



**A Magyar Tudományos Akadémia  
Veszprémi Területi Bizottsága  
Műszaki Szakbizottságának  
Alkalmazott Fény- és Színtani  
Munkabizottsága**

A Pannon Egyetem Műszaki Informatikai Kara  
Virtuális Környezetek és Fénytan Laboratóriumának,  
a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság  
Human Computer Interaction & Design for All (HCI&DfA)  
Ergonómiai Tervezés Mindenkinék Szakosztálya  
közreműködésével



# **10. Lux et Color Vesprimiensis Szimpozium**

**2011. november 29.**

**Program és rövid kivonatok**

**VEAB Veszprém Vár utca 37.**

## 10. Lux et Color Veszprimiensis Szimpózium

**2011. november 29.**  
**VEAB Veszprém, Vár utca 37.**

9.55-10.00	Regisztráció
10.00-10.10	Megnyitó
10.10-10.30	Schanda János, Németné Vidovszky Ágnes: Világosság észlelet fiziológiája alapjai
10.30-10.50	Némethné Vidovszky Ágnes, Kosztyán Zsolt, Schanda János: Világosság és munkavégzőképesség
10.50-11.10	Horváth András: Retina viselkedésének számítógépes szimulációja
11.10-11.30	Ebeszkorn Lajos: A szem dinamikus észlelési bizonytalansága, következtetések
11.30-11.50	Filetóth Levente: Természetes világítás és építész tervezés
11.50-12.10	Rajendra Dangol: User Acceptance studies for LED lighting in offices
12.10-12.30	Borbély Ákos: Szentgyörgyvölgyi Rozália: A nyomóerő hatása a flexografiai nyomtatással létrehozott autotípiái árnyalatokra
12.30-13.50	Ebédszünet
13.50-14.10	Gombos Katalin: Világosságészlelet kromatikus háttérű mintáknál a mintaméret és a háttér fénysűrűségének függvényében
14.10-14.30	Kosztyán Zsolt Tibor: Optikai vizsgálatok mérési bizonytalanságának figyelembevétele ipari környezetben
14.30-14.50	Kosztyán Zsolt Tibor: Hat észlelőcsatornás képi tristimulusos-mérő berendezés tervezése és a sorozatgyártás megvalósítása
14.50-15.10	Szabó Ferenc, Csuti Péter, Schanda János: Több szempontú színpreferencia vizsgálat a fényforrás színességi koordinátájának elhelyezkedése alapján
15.10-15.30	Csuti Péter, Schanda János: LED-es lámpák fényének vizuális továbbfejlesztett színinermegfeleltető függvények használatával
15.30-15.50	Andor Görgy, Gál Péter: LED-es fényforrások pontossága nemzetközi szinten
15.50-16.00	A szimpózium zárása

# Világosság észlelet fiziológiai alapjai

Schanda János<sup>1</sup> és Némethné Vidovszky Ágnes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pannon Egyetem, Veszprém,

<sup>2</sup> Nemzeti Közlekedési Hatóság-BME, Budapest

Azt a tényt, hogy a világosságot a fénysűrűség nem írja le helyesen először a színtanban észlelték: a Helmholtz-Kohlrausch hatás írja le a két jelenség közötti különbséget. Az évtizedek során számos elmélet született az eltérés magyarázatára. Ezen elméletek egy része empirikus megoldást ajánl, s kísérleti adatokhoz illesztve ad javaslatot a színinger ismeretében a világosság számítására. Az elméletek más része igyekszik a fiziológiai mechanizmusokat modellezni. Utóbbiak között vannak olyanok, melyek a három csap-receptor jeléből hoznak létre világosság jelet, mások a pálcika-kölcsönhatásnak tulajdonították a világosság eltérését a fénysűrűségtől, még akromatikus jelek esetén is. A közelmúltban több dolgozat is foglalkozott azzal, hogy a pupilla reflexért is felelős ipRGC sejtek jele közvetlenül vagy a pupilla-mechanizmuson keresztül hat-e a világosság észleletre.

