

Megvilágító doboz napfény-szimulátorral

Dr. Samu Krisztián, Dr. Wenzel Klára

BME, Mechatronika, Optika és Műszertechnika 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.

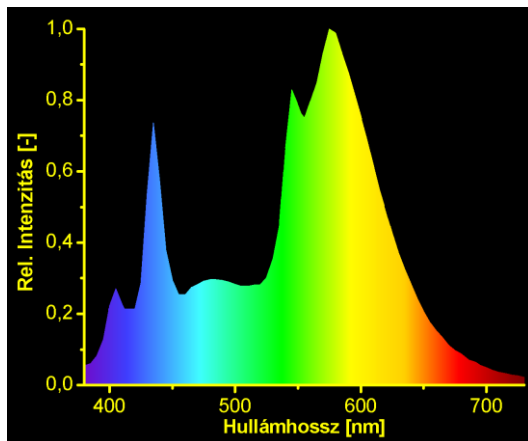
A fenti eseteket az okozza, hogy a modern bevásárlóközpontokban, irodaépületekben és üzemekben általában fénycsőveket vagy kompakt világítótesteket alkalmaznak, amelyeknek spektrális teljesítmény-eloszlása vonalas, ezért színvisszaadása (CRI) alacsony, metamer indexe (MI_{vis}) pedig magas. A tárgyak 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.

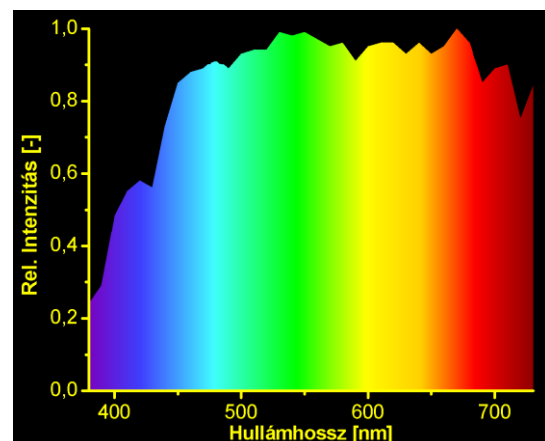
A kereskedelemben kapható szabványos megvilágító dobozok általában költséges berendezéseket (pl. xenon fényforrás) alkalmaznak a szabványos megvilágítás (D65) elérésére. Kutatásunk során olcsó halogén fényforrásokkal, elektronikus stabilizálással és szűrőzéssel is sikerült jó színvisszaadású D65-ös szabványos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

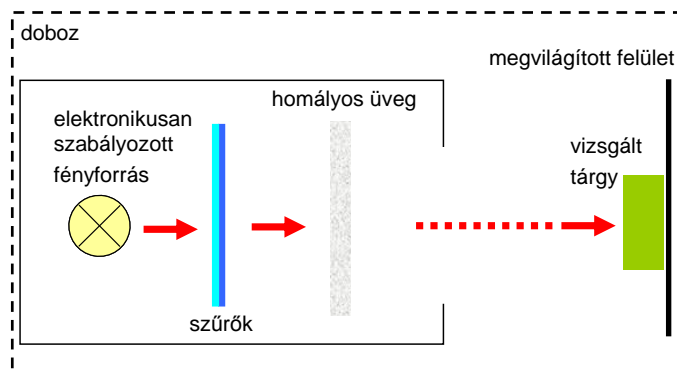


2 ábra: a D65-ös szabványos megvilágítás folytonos teljesítmény-eloszlással rendelkezik

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 csökkentett 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.

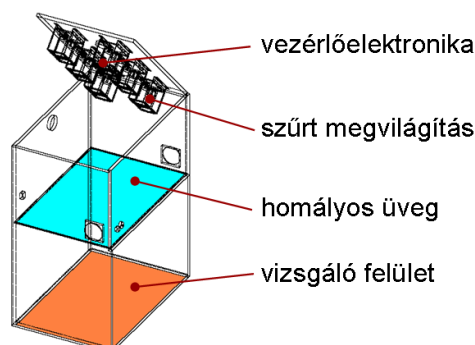


3. ábra: Megvilágító doboz felépítése

A dobozok szabványos megvilágítás-szimulátorainak minőségét a spektrális teljesítmény-eloszlás mellett a színvisszaadás (CRI) és a metamer index (MI_{vis}) értékkel 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.

