



**MEE Világítástechnikai Társaság**



# **X. LED Konferencia**

**2019. február 5-6.**

## **Programfüzet**

## A KONFERENCIA MÉDIAPARTNEREI



***„Intelligens világítás - mikor lesz az áttörés?...”***

Kiadja:  
MEE Világítástechnikai Társaság  
**Nagy János elnök**

Szerkesztette:  
**Nádas József**

Lezárva:  
2019.01.31.

Készült:  
150 példányban

# SZERVEZŐK

A szervezőbizottság elnöke:

**Bakos Tibor**

A szervezőbizottság tagjai:

**Balogh János Miklós**

**Kiss Éva**

**Nádas József**

A programbizottság elnöke:

**Dr. Balázs László**

A programbizottság tagjai:

**Dr. Csuti Péter**

**Dr. Kovács Károly**



## TISZTELT KONFERENCIA RÉSZTVEVŐK!



A digitális infrastruktúra összekapcsolása a LED világítással számos előnyt kínál a felhasználók és az üzemeltetők számára. A piaci előrejelzések szerint az intelligens világítás piaca évente 20%-kal fog bővülni és öt éven belül az intelligens világítótestek, érzékelők, vezérlőrendszerek, szoftverek és szolgáltatások forgalma meg fogja haladni a 20 milliárd dollárt az egész világon.

A számtalan demonstrációs projekt és hangzatos bejelentés ellenére a digitális hálózatba kapcsolt világítási rendszerek piacán mintha még nem történt volna meg az áttörés.

A X. LED konferencián azt szeretnénk megvitatni, hogyan látják a világítási piac szereplői: a világítási rendszerek gyártói, üzemeltetői és felhasználói, az új infokommunikációs technológiákban rejlő lehetőségeket, mennyire készek azok befogadására. Melyek azok a sikeres alkalmazások, követendő példák, amelyek túlmutatnak a világításkorszerűsítésen és a felhasználók számára valós előnyöket kínálnak.

A X. LED konferencia programjában a LED világítás elméleti és alkalmazási kérdései mellett teret kívánunk adni a hálózatba kapcsolt világítási rendszerek, okos eszközök és IoT világának is.

**Dr. Balázs László**  
programbizottság elnöke

## Tartalom

Tudnivalók.....	10
Okosvárosi igények, tervek és lehetőségek a fővárosban .....	12
Élhető Jövő Park Fóton .....	13
Lehetőségek a világításminőség fokozására a divat világában .....	15
Szabályozott világítási rendszer utólagos kiépítése steril laboratóriumban..	17
Siófokon megvalósult okos város projekt .....	18
Vonatvezérelt térvilágítás tapasztalatai Szatymaz MÁV állomáson .....	19
A növényvilágítás-tervezés alapjai .....	20
Saláták beltartalmi és érzékszervi paramétereinek javítása LED alapú világítórendszerrel .....	21
Különböző LED rendszer üvegházi alkalmazásainak összehasonlítása .....	23
LED modulok színátmenetes fényáram változtatása áramkorlátozó szabályozókkal .....	25
Intelligens világítás és az EMC.....	27
LED-es világítási rendszerek meghibásodásának gyökérok analízise helyszíni vizsgálatok alapján .....	28
Mikro-celluláris polimer hab mint diffúz reflektor alkalmazása a korszerű világítástechnikai eszközökben .....	29
Ipar 4.0 szerű folyamat LED-es lámpatestek tervezésére: a Delphi4LED projekt legújabb eredményei.....	30
CoB LED-ek mérése és modellezése a Delphi4LED projektben.....	32
A Planck energiaeloszlások mint referenciák OLED-ek, LED-ek gyártásához.	34
Világítótestek képi felbontású termikus analízise.....	36
Kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatára.....	37
Csökkentett fényszennyezésű közvilágítás: laborvizsgálatok .....	38
Csökkentett fényszennyezésű közvilágítás: terepi vizsgálatok .....	39
Megvilágításmérő robot fejlesztése és eddigi tapasztalatai .....	40
Felhasználói visszajelzések szerepe egy összeszerelő üzem lokális világításának modernizációjában: helyszíni kísérletek.....	41
LED: múlt, jelen, jövő .....	43
Világos? - Világítástechnika alapfokon.....	45
X. LED Konferencia – Budapest, 2019. február 5-6..	5

2019. február 5. kedd		
08:00	Regisztráció	
09:30	A konferencia megnyitója	
1. szekció. Szekcióelnök: Papp Zoltán		
09:35	dr. Szeneczey Balázs	Okosvárosi igények, tervek és lehetőségek a fővárosban
10:00	Vámos Zoltán	Tungsram 2.0
10:30	Jászay Tamás	Smart City - a megatrendektől a konkrét megvalósításig
11:00	Mezei Csaba, Kertész Dávid	Élhető Jövő Park Fóton
11:20	<b>Kávészünet</b>	
11:50	Makkai Máté	Lehetőségek a világításminőség fokozására
12:10	Katona Sándor, Kis Ádám	Szabályozott világítási rendszer utólagos kiépítése steril laboratóriumban
12:30	Csapó István	Siófokon megvalósult okos város projekt
12:50	Zsolt Ákos	A vonatvezérelt intelligens térvilágítás alkalmazásának tapasztalatai Szatymaz állomáson
13:10	<b>Ebédészünet</b>	