Kísérleteket végeztünk olyan azonos korrelált színhőmérsékletű sugárzásokkal, melyek színeképi teljesítmény eloszlása eltérő volt, és vagy az ipRGC-kat, vagy az S-csapokat (rövidhullámhosszakra érzékeny sejtek) ingerli erősebben. A megfigyelő feladata az volt, hogy a kétféle színekkel azonos fénysűrűségre megvilágított akromatikus színminták közül melyiket észleli világosabbnak.

Kísérleteink azt mutatták, hogy a világosságért az S-csapok ingerlése nagyobb mértékben felelős, mint az ipRGC-ek ingerlése.

## Világosság és munkavégzőképesség

Némethné Vidovszky Ágnes<sup>1</sup>, Kosztyán Zsolt<sup>2</sup>, Schanda János<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nemzeti Közlekedési Hatóság-BME, Budapest

<sup>2</sup>Pannon Egyetem, Veszprém

A világítástechnikusok célja mindig a jobb minőségű fényforrások előállítása, a nagyobb megvilágítás, a kellemesebb vizuális környezet megteremtése volt. Amióta Kruithoff bemutatta a megvilágítás és színhőmérséklet kapcsolatát ábrázoló diagramját, azóta vitatták azt és foglalkoztak a színhőmérséklet – fényszín – világosság összefüggéseinek kutatásával.

A LED-k ezt a témát ismét előtérbe helyezték, mivel spektrális eloszlásuk, korrelált színhőmérsékletük elméletileg és jó közelítéssel gyakorlatilag is tetszőlegesen változtatható.

Előadásunk alapját képező vizsgáldások arra keresték a választ:

- igaz-e hogy a cirkadian ritmusnak megfelelően a nagyobb korrelált színhőmérsékletű fényforrások éberebben tartanak-e a munkavégzés során, azaz kevesebb hibát vétünk-e ilyen vizuális környezetben;
- izgatott az a kérdés bennünket, hogy a világosabbnak tűnő környezet valóban nagyobb megvilágítottságú-e?

A Pannon Egyetemen és a BME-n végeztünk részben ún. doboz kísérleteket, részben nagy termes „in situ” kísérleteket. A világosság –fénysűrűség érzékelés különbözőségét vizsgáltuk laboratóriumban, míg a munkavégzőképességgel kapcsolatosan osztálytermi környezetet szimuláltunk. Az ún. doboz kísérlet szerint megfigyelőink 3 csoportba sorolhatók, vannak, akik a világosságot a fénysűrűséggel megegyező módon érzékelik, mások világosabbnak, megint mások sötétebbnek érzékelik az azonos megvilágítású tárgyat, ha a fényforrás spektrumok eltérőek. Az érzékelést elsősorban a kék hullámhossz befolyásolja.

A tantermi környezetben a vizsgálatban résztvevőknek különböző hosszúságú szövegekben kellett a sajtóhibákat megkeresniük. A munka kb. 1,5 órát vett igénybe. Vizsgáltuk a személyek fáradását, azaz, hogy a munka elején és végén egy-egy oldalon hány hibát nem találtak meg. A kísérletek során külön elemeztük a fiatal és idős személyek teljesítőképességét, mind meleg-fehér, mind hideg-fehér fénycsöves világítás mellett.

A tantermi kísérletek némileg ellentmondtak alapvetésünknek. Szignifikancia vizsgálatok kimutatták, hogy a korrelált színhőmérsékletnek van ugyan jelentősége, de nem igazolható a nagyobb korrelált színhőmérséklet kedvező hatása a tévesztéssel kapcsolatosan. Vizuálisan pedig egyértelműen kedvezőbbnek találták vizsgálati alanyaink a melegebb fényszínt.

# Retina viselkedésének számítógépes szimulációja

Dr. Horváth András

Széchenyi István Egyetem  
Fizika és Kémia Tanszék

Az emberi szem érzékelő-hálózata roppant bonyolult, több millió egységből álló rendszer, melynek viselkedése jelentős hatással van arra, mit is vagyunk képesek érzékelni a külvilágból.

