ábra. A színek átfedése az elvékonyodó fehér csúcsnál, ahogy az additív színkeverés magyarázza

A grafikák 4000 K-es, fehér LED háttérvilágítása kellőképpen folytonos spektrumú ahhoz, hogy a színszóródás után többé-kevésbé a teljes színspektrumot megkapjuk.

4 A forgatható, három rétegű (3LD) színtárcsa

Szelényi Károly kifejlesztett egy innovatív színtárcsát a különböző színharmonikiák egyszerű beállításához, ez látható a 9. ábrán. Ezen három, kézzel forgatható réteg van, mindegyik 12 színre felosztva az RGB színmodell alapján. Mindegyik színnek megtalálható a komplementer párja 180°-kal eltolva. A felső rétegen színes keretek teszik lehetővé, hogy a középső kerék színei is látszódnak. A középső szinten tojás formájú nyílások vannak, így a legalsó réteg színeit is megfigyelhetjük. A kerek forgatásával különböző szíkontrasztok, vagy akár három színből létrejövő színharmonikiák állíthatók be, ezzel vizuális segítséget nyújtva a szíkontrasztok és színharmonikiák egyszerű tanulmányozásához, bemutatásához.



9. ábra. Háromrétegű (3LD) színtárcsa: minden szín a kezdeti pozícióban (0°, balra), és a hármas színharmoníák vagy színhármashangzatok (jobbra)

A háromrétegű színtárcsán általában 12 szíkontrasztot tanulmányozhatunk egyidejűleg. A már korábban említett Szín-tér LED reflektorokkal megvilágított, tojás formájú testével megfigyelhetjük a szíkontrasztokat egymás után is, időre programozott sorrendben. Ezzel egy másik értelmezést adhatunk arra, hogy a szíkontrasztok mit váltanak ki az elménkben. Ezt a módszert, valamint a másik, additív színkeverést szemléltető bemutatót az 5. és 6. fejezetben fejtjük ki.

5 A színharmoníák szekvenciája: szíkontrasztok

Jónéhány jellegzetes szíkontraszt előre be van programozva megvilágítási szekvenciaként a Szín-tér rendszerébe. A kontrasztokat a színek által bezárt szög szerint csoportosíthatjuk a tárcsa mentén. A karakter nélküli kontraszt a 60°-os, a karakteres a 120°-os, a nevezetes komplementer kontraszt pedig a 180°-os szögnek feleltethető meg. Ezeket a 10-es, a 11-es és a 12-es ábrák mutatják be.



10. ábra. 60°-os kontraszt a háromrétegű színtárcsán (balra), és a pillanatképek a 60°-os szíkontraszt szekvenciából a tojásformán (jobbra)



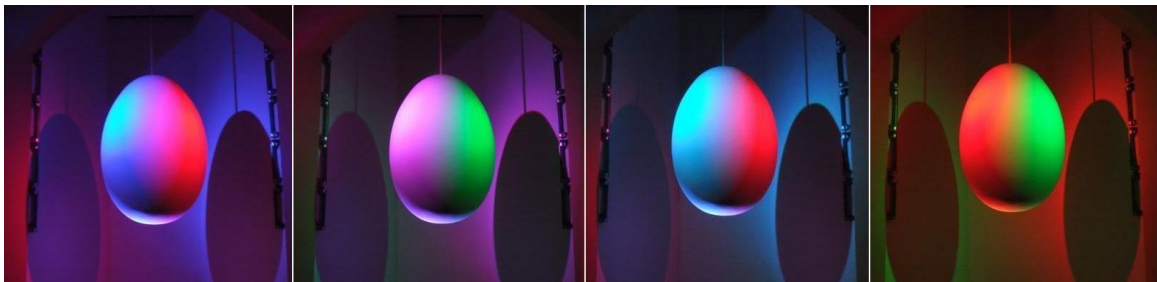
11. ábra. 120° kontraszt a háromrétegű színtárcsán (balra), és a pillanatképek a 120°-os szíkontraszt szekvenciából a tojásformán (jobbra)



12. ábra. 180° kontraszt a háromrétegű színtárcsán (balra), és a pillanatképek a 180°-os szíkontraszt szekvenciából a tojásformán (jobbra)

6 Az additív színkeverés ábrázolása

Ahogy a tojás formát különböző színekkel világítjuk meg, és a reflektorok sugarai átlapolódnak a test felszínén, megjelennek az additív színkeverés eredményei. Tisztán látható, jellegzetes eredmények például a bíbor (a piros és kék keveréséből), vagy a sárga (a piros és zöld keveréséből), ezeket a 13. ábra mutatja be.