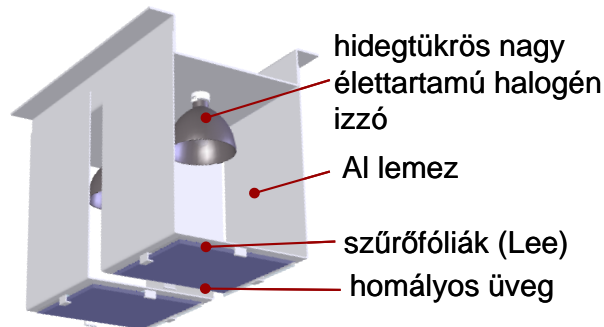
2. MÓDSZEREK

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

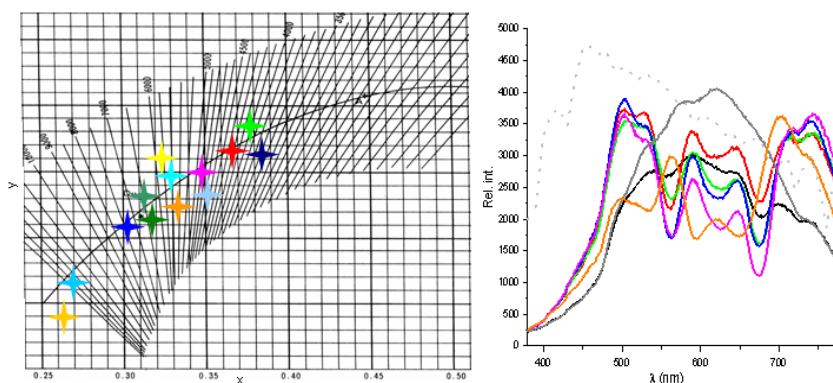
Az **A** és a **D65** megvilágítás fényforrásaként egyaránt 6-6 db 4000 órás üzemidejű OSRAM DECOSTAR hidegtükrös halogén izzó szolgál [9]. Mivel törekedtünk a fényforrás és szűrő kompakt kivitelezésére, ezért az izzót, a szűrőt és a homályos üveget kettesével (az **A** és **D65** szimulátorra külön-külön) egy alumínium lemez 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

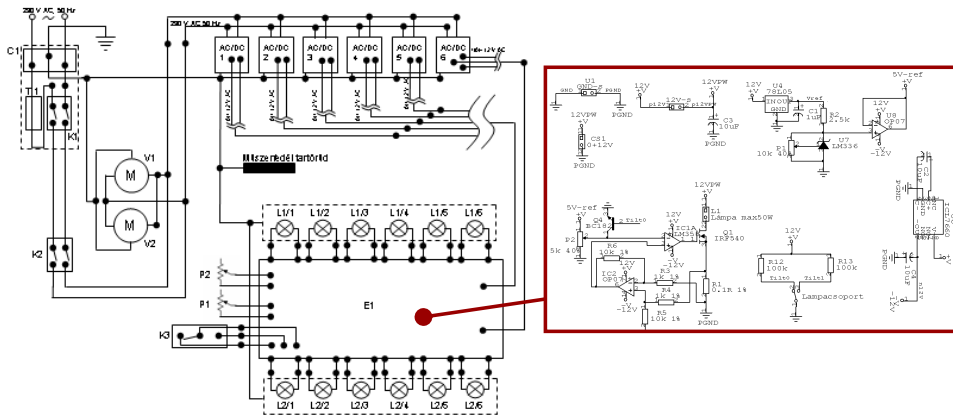
Ezekből a modulokból 6 db kerül a doboz fedőlapjára, amely izzócsere esetén nyitható és kitámasztható. A doboz és modul méretezése figyelembe veszi a megvilágítás geometriai jellegzetességeit annak érdekében, hogy a vizsgáló felületen egyenletes megvilágítást kapjunk [1,2]. A doboz külső mérete: magasság/szélesség/mélység - 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 teljesítmény-eloszlások közti különbséget, a színhőmérsékletet, a CRI, és a MI_{vis} értékeket (6. ábra).



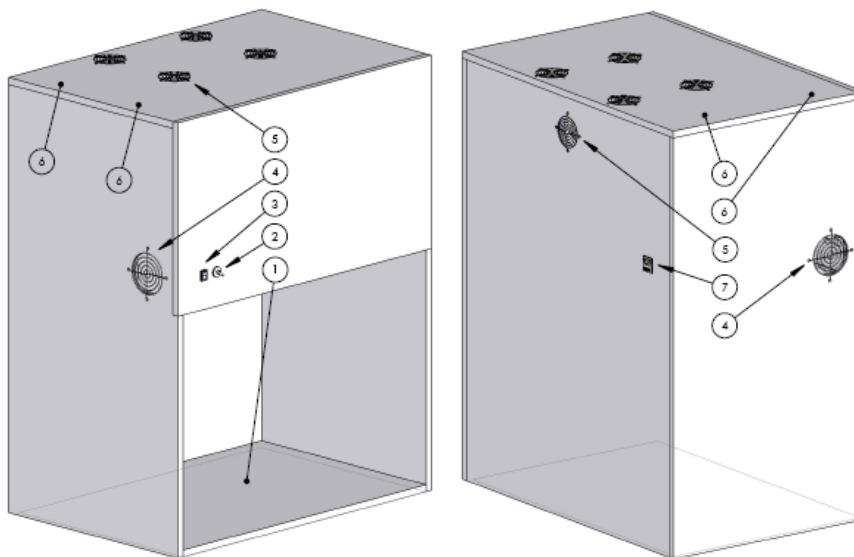
6. ábra: A szűrőoptimalizálás folyamata

A halogénizzók színhőmérsékletének stabilizálása és a két izzócsoporthoz (**A** és **D65**) ki-be kapcsolása elektronikusan történik (7. ábra). 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).