A retina működésének számtalan aspektusát értjük, ezek leírása az elmúlt 50–100 évben megtörtént. A mai számítógépek teljesítménye lehetővé teszi, hogy ezeket az ismereteket olyan modellek felállítására használjuk fel, mely nagy részletességű képeken mutatja be retinánk működésének bizonyos vonatkozásait. Ez elméleti újdonságot nem jelent, de a szimulációk révén lehetővé válik a jelenségek jobb megértése és ergonómiai, közlekedésbiztonsági vagy látásvizsgálathoz segítséget nyújtó segédeszköz jöhet létre.

Kutatásunk végcélja, hogy egy számítógépes modellt adjunk, mely egy nagy felbontású mozgóképet átalakít olyanná, ami az emberi retina sajátosságaiból, korlátaiból következően az agyunk számára felfogható. Jelenlegi modelljeink az alábbi jelenségek szimulálását képesek elvégezni:

- ⤴ A retina érzékelőinek rodopszin-szint változásai és az ennek következtében megváltozó észlelt fényesség és szín.
- ⤴ A csapok és pálcikák látóirány függvényében változó sűrűsége és az ebből adódó irányfüggő felbontás.

Ezek a modellek a jól ismert jelenségeket sikeresen visszaadják, módot adnak például az éjszakai autózásakor fellépő veszélyes „szembereflektorozás” miatti ideiglenes holttér vagy a látómező szélén csökkenő részletgazdagság tanulmányozására különböző körülmények közt elkészített felvételeken, de a paraméterek állítgatásával bizonyos szemhibák hatásának vizsgálatára is alkalmasak lehetnek.

## A szem dinamikus észlelési bizonytalansága, következtetések

Erbeszkorn Lajos

A szem évezredes fejlődése a természetes fényforrásokhoz (beleértve a tűz fényét is) a biológiai programozással alkalmazkodott. A fényforrások jelenlegi gyors fejlődése, és a nem kimondottan az emberi szem tulajdonságaihoz alkalmazkodó megvilágítási szempontok az emberi szem számára kedvezőtlen környezetet kezdenek kialakítani, amit a jelentősen lassúbb biológiai változás nem tud követni.

Egy egyszerű és ellenőrizhető, de megdöbbentő észlelés rávilágít arra, hogy – hasonlóan a szem adott adaptációs szintjéhez tartozó utóképek észlelést zavaró hatásához – a szem dinamikus észlelési módjával eddig keveset foglalkoztak, annak ellenére, hogy az éjszakai környezetvilágítás kialakításánál ezt messzemenően figyelembe kellene venni.

Ezen az úton elindulva célszerű lenne a különböző emberi ténykedésekhez alkalmazkodó adaptációs szinteket meghatározni, amelyekhez tartozó láthatósági függvényeket ismételt, több különböző módszerrel is ellenőrizni kellene.

A dinamikus észlelés vizsgálata, a tapasztalt jelenség magyarázata szintén maga után vonja, hogy a fénytanban kialakult – részben felületes – szokások, definíciók pontosítva legyenek egyszerű, logikusnak tűnő gondolatmenet alapján, jobb összhangban a radiológiai egységekkel.

# Természetes világítás és építész tervezés

Filetóth Levente PhD

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar,  
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

A természetes világítás tervezése az építész tervező feladata, mely a kezdeti tervfázisban, a vázlattervek kidolgozásával közel 80%-ban eldől. A későbbi tervfázisok során a szakági mérnökök és konzulensek mindössze kb. 20%-ban képesek befolyásolni az épület építész koncepció során kialakított természetes világítási és energetikai adottságokat. Az építészek feladata nem könnyű, hiszen a korai tervfázisban a tervezési döntéseket számos, részben egymással szemben álló igény és elvárás egyszerre befolyásolja (hatóságok, megrendelő, szabványok, esztétika, költségek, stb.). Az építész tervezők a koncepciótervek kidolgozása során - elősorban idő és pénz hiányában - döntéseiket legtöbbször szakági tervezők és konzulensek bevonása nélkül hozzák.

