

Napfény-szimulátor halogén izzólámpákkal

Dr. Samu Krisztián, Dr. Wenzel Klára

BME, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

ÖSSZEFOGLALÓ

Gyakran előfordul, hogy az üzletben vásárolt ruhanemű napfényben vagy otthon más színűnek látszik, mint amikor megvásároltuk. A festékboltban a minta alapján megvásárolt festék sem jelenik meg a homlokzaton a kívánt színben. Ugyanez a probléma előfordulhat akár a zöldségesnél is, ugyanis a szép piros paradicsom otthon már kevésbé tűnik annak.

A fenti eseteket az okozza, hogy a modern bevásárlóközpontokban, irodaépületekben és üzemekben általában fénycsőveket vagy kompakt világítótesteket alkalmaznak, amelyeknek spektrális teljesítmény-eloszlása vonalas, ezért színvisszaadása (CRI) alacsony, metamer indexe (MI_{vis}) pedig magas. A tárgyak az ilyen alacsony CRI-vel rendelkező megvilágításban más színűnek tűnnek, mint napfényben vagy folytonos spektrális teljesítmény-eloszlású (pl. halogén izzós) megvilágításban.

Mivel a termékeket általában az utóbbi típusú megvilágításoknál használjuk, ezért nagyon hasznos, ha az ilyen jelenségek elkerülésére egy szabványos, jó színvisszaadású referencia színvizsgáló készülék áll rendelkezésre a vásárlás helyszínén a vizuális (szemmel történő) megtekintéshez.

A kereskedelemben kapható szabványos megvilágító dobozok általában költséges berendezéseket (pl. xenon fényforrás) alkalmaznak a szabványos megvilágítás (D65) elérésére. Kutatásunk során olcsó halogén fényforrásokkal, elektronikus stabilizálással és szűrőzéssel is sikerült jó színvisszaadású D65-ös szabványos megvilágító dobozt létrehozunk.

1. BEVEZETÉS

A szabványos megvilágító dobozok alkalmazása fokozottan indokolt a kereskedelemben, a nyomdaiparban és a színlátás-vizsgálatban. Az említett területeken költséghatékonysági vagy egyéb okokból kifolyólag általában vonalas teljesítmény-eloszlással rendelkező megvilágításokat alkalmaznak.

1 ábra: Vonalas teljesítmény-eloszlással rendelkező alacsony színvisszaadású fénycső

2 ábra: a D65-ös szabványos megvilágítás folytonos teljesítmény-eloszlással rendelkezik

Ezek a megvilágítások (1. ábra) alacsony színvisszaadással (CRI) és magas metamer indexszel rendelkeznek [4]. Az ilyen megvilágítások a kereskedelem és gyártás esetén reklamációkhoz, a színlátás-vizsgálat esetén pedig rossz diagnózishoz vezetnek. Léteznek olyan korszerű vonalas teljesítmény-eloszlással rendelkező fényforrások, amelyek emissziós csúcsai olyan módon kerülnek kialakításra, hogy elérik a 90 körüli CRI értékeket, azonban ezek a spektrális karakterisztikájuknál fogva a megfelelőnek tűnő CRI érték ellenére is hibás szín-identifikációhoz vagy csökkent szín-diszkriminációhoz vezethetnek [9].

A megvilágító dobozok szabványosan megvilágított (2. ábra) vizsgálóterébe helyezett színminták a valós színészleletet váltják ki a szemlélőben, ezáltal lehetővé teszik a szubjektív minőségbiztosítás megvalósítását.

A megvilágító dobozok felépítése a 3. ábrán látható. A műszer tartalmaz egy szabványos megvilágító szimulátort, amely egy vagy több elektronikusan szabályozott fényforrásból és megfelelő fényszűrőkből áll. A megvilágító egységben található még egy homályos üveg, melynek szerepe a megvilágítás homogenizálása a megvilágított felületen. Az így kialakított megvilágítás megfelelő geometriával és bevonattal rendelkező dobozba kerül beépítésre.

3. ábra: Megvilágító doboz felépítése

A dobozok szabványos megvilágítás-szimulátorainak minőségét a spektrális teljesítmény-eloszlás mellett a színvisszaadás (CRI) és a metamer index (MI_{vis}) értékével adjuk meg. A kereskedelemben kapható megvilágító dobozok színvisszaadása általában 80-95 között, míg a metamer indexe 0-1,5 között mozog [7, 10]. Célunk olyan halogén izzós műszer létrehozása volt, amely ezen értékeken belül helyezkedik el és képes az általában alkalmazott **D65** és **A** típusú megvilágítások szimulálására.