**2019. február 5. kedd**

**2. szekció. Szekcióelnök: Dr. Balázs László**

14:30	Zsellér Attila	A növényvilágítás-tervezés alapjai
14:50	Boros Fruzsina, Rakonczay Kristóf, Hetyei Gina, Dr. Sipos László, Dr. Balázs László	Saláták beltartalmi és érzékszervi paramétereinek javítása LED alapú világítórendszerrel
15:10	Varga Zsófia, Dr. Jung András	Különböző LED rendszerek üvegházi alkalmazásának hazai tapasztalatai
15:30	Dr. Samu Krisztián, Zsellér Viktor	LED modulok színátmenetes fényáram változtatása áramkorlátozó szabályozókkal
15:50	<b>Kávészünet</b>	
<b>Kiállítás</b>		
16:00	A kiállítás megnyitója	
16:10	Kiállítók bemutatkozása	
17:00	Kérdések	
17:10	Az első nap zárása	

**2019. február 6. szerda**

**3. szekció. Szekcióelnök: Némethné dr. Vidovszky Ágnes**

09:00	Dr. Istók Róbert	Intelligens világítás és az EMC
09:20	Harnos Jenő, Pahor Richárd	LED-es világítási rendszerek meghibásodásának gyökérok analízise helyszíni vizsgálatok alapján
09:40	Gombos Ákos	Mikrocelluláris polimer hab, mint diffúz reflektor alkalmazása a korszerű világítástechnikai eszközökben
10:05	<b>Kávészünet</b>	
10:40	Dr. Poppe András	Ipar 4.0 szerű folyamat LED-es lámpatestek tervezésére: a Delphi4LED projekt legújabb eredményei
11:00	Hegedüs János, Hantos Gusztáv, Dr. Németh Márton	CoB LED-ek mérése és modellezése a Delphi4LED projektben
11:20	Erbeszkorn Lajos	A Planck energiaeloszlások, mint referenciák az OLED-ek, LED-ek gyártásához
11:40	Nagy Róbert, Dr. Szabó Ferenc, Dr. Csuti Péter	Világítótestek képi felbontású termikus analízise
12:00	<b>Ebédészünet</b>	

**2019. február 6. szerda**

**4. szekció. Szekcióelnök: Hantos Gusztáv**

13:50	Dr. Kolláth Zoltán, Száz Dénes	Kutatási környezet kialakítása a fény- szennyezés vizsgálatára
14:10	Dr. Szabó Ferenc, Dr. Csuti Péter	Csökkentett fényszennyezésű közvilá- gítás: laborvizsgálatok
14:30	Száz Dénes, Dr. Kolláth Zoltán	Csökkentett fényszennyezésű közvilá- gítás: terepi vizsgálatok
14:50	Dr. Csuti Péter, Tóth Dávid Noel, Nagy Róbert, Dr. Szabó Ferenc	Megvilágításmérő robot fejlesztése és eddigyi tapasztalatai
15:00	<b>Kávészünet</b>	
15:20	Tóth Dávid Noel, Dr. Szabó Ferenc	Felhasználói visszajelzések szerepe egy összeszerelő üzem lokális világítá- sának modernizációjában: helyszíni kísérletek
15:40	Schwarcz Péter	LED: múlt, jelen, jövő
16:00	Dr. Balázs László, Nádas József	Világos? – Világítástechnika alapfokon
16:20	Nagy János	A konferencia zárása

# Tudnivalók

## A konferencia helyszíne

Lurdy Ház

1097 Budapest, Könyves Kálmán körút 12-14.

A konferenciára **az I. emelet 5. teremben** kerül sor.

A helyszínről bővebb információ: [www.lurdyhaz.hu](http://www.lurdyhaz.hu)

## Regisztráció

A konferencia első napján reggel 8:00-tól, második nap 8:30-tól várják a kedves résztvevőket.

## WiFi

A konferencián szélessávú WiFi biztosított, a belépési adatok a regisztrációnál lesznek.



# Tudnivalók

## Megközelítés

Gépkocsival: a Könyves Kálmán körútról a Mester utcán keresztül közelíthető meg a parkoló. GPS: 47°28'17"N; 19°05'00"E.

Parkolás a felszíni parkolóban a konferenciára regisztrált résztvevők számára díjmentes. Behajtáskor parkolójegyet kell váltani, majd a ruhatárnál érvényesíteni. A parkolás egész nap díjmentes, de a kihajtási jegy egyszerhasználatos.

**A díjmentes parkolás a mélygarázsra nem vonatkozik!**

Tömegközlekedéssel: 1-es vagy 51-es villamossal, illetve a 103-as busszal. A Mester utca (51-es villamossal Könyves K. krt.) megállónál található.

M3 metróval a Népligetig, majd onnan az 1-es villamossal közelíthető meg.

HÉV Elővárosi vasút Csepelről és Ráckevéről. Egy átszállással a 103-as buszra vagy az 1-es villamosra.

## Ruhatár

Az épületben a bejáratnál ruhatár található. A konferenciatermben lesznek fogasok, ott is elhelyezhetők a kabátok.

## Kávészünetek, étkezés

A regisztráció során kapott jegyekkel vehető igénybe a részvételi díjnak megfelelően a szünetekben a kávé és frissítő, valamint az ebéd.

## Előadás kivonatok

Az elhangzott előadások kivonatait a résztvevők a VTT vilagitas.org honlapján a konferenciát követő héttől megtalálhatják. Az eléréshez a honlapon be kell lépni (saját név-jelszó párossal), majd a LED Konferencia programjának lapján található linkkel nyithatók feltöltött prezentációk. Csak azok az előadások kerülnek feltöltésre, melyek szerzői ehhez hozzájárultak. A közzététel kizárólag oktatási, tudományos kutatási és nonprofit célra történik.