Ahhoz hogy az építész tervezők már a koncepcionális tervek kidolgozása során tisztában legyenek a tervezett épület természetes világítását befolyásoló döntéseik következményeivel, olyan tervezési eszközök és segédletek kidolgozását tesz szükségessé, melyek:

- olyan eredményeket produkálnak melyek képesek előre jelezni az építész tervezési döntések természetes világítással kapcsolatos vonatkozásait, azaz jól használható, gyakorlati segítséget nyújtanak a tervezési döntések előkészítéséhez;
- bármely tervezési fázisban, azaz már a koncepcionális tervfázisban is használhatóak;
- építész tervezők - előtanulmányok, szakági mérnökök illetve konzulensek nélkül - legyenek képesek használni ezeket a tervezést segítő eszközöket;
- a tervezési döntéseket segítő eredmények és visszajelzések napok helyett "percek alatt" (azaz kevesebb mint 15 perc) alatt álljon az építészek rendelkezésére;
- a tervezést segítő eszköz plusz költség ráfordítás nélkül legyen használható.

A jelenleg rendelkezésre álló természetes világítás tervezését segítő eszközök (szerkesztő módszerek, fizikai modellmérések, számítógépes programok) egyike sem felel meg maradéktalanul, minden tekintetben a fent felsorolt építész tervezői gyakorlat által megfogalmazott elvárásoknak. A szerkesztő módszerek számos bemenő adatot elhanyagolnak, használatuk időigényes és előzetes ismeretek elsajátítását feltételezi. A fizikai modellmérések pontos eredményekkel szolgálnak de költség és idő vonzatuk miatt nem használatosak a mindennapi tervezői gyakorlatban. A számítógépes programcsomagok több csoportba sorolhatóak. A világítástechnikai szakemberek számára fejlesztett rendszerek sokba kerülnek, használatuk komoly szakértelmet követel meg. A fotorealsztikus animációk és látványtervek készítésére létrehozott megoldások csak részben képesek a természetes világítás jellemzőinek figyelembe vételére és követésére (nem beszélve ezek költség ill. szakértelem vonzatairól).

Az építész tervezői gyakorlat fent említett elvárásait olyan módszerrel igyekszünk teljesíteni, mely egyesíti a fizikai modellmérések pontosságát, a szerkesztő eljárások következetességét és a számítógépes módszerek gyorsaságát. A "Majoros-féle" generatív, implicit módszer oldalvilágított, hasáb geometriájú belsőterek természetes világításának méretezésére szolgál és ingyen hozzáférhető az építészek számára. A felülvilágított belsőterek természetes világításának tervezése során használatos "hatásfok" módszer kibővítése és az ingyenesen letölthető számítógépes program elkészítése folyamatban van.

## **User acceptance studies for LED lighting in offices**

**Rajendra Dangol**

Aalto University, School of Electrical Engineering, Department of Electronics  
Lighting Unit, Aalto, Finland

The LED based lighting technology is growing rapidly and improving day by day, and is more efficient and ergonomic lighting product. With LEDs it is possible to concentrate light on actual working areas as well as adapting light colour for different activities and to the human circadian rhythm. However, people are questioning about the colour rendering properties of LED light source. The present used light source colour quality descriptor (CIE Colour Rendering Index (CRI)) is out-dated and does not describe colour quality correctly.

For the tuneable light spectrum and dynamic light levels provided by LED lighting more diversified description of lamp light quality will be required in the future, which could not be explored up to now due to the adequacy of traditional light sources. These facts can be addressed only by user acceptance studies. Therefore, to have some impact on the field Aalto University, Department of Electronics Engineering, Lighting Unit is currently working on user acceptance studies for LED lighting in offices. The main objective is to find out subjective preferences for office lighting concerning the colour quality and analysing light source colour quality descriptors and recommending best descriptor.

The user acceptance studies are divided into two parts: small scale booth experiment, and full scale experiment. Till date small scale booth experiment with 60 observers has been completed. Two types of tests were performed in small scale booth experiment: individual evaluation of subjective preference under each spectra and comparison under LED spectra vs. reference lamp spectra. Fluorescent lamps Osram FC 40W/827, Osram FC 40W/840, and Osram FC 40W/865 were selected as the reference lamps at colour temperatures 2700K, 4000K, and 6500K respectively. There were 21 various LED spectra (7 spectra each at 2700K, 4000K, and 6500K) for evaluation. LED spectra were simulated for various combination of existing and proposed colour quality metrics: Color rendering index (Ra), CQS Relative Gamut Area (Qg), Feeling of Contrast Index (FCI), and Colour Preference metric (Qp) in CQS. An extra fluorescent lamp Osram colour proof L8W/925 was also selected for evaluation.