2. MÓDSZEREK

A doboz vázlatos felépítése a 4. ábrán látható. Ez a konstrukció megfelel a 3. ábrán ismertetett működési elvnek. A doboz bútorlapból készült és borítása kívül-belül csillogásmentes semleges szürke ($\rho \approx 20\%$) fóliából készült.

4. ábra: A doboz vázlatos felépítése

Az **A** és a **D65** megvilágítás fényforrásaként egyaránt 6-6 db 4000 órás üzemidejű OSRAM DECOSTAR hidegtükrös halogén izzó szolgál [9]. Mivel törekedtünk a fényforrás és szűrő kompakt kivitelezésére, ezért az izzót, a szűrőt és a homályos üveget kettesével (az **A** és **D65** szimulátorra külön-külön) egy alumínium lemezes konstrukcióba helyeztük (5. ábra). Ez a konstrukció a moduláris felépítés, a könnyű izzó- és szűrőcsere mellett biztosítja a lámpák által termelt nagy mennyiségű hő hatékony elvezetését. A hűtés részét képezi még a doboz két oldalán található 2x25 W-os ventilátor és a légáramlást szabályzó, ráccsal ellátott szellőzőfuratok.

5. ábra: A halogén izzót, a szűrőt és a homályos üveget tartalmazó modul

Ezekből a modulokból 6 db kerül a doboz fedőlapjára, amely izzócsere esetén nyitható és kitámasztható. A doboz és modul méretezése figyelembe veszi a megvilágítás geometriai jellegzetességeit annak érdekében, hogy a vizsgáló felületen egyenletes megvilágítást kapjunk [1,2]. A doboz külső mérete: magasság/szélesség/mélység - 1200/1000/620 mm. A doboz vizsgálóterének mérete pedig: magasság/szélesség/mélység - 650/960/600 mm.

A homályos üveg alatt található szűrőfóliák az **A** és a **D65** szimulátorok esetében is a Lee katalógusból [8] kerültek kiválasztásra. A beépített szűrőkombináció kiválasztása számítógépes optimalizáló eljárás segítségével történt. A számítógépes optimalizáló eljárás egyaránt figyelembe vette a színdiszkriminációs görbével súlyozott spektrális teljesítményeloszlások közti különbséget, a színhőmérsékletet, a CRI, és a MI_{vis} értékeket (6. ábra).

A halogénizzók színhőmérsékletének stabilizálása és a két izzócsoport (**A** és **D65**) ki-be kapcsolása elektronikusan történik. Az izzó tápellátása a költség- és helytakarékoság miatt kapcsolóüzemű tápegységekkel történik. A halogén izzólámpák színhőmérsékletének a stabilizálását és adott értékre állítását szabályozható áramgenerátor biztosítja. A szabályzás a fedőlapra szerelt két potenciométerrel történik. A lámpák öregedése következtében megváltozott sugárzási karakterisztika ezzel a szabályzóval korrigálható (ajánlott újrakalibrálás 1000 óránként).

Az összeszerelt doboz axonometrikus rajza a 6. ábrán látható

1. szabványosan megvilágított felület + vizsgálótér
2. színhőmérséklet-választó (A / D65) billenő-kapcsoló
3. bekapcsoló-gomb
4. ventilátor-nyílás (2 db)
5. szellőzőnyílások (5 db)
6. fedélrögzítő csavarok (2 db)
7. 3 pólusú tápcsatlakozó aljzat + biztosíték + főkapcsoló

6. ábra: A szabványos megvilágító doboz elől- és hátulnézete

3. MÉRÉSEK

A szabványos megvilágító doboz elkészítése után a tervezett névleges adatok ellenőrzése érdekében méréseket végeztünk [3].

A szabványos megvilágító doboz tervezett névleges megvilágítása a vizsgáló felületen $1000 \pm 10\%$ lx. A **D65** és az **A** szimulátorral létrehozott megvilágítást a vizsgáló felület 5 pontján (7. ábra) mértük meg. A 10 mérésből számított átlagértékek mindkét szimulátor esetén a 10%-os tűrésen belül maradtak (1. táblázat).