13. ábra. Pillanatképek az additív színkeverés szekvenciájából a tojásformán

7 Színhármashangzatok ábrázolása

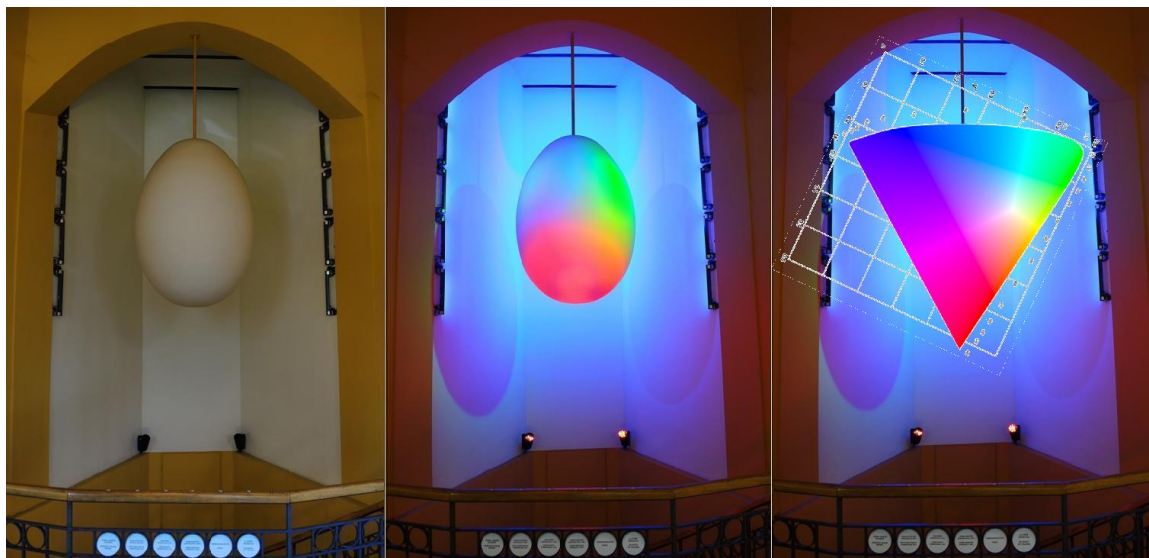
A tojás forma megvilágítása három különböző színnel, egyazon időben, szintén lehetséges. Ezzel a funkcióval élvezhetjük, vagy akár tanulmányozhatjuk a színhármashangzatok harmóniájának hatását, és a további kevert színeket az átlapolás mentén. Ezt szemlélteti a 14. ábra.



14. ábra. Pillanatképek a színhármashangzatok szekvenciájából a tojásformán

8 A CIE 1976-os színterének ábrázolása

Az alapszínhármasharmóniájának megjelenítésére a tojásforma egy didaktikus, a tanítást segítő alkalmazás. Ezt az RGB alapszínekkel valósíthatjuk meg: piros (alul), zöld (jobb felül) és kék (bal felül).



15. ábra. A tojásforma világítás nélkül (balra); az RGB elsődleges és másodlagos színek megjelenése (középen); CIE 1976 színtér montázsa

Ezzel a módszerrel az additív elsődleges színek mellett az összes másodlagos szín (cián, bíbor, sárga) is feltűnik a felületen egyidőben, középen pedig egy szürke részt is megfigyelhetünk, ami a „fehéret” képviseli, mint az RGB színek keverékének eredő színét. A tojásforma felszínén ekkor majdnem az összes szín látható egyidejűleg, amelyek az egyes RGB LED fényforrásokkal létrehozhatók vagy kikeverhetők.

A fények lekapcsolásával, a korábbi, gazdagon színezett képhez képest egy karakterisztikus ellentét létrehozásával tisztelettel adózhatunk Goethe szellemisége előtt, a fény és sötétség közötti kontraszt bemutatásával.

Végezetül szerkesszük rá a CIE 1976 színtér diagramját a tojásformánkra. Összehasonlítva ezt a montázst és az eredeti fotót, megláthatjuk a kapcsolatot az RGB-vel megvilágított, teljesen színezett tojásforma szépsége, és a szintan tudománya között, okosan illusztrálva a Szín-tér jelentését. A CIE grafikon túlnyúló területei ábrázolják azokat a még megvalósítható színárnyalatokat, amiket ezek az RGB alapszínek lekorlátoznak.

9 Következtetések

Egy interaktív összeállítást mutattunk be, aminek segítségével megismerhetjük Goethe színkísérleteit. Ismertettük, hogy honnan erednek a színek, amikor átnézünk a vízzel töltött diszperziós prizmán, és egy tojásforma segítségével demonstráltuk a színkontrasztokat és az additív színkeverést. Az összeállítás hasznos lehet mind a színek és a színkeverés tanításához, mind pedig a színharmóniák hatásának tanulmányozásához.

Köszönetnyilvánítás

Külön köszönet NAGY Gergelynek a Pannonterv Kft-től; Dénes Ákosnak és OROSZI Zoltánnak a CSAPI-től; SZELENYI Arankának a Magyar Képek Kft-től; SZABÓ Andreasnak Németországból; BUJÁKI Krisztiánnak, RADVÁNSZKY Rolandnak és BAKI Mihálynak az OMI OPTIKA Kft-től; és minden további kollégának az említett szervezetektől a kiemelkedő együttműködésért a budapesti Központi Vásárcsarnokban létesített Szín-tér megvalósítása közben. Köszönet NOWACKI Krisztiánnak a BME-ről a repro munkájáért.

Hivatkozások

- Szelényi, K. (2012), *Színek - A fény tettei és szenvedései. Goethe színtana a mindennapokban*, Veszprém: Művészetek Háza- Budapest: Magyar Képek
- Szelényi, K. (2012) *Farben - Die Taten des Lichts Goethes Farbenlehre im Alltag*, Leipzig: Seemann E.A.
- Goethe, J. W. (ford. Hegedűs, M.) (2010) *Színtan – A teljes "didaktikai rész"*, Budapest: Genius

CIE LUV. Retrieved August 28, 2016, from https://en.wikipedia.org/wiki/CIE_LUV
Chromaticity. Retrieved August 30, 2016, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Chromaticity>

Szerzők

Dr. G. Szabó, István
OMI OPTIKA Kft/Ltd.
Konkoly-Thege M. út 29-33.,
Budapest, 1121 HUNGARY
+36-30-950-1135
g.szabo.istvan@omi-optika.hu

Szelényi, Károly,
Magyar Képek Kiadó Kft – Hungarian Pictures Ltd
Nádor u. 20. I/26.,
Budapest, 1051 HUNGARY
+36-30-385-1011
hungarianpictures@t-online.hu