The statistical analysis of small scale booth experiment data is on-going. The preliminary analysis results for individual and comparison evaluations indicates higher subjective preference for LED spectra with high colour preference index (CQS) and high relative gamut area (CQS).

## **A nyomóerő hatása a flexográfiai nyomtatással létrehozott autotípiai árnyalatokra**

**Borbély Ákos, Szentgyörgyvölgyi Rozália**

Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnnyűipari és Környezetmérnöki Kar

A flexográfiai nyomtatási eljárás olyan magasnyomtatási eljárás, melynél flexibilis nyomóformát alkalmaznak. A rugalmas nyomóforma lehetővé teszi különféle nyomathordozók nyomtatását; ez rendkívül kedvező tulajdonság a csomagolóiparban. E nyomtatási eljárás kulcsfontosságú paramétere a nyomóforma és az ellennyomóhenger között a nyomathordozóra ható erő, ennek mértékét a nyomdászok tapasztalat alapján állítják be az optimális nyomatkép eléréséhez. A nyomóerő változása az autotípiai árnyalatokat képező pontstruktúrákon az elemi pont alakjának deformációját és a felvitt festékréteg vastagságának változását okozza. Kísérleteinkben azt vizsgáltuk, milyen hatással van a nyomóerő változtatása AM rácssal létrehozott nyomat színjellemzőire. Nyomathordozóként műanyag fóliákat (BOPP és PET) használtunk, a nyomatokat kétfajta festékkel nyomtattuk Soma Flex Midi 105-8 EG típusú központi ellennyomó hengeres flexónyomógépen. A nyomóerő fokozatos változtatásával kapott, vizuálisan elfogadható minőségű tesztnyomatokon az optikai denzitás értékek, az árnyalat-átviteli görbék, a színingerjellemzők és a nyomtatható színtartomány (gamut) változását vizsgáltuk.

# Világosságészlelet kromatikus háttérű kromatikus mintáknál a mintaméret és a háttér fényűrűségének függvényében

Gombos Katalin

Pannon Egyetem, Veszprém

□

Számítógépes kijelzőn megjelenő, két azonos színű és fényűrűségű, eltérő méretű korong különböző világosságúnak tűnhet a méret és a háttér függvényében. Vizsgáljuk meg az azonos paraméterű (fényűrűségű és színezetű), de eltérő méretű, színes háttereken megjelenő színes minták világosság észleletét a háttér színének függvényében. Két különböző színű és fényűrűségű minta világosságának összehasonlításához a színes mintáknak azonos világosságúaknak kell lenniük, ehhez előzetesen a színes minták *cowan*-féle világosság-észlelet számítása szükséges.

A fotometriai mennyiségek és az észlelet közötti kapcsolat jellemzőit számos körülmény befolyásolhatja: az inger időbeli jellemzői, térbeli elhelyezkedés jellemzői (alak, érintkező felületek), a pupillaméret, adaptációs állapot, és nem utolsósorban az észlelő pillanatnyi pszichofizikai állapota. Ezen körülmények világosság-észleltre gyakorolt hatásai az agyi feldolgozás különböző szakaszaiban jelentkeznek.

Az észlelés egyik fő funkciója a tárgyak felismerése, amely úgy történik, hogy hozzárendeljük egy kategóriához (egy emlékezetünkben tárolt fogalomhoz). A felismerés teszi lehetővé, hogy a közvetlenül jelen lévő információt meghaladva, közvetlenül nem észlelhető tulajdonságokra is következtessünk.