# Okosvárosi igények, tervek és lehetőségek a fővárosban

**dr. Szeneczey Balázs**  
főpolgármester-helyettes  
Budapest Főváros Önkormányzata

Az **okos város** szemlélet érvényesítése horizontális célként eddig is fontos szerepet töltött be a Budapest fejlesztését meghatározó dokumentumok és projektek esetében. A 2013-ban elfogadott **Budapest 2030 Hosszú Távú Városfejlesztési Koncepció** egy korszerű dokumentum, amely nagy hangsúlyt fektet az élhetőség, a fenntarthatóság és a hatékonyság területeire, így „okos” városfejlesztési tervnek tekinthető.

Budapest Főváros Önkormányzata elkötelezett amellett, hogy a főváros fejlesztésében nagyobb hangsúlyt kapjon a „smart city” megközelítés. Ennek első lépéseként a Fővárosi Közgyűlés 2017-ben fogadta el Budapest Okos Város Jövőképét, és a jövőkép megvalósítása érdekében elhatározta egy részletes cselekvési terv, stratégia kidolgozását. A **Smart Budapest Keretstratégia** célja, hogy az új városi kihívásokra válaszolva, a főváros különböző ágazati terveit integrálva, érvényre juttassa a Jövőképben megfogalmazott komplex szemléletet a középtávú fejlesztések során.

Az előadás során a résztvevők betekintést nyerhetnek a jelenleg készülő Smart Budapest Keretstratégiába, egyúttal rövid tájékoztatást kapnak a Fővárosi Önkormányzat a „smart city” elveknek megfelelő fejlesztési projektjeiről, így a Duna partok tervezett átalakításáról, a TÉR\_KÖZ pályázatról, közlekedésfejlesztési elképzelésekről vagy a közvilágítás korszerűsítésének terveiről.

*Előadó: Szeneczey Balázs, dr.*  
[szeneczeyb@budapest.hu](mailto:szeneczeyb@budapest.hu)

# Élhető Jövő Park Fóton

**Mezei Csaba, Kertész Dávid**  
ELMŰ-ÉMÁSZ Társaságcsoport

**Bevezető részben** bemutatásra kerül az Élhető Jövő Park projekt. Ez az ELMŰ-ÉMÁSZ Társaságcsoport és a Nemzetközi Gyermeckentő Szolgálat közös és folyamatos fejlesztése. Számos energiatermelő egység és sok innovatív megoldás került alkalmazásra ebben a demonstrációs célú parkban. Lehetőség van egy helyen egy időben megtapasztalni a jövő Smart Grid hálózatának elemeit, működését. Fóton található és 2011-ben egy energetikai audittal kezdődött. A Társaságcsoport szempontjából négy nagy cél motiválja az Élhető Jövő Parkot.

- 2012-ben elsőként megújuló energiatermelők lettek telepítve, a termelt energia pedig csökkenti a Lovasterápiás Központ üzemeltetési költségeit.
- A parkban gyűjtött tapasztalatokat és adatokat széles körben bemutatjuk az érdeklődőknek. Iskolás csoportoknak, érdeklődőknek, szakma képviselőinek különféle rendezvényeket tartunk.
- A BME és az Óbudai Egyetem is partnerünk, aminek keretében az évek alatt gyűjtött adatokat rendelkezésükre bocsátjuk közös fejlesztésekhez, a hallgatóiknak pedig szakdolgozatokhoz, diplomamunkához.
- Egyfajta LiveLab-ként tekintünk erre az energiaszigetre, ami ismeretszerzésre és kísérletezésre is lehetőséget biztosít a Társaságcsoport különféle fejlesztéseihez.

**A prezentáció részeként a parkban található közvilágítási bemutatópark különféle eszközei kerülnek bemutatásra.** A park 22 hektáros kiterjedése miatt rendelkezik közvilágítással. Ezt évről évre bővítjük, illetve korszerűsítjük. Ennek keretében került telepítésre „okos” LED-es közvilágítási rendszer. Közvetlen tapasztalatszerzés érdekében LED-es napelemes akkumulátoros lámpákat is telepítettünk. A nagy teljesítményű LED lámpák térnyerése egyre nagyobb,

ezért megvizsgáltuk, hogy a díjlovas pálya jelenlegi fémhalogén fényvetőit is LED-esre cserélnénk. 2018 év végén pedig egy fényerő szabályozós, mozgáskövetős LED-es rendszer lett kiépítve. Ezen rendszerek telepítésével, üzemeltetésével szerzett tapasztalatok kerülnek az előadás lényegi részében bemutatásra.

**Összefoglalás.** Pár mondatban összefoglaljuk az általunk szerzett tapasztalatokat. Az érdeklődőknek javaslatot teszünk egy vezetett bejárás keretében a bemutatott eszközök megtekintésére a fóti Élhető Jövő Parkban.

*Előadó: Mezei Csaba, Kertész Dávid*

*csaba.mezei@elmu.hu; david.kertesz@elmu.hu*



# Lehetőségek a világításminőség fokozására a divat világában

**Makkai Máté**

Signify Hungary Kft.