7. ábra: A megvilágítás-mérés pontjai

Mérési pont	E (lx)	Szórás
1	995	4,85
2	962	6,87
3	1010	7,98
4	980	6,47
5	954	5,69

Mérési pont	E (lx)	Szórás
1	1012	4,12
2	993	3,15
3	1135	2,25
4	1075	6,52
5	1105	4,31

1. táblázat: Megvilágítás az asztal 5 pontján (**D65** és **A** szimulátor esetén)

A színhőmérséklet és a spektrális teljesítmény-eloszlás a 3-as mérési pontban került mérésre. A 10 mérésből származó korrelált színhőmérséklet adatok a 2. táblázatban szerepelnek. Az elkészített szimulátorok és a CIE **A** és **D65** szabványos megvilágítások [6] spektrális teljesítmény-eloszlásának összehasonlítása a 10. ábrán látható.

Megvilágítás típusa	D65	A
Korrelált színhőmérséklet [K]	6428	2913
Bizonytalanság [-] (99,5 %-os konfidencia int.)	$\pm 52,5$	$\pm 33,4$
CRI [-]	82,74	97,85
Bizonytalanság [-] (99,5 %-os konfidencia int.)	$\pm 0,25$	$\pm 0,12$

2 . táblázat: Színhőmérséklet az asztal 3-as pontjában (**D65** és **A** szimulátor esetén)

8. ábra: Szimulátor és szabványos megvilágítások spektrális összehasonlítása (400-700 nm, az asztal 3-as pontján)

Ha összehasonlítjuk a BME MOM Tanszéken található, kereskedelemben is kapható szabványos megvilágító-dobozt a saját fejlesztésűvel, akkor a következő megállapításokra juthatunk:

Az előbbieken bemutatott doboz a tanszéki műszer árának közel tizedéből került összeállításra.

A 9. ábrán látható a két doboz spektrális összehasonlítása a szabványos D65 megvilágítással és az ezekből számított MI_{vis} és CRI értékek.

9. ábra: Megvilágítás spektrális teljesítmény-eloszlása (400-700 nm)

Ezek alapján mindkét doboz megvilágítása az 1b színvisszaadási fokozatba és a MI_{vis} szerinti C osztályú csoportba tartozik. Tehát a megvilágítás-szimulátorok esetében azonos kategóriába tartozó műszerekről beszélhetünk.

4. ÖSSZEFOGLALÓ

A halogén fényforrással és optimalizált szűrőzési eljárással készített megvilágító doboz **1b** színvisszaadási fokozatba eső színvisszaadással és **C** osztályú metamer index-szel rendelkezik. Ez megfelel a színlátás-vizsgálati teszteknek kívánatos elvárásoknak. A hidegtükrös halogén izzólámpák és a kereskedelemben is kapható megfelelő szűrőkombinációval létrehozott napfény-szimulátor lehetővé tette egy hosszú üzemidejű, nagy üzembiztonságú és kedvező árú szabványos megvilágítás létrehozását. Az elkészült műszer a vele egy kategóriájú műszerekkel összehasonlítva is alkalmasnak tekinthető a kereskedelmi, ipari és színlátás-vizsgálati felhasználásra.

A műszer további fejlesztési lehetőségei lehetnek: élettartam számláló, UV fényforrás, szabályozott ventilátor, további szimulátorok és önkalibráló rendszer beépítése.

5. IRODALOM

- [1] Gergely Pál: Gyakorlati világítástechnika. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
- [2] Hefelle József, Gloetzer László: Megvilágításmérés - szentimetria. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.

- [3] Hruska Rudolf: Általános szintan és színmérés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1956.
- [4] Lukács Gyula: Színmérés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982.
- [5] CIE: A Method for Assessing the Quality of Daylight Simulators for Colorimetry. CIE 51, pp 1-17., 1981.
- [6] CVRL Color & Vision database
www.cvrl.org
- [7] Datacolor - Lighting booths
www.datacolor.com/index.php?name=Sections&req=viewarticle&artid=23
- [8] Lee szűrőfóliák
www.leefilters.com
- [9] Osram hidegtükrös halogén izzólámpák
www.osram.com
- [10] X-Rite - SpectraLight III
www.xrite.com/product_overview.aspx?ID=808&Industry=4&Segment=9&Action=Support