A világosságészlelet és méret kapcsolatával Ronchi foglalkozott, aki sötét kartonpapírra különböző méretű, de azonos reflexiójú korongokat ragasztott fel, és öt tesztelőt kért fel a korongok világosságának beazonosításához. Minél nagyobb volt a korong átmérője, annál világosabbnak észlelték. Ez a jelenség vajon hogyan érvényesül képernyőn? A mai képfeldolgozási gyakorlatban információértékű lehet a képernyőn megjelenő kép világossága, így az ehhez tartozó fényűrűség érték megfelelő beállítása.

A minta világosságának észleletére a minta mérete hatással lehet, de ezt még számos egyéb tényező is befolyásolhatja, mint például a minta és a háttér színeinek különbsége.

A kísérlet során használt feladatban két különböző méretű színes háttérű színes minta világosságát kellett megállapítani, ahol a minták azonos paraméterűek (színezetű, fényűrűségű), de különböző méretűek voltak, és egyszerre jelentek meg a képernyőn.

Kék és piros háttereken jelentős a méret okozta világosság különbség. Sárga és zöld háttereken a kék és piros mintáknál találunk méret okozta világosság különbséget. A sárga háttérű zöld mintáknál, illetve a zöld háttérű sárga mintánál nem tapasztalható eltérés a kisebb és a nagyobb minták világossága között. Számítógépes megjelenítés tervezésekor célszerű figyelembe venni, hogy azonos világosságú hátterek és minták esetében hatással van a méret a világosságra, különösen igaz ez kék és piros színek esetében, akár háttérként, akár mintaként szerepelnek.

# **Optikai vizsgálatok mérési bizonytalanságának figyelembevétele ipari környezetben**

**Kosztván Zsolt Tibor**

Pannon Egyetem, Kvantitatív Módszerek Tanszék

A mérések és ezen belül az optikai mérések megbízhatósága kulcskérdés lehet a termék megfelelőségének vizsgálatában. Ha a mérés bizonytalanságát nem vesszük figyelembe, akkor jó terméket nem megfelelőnek, vagy ami még rosszabb, rossz terméket megfelelőnek értékelünk, és lehet, hogy ez a probléma már csak a vevőnél derül ki.

Látszólag két különálló elmélet foglalkozik a méréssel és a megfelelőséggel. A hagyományos statisztikai folyamatirányítási módszereket főleg a gyártásban alkalmazzák. A gyártási folyamat szabályozása során a terméket egy adott paraméter szerint tekintjük megfelelőnek vagy nem megfelelőnek, attól függően, hogy az előírt tűrésmezőn belül van, vagy esetleg azt meghaladja. Magát a mérést mérőműszerrel végzik. A módszer nagy hiányossága, hogy ha ismerjük is a műszer mérési bizonytalanságát (hiszen ezeket adott rendszerességgel kalibrálják), nem vesszük őket figyelembe a döntéshozatal során. Pedig magára a mérési bizonytalanság kezelésére, annak feltérképezésére 1993-óta létezik az ún. ISO-GUM ajánlás. Ezt a módszert jelenleg főleg laboratóriumi körülmények között alkalmazzák. Ebben a dokumentumban azonban nem foglalkoznak olyan kérdésekkel, hogy adott bizonytalanság ismerete esetén hogyan döntsünk, elfogadjuk vagy ne fogadjuk el az adott terméket. Ebben a tanulmányban arra a kérdésre keresek választ, hogy hogyan lehet e két elmélet előnyét egységes elméletbe foglalni, illetve az autópári szabványokat kiegészíteni, mely már előírja az eredő mérési bizonytalanság kétszeres, illetve háromszoros szorzóval történő figyelembevételét.

Egy autólámpa gyártása során bemutatom a vizsgált paramétereket. Bemutatom, hogy amennyiben a mérési bizonytalanságot kiértékelik, milyen módon lehet azt figyelembe venni, hogy a megfelelőség értékelésekor maximális megbízhatóságot és/vagy minimális döntési kockázatot érjünk el. Esetpéldákon keresztül ismertetem, hogyan lehet e módszert ipari, gyártási környezetben alkalmazni.