A fény és a világítás, életünk elengedhetetlen részei. Még hozzáértőként is gyakran befolyásolhat minket tudat alatt. Értjük, hogy miként működik a fényforrásunk, megfelelően tudjuk kezelni a fénysugarakat és ezzel változatos hatásokat érhetünk el. Kiemelhetjük az apró részleteket, játszhatunk az árnyékokkal, különböző érzelmeket kelthetünk valakiben vagy akár dinamikát vihetünk vele egy unalmasnak tűnő üzlethelyiségbe. Vajon miként használhatjuk ki ezeket a lehetőségeket és hogyan tehetjük ezt optimálisan, a legjobb hatás elérése érdekében?

A divatüzletek tekintetében elsődleges feladat a figyelemfelkeltés és annak fenntartása. A magyarországi Signify Hungary Kft. fejlesztési részlegén nap, mint nap azon dolgozunk, hogy ehhez bárki számára hatékony megoldást nyújtsunk. A fényforrásunk spektrális összetevőit változtatva érzük el, hogy a megvilágított felületek színei valóban látványos hatást keltsenek. Ezen kívül olyan lencsés optikai rendszert használhatunk, amivel jelentősen csökkenthetjük a reflektoros megoldásoknál ismert nem kívánt hatásokat.

A névlegesen 3000K színhőmérséklettel megvilágított területeken ajánlott négy különböző spektrális teljesítmény-eloszlással rendelkező LED fényforrást használhatunk. Ezek alkalmazásával segítjük elő az említett pozitív hatásokat, méghozzá a kiemelni kívánt termék tulajdonságainak figyelembevételével. Ebben az üzletágban már elvárás a legalább 90-es színvisszaadással rendelkező lámpák használata, amivel a nagyobb terek, pultok megvilágítása gazdaságosan és igényesen oldható meg. A fehér anyagoknak minőségibb látszatot adhatunk, a sokféle színben pompázó ruhákat élénkebbé, ragyogóbbá tehetjük, a jellemzően kék színű farmer anyagokat pedig frissebbnek, üdőbbnek

éreztetjük. Mindezt a színek ibolya, kék, cián és narancs tartományában módosított spektrális teljesítményeloszlásával érhetjük el.

A fényforrásunk színének helyes megválasztásán túl azonban nagy hangsúlyt kell fektetnünk lámpánk optikai rendszerére. Egy kísérlet során megvizsgáltuk, hogy a résztvevők miként értékelik a különböző vetített képeket. Eredményként megállapítható, hogy jelentős előnyökkel jár, ha kiküszöböljük a hagyományos reflektoros optikák esetén tapasztalható szórt fény hatásait. Erre kínál hatékony megoldást egy lencsés optika, mellyel jól kontrollálhatjuk a fényt és ezzel fokozhatjuk megvilágításunk figyelemfelkeltő hatását. Egy ilyen rendszer komoly tervezési és gyártási kihívásokkal jár. Végeredményként viszont egy jó hatásfokkal üzemelő, nagy fényerősségű, csekély káprázást okozó lámpát hozhatunk vele létre.



*12°-os sugáreloszlású vetített képek reflektoros (balra) és lencsés (jobbra) optikai megoldással.*

**Összefoglalás.** Az üzletek számára fontos, hogy felhívják magukra a figyelmet és ezt fenn is tudják tartani a vásárlókban. Ezt bizonyítottan elősegíthetjük olyan megvilágítással, ami színeképében és sugáreloszlásában eltér a hagyományos megoldásoktól. Ezeket ma már a mindenki számára elérhető lámpák tartalmazzák, segítve a világítástervezők munkáját és egyben fellendítve az üzlethelyiségek forgalmát.

*Előadó: Makkai Máté*  
*[mate.makkai@signify.com](mailto:mate.makkai@signify.com)*

# Szabályozott világítási rendszer utólagos kiépítése steril laboratóriumban

Katona Sándor, Kis Ádám  
BE LIGHT Kft.

**2017-ben új üzem és irodakomplexumot** létesített Magyarországon egy nemzetközi orvos technológiai vállalat. Az érintett komplexum több ütemben épült ki, benne olyan laboratóriumi területekkel, ahol antitestek teszteléséhez szükséges anyagokat gyártanak. Az épületben eredetileg egy nem szabályozott, LED-es világítási rendszer került kiépítésre, mely a szabványoknak ugyan megfelelt, de a labor igényeinek nem. Cégünket az üzemeltető kérte fel annak megállapítására, miként csökkenthető, optimalizálható a megvilágítás a területeken, mivel az eredetileg mért magas értékek tönkreteszik a laborban gyártott anyagokat. Adott volt tehát több épületrész, amely a világítás miatt teljes mértékben nem felelt eredeti funkciójának. **Tekintettel arra**, hogy a labor területét ekkorra már birtokba vette a vállalat, olyan megoldásra tettek javaslatot a BE LIGHT! mérnökei, melynek utólagos kialakítása a lehető legkevésbé zavarja a munkavégzést. Választásunk egy wireless, Bluetooth-on keresztül, MESH networkben kommunikáló DALI rendszerre esett. A rendszer legfőbb előnye annak egyszerűsége. Első lépésként a lámpatestek meghajtóit DALI előtétre kellett cserélni, majd minden meghajtói elé beiktattunk egy Bluetooth modult. Az egyes modulok egymással MESH networkben kommunikálnak, azaz a rendszer minden egyes eleme képes parancsokat fogadni és parancsokat küldeni is. **A szabályozás módját** illetően PIR-rel egybekötött daylight management-et alkalmaztunk. Multiszenzorok kerültek az álmennyezetbe, melyek a jelenlét detekció után a rendelkezésre álló természetes besűrűdő fény szerint szabályozzák a lámpatesteket a kért 200lx, 400lx és 500lx konstans össz. megvilágítási szintekre. A feladat legnehezebb pontja maga rendszer felprogramozása volt, mivel az eltérő megvilágítási szinteket egybefüggő területeken kellett megvalósítani, figyelembe véve azok egymásra gyakorolt kölcsönhatását.