7. ábra: A doboz elektromos kapcsolása (balra) és az elektronikus vezérlés sémája (jobbra)

Az összeszerelt doboz axonometrikus rajza a 8. ábrán látható



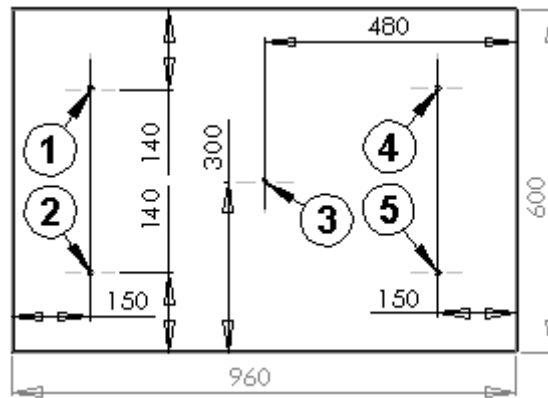
1. szabványosan megvilágított felület + vizsgálótér
2. színhőmérséklet-választó (A / D65) billenőkapcsoló
3. bekapcsológomb
4. ventilátor-nyílás (2 db)
5. szellőzőnyílások (5 db)
6. fedélrögzítő csavarok (2 db)
7. 3 pólusú tápcsatlakozó aljzat + biztosíték + főkapcsoló

8. 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 (9. ábra) mértük meg. A 10 mérésből számított átlagértékek mindkét szimulátor esetén a 10%-os tűrésen belül maradtak (1. táblázat).



9. 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

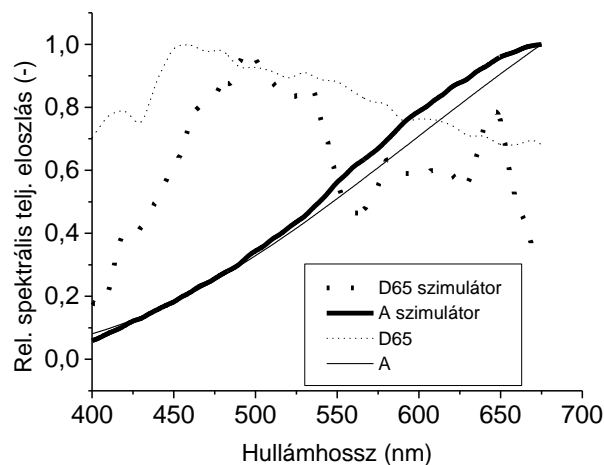
Mérési pont	E (lx)	Szórás
1	1012	4,12
2	993	3,15
3	1135	2,25
4	1075	6,52
5	1105	4,31

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.)	± 52,5	± 33,4
CRI [-]	82,74	97,85
Bizonytalanság [-] (99,5 %-os konfidencia int.)	± 0,25	± 0,12

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

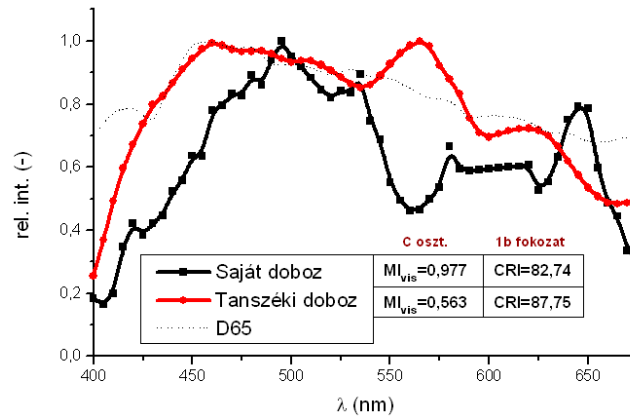


10. ábra: Szimulátor és szabványos megvilágítások spektrális összehasonlítása (400-700 nm, az asztal 3-as pontján)

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

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

A 11. ábrán látható a két doboz spektrális összehasonlítása a szabványos D65 megvilágítással és az ezekből számított MI_{vis} és CRI értékek.



11. 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 teszteknel 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 (12. ábra).

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



12. ábra: Azonos termékek különböző megvilágításban

5. IRODALOM

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