## **Hat észlelőcsatornás képi tristimulusos színinger-mérő berendezés tervezése és a sorozatgyártás megvalósítása**

**Dr. Kosztván Zsolt Tibor**

Pannon Egyetem, Kvantitatív Módszerek Tanszék

Disszertációmban azzal foglalkoztam, hogy hogyan lehet hagyományos, illetve képi tristimulusos színinger-mérő berendezések színi hibáját csökkenteni. Módszereket dolgoztam ki, mellyel tetszőleges számú észlelőcsatorna optimális elméleti érzékenységi görbéje meghatározható.

Az elméleti eredmények után egy németországi gyártó új termékében alkalmazni kívánta az általam kidolgozott módszereket. Az előzetes mérések eredményeképpen hat észlelőcsatorna megvalósítása vált indokolttá. Azonban, ahogyan ez más tudományágban pl. a kémia tudomány területén is gyakran tapasztalható: egy új vegyület laboratóriumi és ipari előállításához más-más technológiát kíván, így az általam kidolgozott módszer és a prototípus elkészítése után a sorozatgyártás területén számos olyan problémát kellett megoldani, ami nagyon sok új problémát vetett fel.

Sorozatgyártás esetén nincs lehetőség a tristimulusos színinger-mérő berendezések színképi érzékenységének meghatározására. E nélkül kell meghatározni azt a korrekciós mátrixot, amellyel a színi hiba minimalizálható. További problémaként merült fel, hogy a teszt fényforrások spektrális teljesítmény-eloszlását sem ismerjük mindig, sokszor csak a színinger-koordináták állnak az optimalizáláshoz rendelkezésre.

Előadásomban bemutatom, hogy e problémákat hogyan sikerült megoldani. Bemutatom, hogy hol tartunk most a fejlesztés során, milyen eredményeket sikerült elérni, milyen tapasztalatokat sikerült szerezni az új eszköz létrehozása során.



# **Többszempon t u színpreferencia vizsgálat a fényforrás színességi koordinátájának elhelyezkedése alapján**

**Szabó Ferenc, Csuti Péter, Schanda János**

Pannon Egyetem, Veszprém

A fényforrások színképi eloszlás fejlesztésének egyik iránya napjainkban a beltéri épített környezet kedvező színi megjelenésének megvalósítása. Az izzólámpától jelentősen eltérő működésű modern fényforrások színességi koordinátája csak igen ritka esetben illeszkedik a hőmérsékleti sugárzók színkoordinátái által meghatározott Planck-görbére. A fényforrás színminőségi metrikák (CIE színvisszaadási index, kontrasztészlelet index) a fényforrás értékelésekor nem tesznek különbséget az alapján, hogy az adott fényforrás színességi koordinátája a Planck-görbe alatt vagy felett helyezkedik el. A szerzők elképzelése szerint lehet különbség a színi megjelenés vizuális értékelésében a két eset között még akkor is, ha egy színminőségi metrika a két különböző sugárzéeloszlás esetén ugyanazt az értékelést szolgáltatja. A pontosabb vizsgálatok érdekében a szerzők egy korábban nem használt, 10 szempon t u értékelési skálát használnak a kísérletek során.

12 féle keskenysávú és 3 féle fényporos fehér LED-ből készített laboratóriumi fényforrásunkkal adott korrelált színhőmérsékletű színképi eloszlásokat valósítottunk meg, amelyek színességi koordináta helyzete a Planck görbe alatt vagy felett helyezkedik el. A megfigyelők az egyes színi megjelenéseket egyrészt közvetlen értékeléssel, másrészt egy referencia fényforrás alatti megjelenéssel összehasonlítva értékelték.

Mostani vizsgálataink arra irányulnak, hogy egy 10 szempon t ből álló értékelés esetén mely szempon t ok alapján tűnik kedvezőbbnek a színi megjelenés, ha a fényforrás színességi koordinátája a Planck-görbe alá illetve fölé esik. Kísérleti eredményeinkről szóbeli előadásunk során számolunk be.