*Előadók: Katona Sándor sandor.katona@belight.hu*

*Kis Ádám adam.kis@belight.hu*

# Siófokon megvalósult okos város projekt

**Csapó István**  
Greenovate Kft

Az okosváros kifejezésről sokunknak a digitális hálózatba kapcsolt és bizonyos szempontok szerint vezérelt közvilágítás jut eszünkbe. A fő cél a közvilágítás üzemeltetési költségeinek csökkentése azáltal, hogy a rendszerelemek állapotról információt gyűjtünk és osztunk meg a hálózaton belül.

Számtalan kérdés merül fel egy okosváros projekt tervezése kapcsán:

- Vajon csak közvilágítás korszerűsítést hajtunk végre, vagy esetleg más városgazdálkodási feladok is megoldhatók a projekt keretében?
- Milyen igényei vannak a településeknek? Mennyire azonosak a települések igényei? Mire van szükség egy nagyvárosban és egy kisközségben?
- Milyen erőforrások állnak rendelkezésre egy összetett rendszer kiépítéséhez? Milyen elvárásoknak, milyen előírásoknak, szabályozóknak kell megfelelni és hogyan lehetséges az egymással szembenő igényeket egyszerre kielégíteni?

Előadásunkban a Siófokon és Szankon megvalósított okosváros projekt példáján mutatjuk be a lehetséges válaszokat és a tervezés, telepítés, üzemeltetés során szerzett tapasztalatainkat.

*Előadó: Csapó István*  
[csapo.istvan@greenovate.hu](mailto:csapo.istvan@greenovate.hu)

# Vonatvezérelt térvilágítás tapasztalatai Szatymaz MÁV állomáson

**Zsolt Ákos**

MÁV Magyar Államvasutak Zrt

Vonatvezérelt peronvilágítási rendszert alakítottunk ki Szatymaz MÁV állomáson egy DALI vezérlésű, LED alapú peronvilágítási rendszer és a KÖFI, központi forgalmi irányító rendszer összekapcsolásával. A vonat mindenkori helyzetét a KÖFI rendszer szolgáltatja és a peronvilágítás szintjét maga az érkező, az állomáson tartózkodó majd távozó vonat vezérli. A világítás on-line távfelügyeletét az Eclipse rendszerrel valósítottuk meg. Előadásomban ismertetem a peronvilágítási rendszer tervezésével, kiépítésével és üzemeltetésével kapcsolatos tapasztalatokat.



*Előadó: Zsolt Ákos*  
*[zsolt.akos@mav.hu](mailto:zsolt.akos@mav.hu)*

# A növényvilágítás-tervezés alapjai

**Zsellér Attila**

Luminancity Kft.

A növények kiegészítő világításával kapcsolatos érdeklődésem azzal a kérdéssel kezdődött, hogy ez mennyivel fog több termést eredményezni. A válaszok keresése egy máig tartó folyamat, melynek egyik legfontosabb felismerése, hogy a kertészeteknek a kihazatalon kívül számos más, kevésbé jól megfogható paraméter mentén is kell gondolkodniuk. A témát ezért a piac felől vezetem fel; például, hogy miért világítunk végláthatatlan felületeket, hektáronként megawattos nagyságrendű teljesítménnyel, ha a végeredmény sokak szerint tulajdonképpen nem is finom? A motivációk egy részének megismerése után persze rátérünk a hogyanokra is. Ahogy növényi kultúrából, úgy a megvilágításukra szánt termékekből is számtalan kategória létezik. Az eligazodáshoz feltétlenül szükséges a növényvilágításban használt alap mértékegységek és nagyságrendjeik ismerete, így az előadás második felében ezeket tekintjük át. Végül, immár a számok ismeretében, visszakanyarodok az eredeti kérdéshez: mennyivel tud egy kertészet a világítással többet termeszteni?

*Előadó: Zsellér Attila*

*[attila.zseller@luminancity.com](mailto:attila.zseller@luminancity.com)*

# Saláták beltartalmi és érzékszervi paramétereinek javítása LED alapú világítórendszerrel

**Boros Fruzsina<sup>1,2</sup>, Rakonczay Kristóf<sup>3</sup>, Heteyi Gina<sup>3</sup>, Dr.Sipos László<sup>1</sup>,  
Dr. Balázs László<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar,  
Árukezelési és Érzékszervi Minősítés Tanszék

<sup>2</sup> Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,  
Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

<sup>3</sup> Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar,  
Mikroelektronikai és Technológiai Intézet

A LED-es megvilágítás növénytermesztésben való alkalmazása az utóbbi 10 évben került a kutatások fókuszába. Ma már nem csak a LED-ek előállítása, hanem azok szabályozástechnikai, szoftveres megoldásai is sokat fejlődtek. A digitális hálózatba kapcsolt LED-ek a működési rugalmasság, a hatékonyság, a megbízhatóság, az ellenőrizhetőség és az intelligens működés előnyeit nyújthatják a növényházi világítási rendszerek számára. Az optimalizált növénytermesztési rendszerekben a megvilágítási programok további lehetőséget adnak arra, hogy irányított módon befolyásolni lehessen adott növényfaj egy-egy fajtájának fitonutriens-összetételét és mennyiségét a fotoreceptorok stimulálásával. Ennek elterjedését azonban korlátozza, hogy csak egy-egy növénykultúrára és termesztési módhoz állnak rendelkezésre a LED alapú optimalizált rendszerek és specifikus ismeretek, melyet a gyártók legtöbbször saját know-how módjára kezelnek. Ma a világ néhány pontján már teljesen zárt LED-es megvilágítású vertikális rendszerekben termesztenek, amelyben a növényfaj igényeinek megfelelően tökéletesen szabályozottak a környezeti paraméterek (megvilágítás, hőmérséklet, páratartalom, víz, tápanyagutánpótlás, stb.).

A nemzetközi szakirodalomban a növények szempontjából a legfontosabb jellemzők a fotoszintetikusan aktív sugárzás (PAR), fotoszintetikusan hasznos fotonáram (PPF), fotoszintetikusan hasznos fotonáram-sűrűség (PPFD), és a napi fotonbesugárzás (DLI).

A doktori kutatásban célul tűztük ki, hogy a saláta (*Lactuca sativa* L.) egyes zöld- és piros levelű fajtáira optimalizált rendszert hozunk létre a Kind LED K5 XL750 panel felhasználásával. A gyártó csak néhány paramétert adott meg, pl.: méret, diódaszám, frekvencia, teljesítmény, PPFd csúcs (ajánlott távolság esetén), 3 szabályozható csatorna (hullámhosszok nem specifikáltak). A tervezett kísérlet reprodukálhatósága érdekében szükséges volt a LED panel fénytani jellemzőire vonatkozóan méréseket végezni.

**Méréseket** végeztünk AvaSpec-2048-2 spektroradiométerrel, azért, hogy megállapítsuk, az egyes LED-ek pontosan milyen hullámhosszon sugároznak. Ezután a paneltől 60 cm távolságban egy 6×10-es mérőháló pontjaiban mértük a besugárzott spektrális teljesítményeloszlást. A spektrumból minden egyes pontra kiszámítottuk a PPFd értéket, valamint a kék és a vörös tartományra vonatkozó fotonáram-sűrűséget.

**Összefoglalásként** elmondható, hogy a LED-panel 208 LED-et tartalmaz, amelyek a 410-735 nm között sugároznak. A 3 külön állítható fénycsatorna megoszlása a következő: A csatorna: 675 nm, 630 nm, 660 nm (46+40+50=136 db); B csatorna: 435 nm, 445 nm, 465 nm, 495 nm (8+13+16+4=41 db); C csatorna: 410 nm, 595 nm, 605 nm, 735 nm, fehér (3+5+7+4+12=31 db). Így az eszköz lefedi a növények számára hasznosítható hullámhossz tartományt, ugyanakkor a LED-ek eltérő mennyiségéből adódóan, a növény különböző fejlődési szakaszaiban a három csatorna esetleges eltérő teljesítményszabályozására lehet szükség. Amennyiben a csatornák teljesítményét egyszerre és azonos mértékben változtatjuk, úgy a PPFd érték lineárisan változik a panel középpontjától mért 60 cm-es távolságban. A panel alatt a kék és vörös megvilágítás hasonló térbeli eloszlású, viszonylag egyenletes. A teljes panel alatt a legnagyobb PPFd csökkenés a sarkokban adódott. A PPFd értékben a panel közepétől számítva a rövid és a hosszú középvonal mentén a szélelő mérve 13% illetve 31%-os eltérés is mutatkozott, ami a növénykísérlet beállításakor a növények számának és elhelyezésének bizonyos mértékű tervezését teszi szükségessé.

*Előadó: Boros Fruzsina*

*boros.ildiko.fruzsina@gmail.com*



# Különböző LED rendszer üvegházi alkalmazásainak összehasonlítása

Varga Zsófia, Dr. Jung András

Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Műszaki Tanszék

**Jelenlegi helyzet** Hazai szinten ismét fellendülni látszik az üvegházakban, illetve fóliasátrakban történő zöldségtermesztés. A jelenleg futó Vidékfejlesztési programon belül is támogatják az ilyen irányú fejlesztéseket, a cél ugyanakkor az, hogy a 2020-ban kezdődő új európai uniós költségvetési ciklusban még erőteljesebb szerepet kapjon az üvegházi beruházások támogatása. A Kormány mintegy ezer hektárral növelné a fóliasátrak és az üvegházak területét a következő években, mely révén mintegy 230 ezer tonnával több zöldség kerülhetne ki a magyar gazdaságokból.

A 2008-as válságot követően a gazdálkodók többsége felhagyott a téli üzemeltetéssel, mind a fűtési, mind a világítási költségekre hivatkozva. 2014-től kezdődően viszont számos pályázati program támogatta az ilyen irányú rendszerek fejlesztési beruházásait (pl. energetikai vagy hatékonysági céllal). A világítástechnika ugyan nem került még fókuszba, de hosszabb távon ez is befolyásolni tudja a gazdálkodók gazdasági hatékonyságát, költségeit. Korábban a HPS világítás volt domináns ezen szektorban, a LED rendszereket a legtöbb gazdálkodó nem ismeri, vagy tart még tőle.