## **LED-es lámpák fényének vizuális egyezése továbbfejlesztett színingermegfeleltető függvények használatával**

**Csuti P.<sup>1</sup>, Schanda J.<sup>1</sup>, Petluri R.<sup>2</sup>, McGroddy K.<sup>2</sup>, Harbers G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Pannon Egyetem, Veszprém és LightingMetrics Ltd., Budapest, Magyarország,

<sup>2</sup> Xicato, San Jose, USA

Világítástechnikai installációknál gyakran észlelünk színingerkülönbséget LED fényforrásokkal szerelt lámpák és hagyományos fényforrásokot - pl. halogén izzót - használó lámpák között. Ezek a különbségek gyakran kimutathatóak, ha mérésel meghatározzuk a lámpák fényének színingerkordinátáit. Találkozhatunk azonban olyan esetekkel is, amikor a színingerkordináták numerikusan ugyan közel esnek egymáshoz, de mégis látunk színingerkülönbséget. Ekkor a különbséget valószínűleg a koordináták meghatározásakor használt színingermegfeleltető függvények (CIE 1931-es) hibái okozzák az észlelt különbségeket. Ez utóbbi többnyire LED fényforrások esetében fordult elő, melyek színképe jelentős kék csúcsot tartalmaz. Az előadásban beszámolunk az ilyen típusú fényforrásokkal végzett színingeregyeztetési kísérletsorozatunkról, melyben megvizsgáltuk a CIE 2°-os szabványos színingermérő-észlelő függvényeit, a TC 1-36 által javasolt kísérleti 2°-os függvényeket, valamint a Pannon Egyetemen kidolgozott 2°-os színingermegfeleltető függvények csoportját.

# LED-es fényforrások színmérsésének pontossága nemzetközi szinten

**Andor György - Gál Péter**

Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal

Napjainkban a szilárdtest alapú megvilágítások és kijelzők rohamos fejlődésével, megnövekedett a jelentősége a fénykibocsátó diódák (LED) tulajdonságai pontos mérésének. A napról napra szaporodó LED alapú kereskedelmi forgalomba kerülő termékek szükségessé teszik a LED-ek vizsgálatának egységes kidolgozását.

Felmerült az ipari igény az ázsiai gyártóknál, hogy a mérésügyi szervezetek milyen pontossággal tudják megmérni a termékeik jellemzőit. Ennek az eredménye egy CCPR által szervezett nemzetközi körmérés lett 15 ország részvételével.

A körmérés célja az volt, hogy megállapítsa, hogy rögzített feltételek között a LED-es fényforrások tulajdonságait a mérésben résztvevő nemzeti mérésügyi intézetek milyen pontossággal és mekkora mérési bizonytalansággal tudják meghatározni. A mérésekben kis teljesítményű ipari - kereskedelmi forgalomban kapható - LED-ekből álló (piros, zöld, kék, fehér, diffúz zöld) LED készleteket vizsgáltak a résztvevő laboratóriumok ahol az 50 mA-es LED-eket aláfeszítve, 20 mA-es árammal járaták. Ezen készletek mindegyik elemére a résztvevő laboratóriumok meghatározták a LED fényerősségét, a fényáramát és a színét.

A mérési eredmények azt mutatták, hogy a fényerő esetében a világátlag meghatározásának bizonytalansága 1% alatt volt, az egyes országok által megadott bizonytalanság 2-5% (sőt 10% fölötti is volt) és az eredmények függtek a vizsgált LED színétől is. Megjegyzendő, hogy lényegében minden LED esetében előfordult 10%-ot meghaladó eltérés.

A fényáram mérések esetében is a világátlag meghatározásának bizonytalansága 1% alatt volt, az egyes országok által megadott bizonytalanság 2-5% (sőt 10% fölötti is volt) és az eredmények erősen függtek a vizsgált LED színétől is. Majd minden LED esetében előfordult 10-20%-s eltérés is.

A LED-ek mért színkoordinátáinak összehasonlítása sem hozott jobb eredményeket: egyazon mérésügyi hivatalnál különböző színre megadott mérési bizonytalanságok 2-3 faktorban eltérhettek egymástól. Az összehasonlítás eredménye, hogy a különböző színekre kapott átlag bizonytalansága 0,0007 – 0,0015 között mozog, mind x, mind y értékeire. Színkülönbségben kifejezve a mérési bizonytalanságot a különböző színű LEDekre  $\Delta E=2,63-6,76$ -ot kaptunk.