**Különböző LED rendszer bemutatása** A Tanszéken 2016-tól foglalkozunk a LED rendszerek kertészeti alkalmazhatóságával. Először az egyszerűbb LED sztringek megoldásait szeretném bemutatni, melyek célzott pótmegvilágításként használhatók (pl. a fűrtzónában), az üvegházakon kívül a fóliasátrakban is egyszerűen alkalmazhatók és a fentiekén túl növényvédelmi céljai is lehetnek. Ez utóbbiban még kutatási fázisban járunk ugyan, de elmondható, hogy a rovarkártevők eltérő színlátása révén elérhető, hogy adott fényösszetétel riasztó hatású vagy „láthatatlanná tevő” legyen, így a vegyszermentes növényvédelemben is alkalmazhatóak, a későbbiekben természetesen szabadföldön is pl. az ökológiai gazdálkodás területén. Illetve megfigyelhető ennek fordítottja is,

X. LED Konferencia – Budapest, 2019. február 5-6..

azaz hogy a fényösszetétel vonzza az adott rovar, pl. a méheket. Így irányítottan és gyorsan elvégezhető a beporzás egy természetöberendezésen belül is, míg a sztringek nem károsak (nem túl meleg) a méhek számára.

A másik összehasonlításra szánt rendszer a különböző nagyteljesítményű LED világítótestek alkalmazása. Itt számos termékfunkció elérhető már (fix spektrumú, RGB dimmelhető, előre programozott vagy szabadon programozható). Áruk elsősorban a funkciótól függ, de még így is elég tetemes. Amire a legtöbb gazdálkodó ilyenkor nem gondol, hogy a beruházási többlet adott esetben 1 év alatt megtérül pusztán a fogyasztáson. (Szintén nehézségnek érzem, ismeretlen márkákkal „kell megbarátkoznia” mindenkinek, aki növényvilágítási eszközt kíván vásárolni.)

Egyedileg szerelhető LED lámpák. A piac rengeteget fejlődött az utóbbi 5 évben és egyre több helyen megtalálhatóak olyan cégek, melyek szabadon választható, otthon összeszerelhető LED lámpát árulnak. Mind amerikai, mind kínai lámpát beszereztünk már így. Nagy előnyük lehet, hogy mind a lámpa spektruma, mind egyéb kiegészítője szabadon választható (passzív vagy aktív hűtés, lencsék, adapterek...). Fényáramuk drasztikusan nőtt az elmúlt években, mely növényházi alkalmazásukat is lehetővé tették. Ráadásul lényegesen olcsóbban beszerezhetők, mint a készre szerelt nagyteljesítményű világítótestek.

## **Összefoglalás**

A fentiekkel szerettünk volna egy kis összehasonlítást, tapasztalati bemutatást adni, mely segíthet eloszlatni a félelmeket, tévhiteteket a LEDek ilyen irányú használatáról. Mindemellett fontosnak tartom kiemelni, hogy még rengeteg kutatás most zajlik, melyek bővíteni szeretnék a növények fényre adott válaszreakcióit. Ezek eredményei, a precíziós gazdálkodás térnyerése és az energiahatékonyság növelési céljai mind a LED-ek kertészeti terjedését segítik hosszabb távon.

*Előadó: Varga Zsófia*

[varga.zsofia@kertk.szie.hu](mailto:varga.zsofia@kertk.szie.hu)

# LED modulok színátmenetes fényáram változtatása áramkorlátozó szabályozókkal

**Dr. Samu Krisztián, Zsellér Viktor**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Egy LED-modul által előállított fényt általánosan annak színvisszaadásával, színhőmérsékletével, színkoordinátaival és színkonzisztenciájával szokás leírni. Az emberközpontú világítások (HCL – Human Centric Lighting) megjelenésével egyre elterjedtebbek lettek azon rendszerek, amelyekben a kibocsájtott fény minőségi paraméterei szabályozhatók bizonyos keretek között, melynek leggyakoribb célja a hangulatkeltés és a cirkadián ritmus stimulálása.

Diszkrét lineáris szabályozókkal lehetséges olyan kompakt, integrált fényforrást előállítani, amelyen egyetlen, beállított áramra szabályozott feszültséggel meghajtott csatornán változtatni lehet a színek tulajdonságokat.

## **Bevezetés**

Fényforrások fényerejének változtatásával már az 1500-as években is látványos vizuális hatásokat értek el a korabeli „világítástervezők”, elsősorban előadótermekben és közösségi helyek derítése kapcsán. A jelen korszerű megoldásai szinte kivétel nélkül megkövetelik a LED-es technológia használatát, miközben egyre gyakrabban jelenik meg megrendelői igényként az emberközpontú világítás biztosítása. Ez a gyakran félreértett fogalom legtöbbször olyan hangulat-világítási rendszereket takar, amelyekben a kibocsájtott fény színhőmérséklete változtatható a felhasználói igények szerint.

Ehhez általános LED modulok esetén több meghajtó csatorna szükséges, hogy a hideg fehér és a meleg fehér, esetleg vörös és színes színekű LEDek különböző arányú dimmelésével egy elvárt színpont beállíthatóságának lehetősége ezzel biztosítva legyen. Ennek költségvonzata legtöbbször igen magas, mivel a meghajtó elektronika és annak szabályozása nagyságrendekkel komplexebb, mint egy egyszerű, egy csatornás esetben, ahol a felhasználói beavatkozás módszerei már kitapasztalt, ipari szabványok szerint történnek.

## CCR lineáris szabályzók

A CCR (Constant Current Regulator, Állandó egyenáramú szabályzók) technológia a 2000-es évek közepén terjedt el az elektrotechnikában, elsősorban műveleti erősítők kisáramú segédáramköröként, majd körülbelül 2010-től jelent meg az autóiparban és kisebb kijelzők háttér-világításához. Ezen komponensek egyenáramú hideg- vagy meleg szabályzóként korlátozzák egy beépített NPN tranzisztorral a rajtuk átfolyó áramerősség nagyságát.

## Általános Dim-to-Warm modulok

„Dim-to-Warm” modulok esetén olyan áramkört alakítunk ki, amelyben két párhuzamos LED ág van. Az egyik ágon sorba kötve a diódákkal, egy CCR komponens korlátozza az áramerősséget. Ennek az ágnak a fényforrásainak az üzemi feszültségese minimálisan alacsonyabb, mint a másik ág és a CCR bekapcsolási feszültségének különbsége.

Ekkor egy áramerősségre feszültségszabályozott LED meghajtó elektronika (driver) olyan módon biztosíthatja az elektromos teljesítményt a modulnak, hogy addig emeli a kimeneti feszültségét, amíg a kimeneti áram el nem éri a beállított értéket. A két ágon az egyensúlyi állapot úgy fog kialakulni, hogy a CCR-t tartalmazó LED sor feszültsége annak hatására addig fog emelkedni, amíg annak árama az ezen beállított korláthoz nem igazodik. Az azon felüli áram a másik ágon fog teljes egészében átfolyni. Amikor a LED driver csökkenteni próbálja a kimeneti áramerősséget (dimmelés), a kimeneti feszültsége csökkenni fog. Ennek hatására döntően a CCR nélküli ágon fog csak csökkenni az áramerősség. Különböző színekű LED-ek használatával ezzel a hatással dimmelésre színeképüket változtató LED modulok tervezhetők.

## Összefoglalás

A bemutatott egyszerű villamos kapcsolás kialakításával megbízható, akár a halogén fényforrások színeképi dimmelési karakterisztikáit leutánzó LED modulok is tervezhetők, emberközpontú világításhoz.

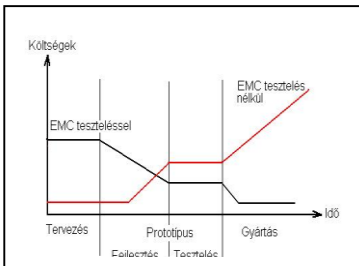
*Előadó: dr. Samu Krisztián*  
[samuk@mogi.bme.hu](mailto:samuk@mogi.bme.hu)

# Intelligens világítás és az EMC

Dr. Istók Róbert

Óbudai Egyetem, Villamosenergetikai Intézet

Az elektromágneses összeférhetőség (kompatibilitás), az EMC hatásai egyidősek az emberiséggel. Bár csak az utóbbi évtizedekben vált igazán tudatossá az ezzel kapcsolatban felmerülő problémák ellenőrzésére és megelőzésére irányuló tevékenység, egyre inkább a mindennapok gyakorlatává vált. Zavarkibocsátás minden elektromos készüléknél jelen van, de ez csak akkor válik zavaróvá, ha egy másik készülék működését akadályozza.



Ahogy az ábrában is látható, az EMC problémák kiküszöbölése a készülékek tervezési, fejlesztési szakaszában jár a legkisebb költséggel. A tesztelési és a gyártási fázisban komoly költségeket eredményezhetnek az EMC problémák.

A fényforrásokra a következő szabványok vonatkoznak, amelyek a zavarkibocsátás határértékeit, mérési módszereit, valamint a zavartűrés paramétereit határozzák meg:

- EN 55015 Villamos világítástechnikai és hasonló készülékek rádiózavar-jellemzőinek határértékei és mérési módszerei
- EN 61547 Készülékek általános világítási célokra. EMC-zavartűrés követelmények
- A rádió vezérelt intelligens világítási rendszerekre a fenti szabványokon túl, az ETSI rádiókommunikációs szabványok előírásai is vonatkoznak.

*Előadó: Dr. Istók Róbert*

*[istok.robort@kvk.uni-obuda.hu](mailto:istok.robort@kvk.uni-obuda.hu)*

# LED-es világítási rendszerek meghibásodásának gyökérok analízise helyszíni vizsgálatok alapján

**Harnos Jenő, Pahor Richárd**  
TÜV Rheinland InterCert Kft.

**Előzmény:** Laboratóriumunkban az új berendezéseken kívül meghibásodott berendezéseket is vizsgáltunk, hogy megállapítsuk a hiba okát. Ez felvetette azt a nehézséget, ill. problémát, hogy az üzemeltetés körülményeiről nem állt rendelkezésünkre megfelelően részletes információ.

**Összefoglalás:** Egy - a cégcsoporton belül meghirdetett - start-up program keretében olyan új eljárást dolgoztunk ki, melynek alapja a meghibásodott berendezés helyszínének, környezetének felmérése. Vizsgálataink során ezt a feltérképezett környezetet szimuláljuk a laboratóriumban. A dolog jellegéből adódóan egy sor nem szabványos vizsgálatot is kidolgoztunk, ill. alkalmazunk. Munkánkat minőség menedzsment eszközökkel (Ishikawa, 5Why-1How és FMEA) alapozzuk meg.

Tevékenységünk eredményeként független féltől jövő eredmények alapján jelentősen lerövidül a jótállási folyamat, megelőzhetőek a garanciális viták, az eredmények tapasztalatai a Gyártó számára beépíthetőek a fejlesztés következő fázisában, mindennek előtt pedig javul a berendezés, valamint a projekt helyszín biztonsága (environment safety).

A LED Konferencia idejéhez az Intelligens világításhoz úgy kapcsolódik, hogy nagyjából ez az a felhasználói kör (beltéri DALI, ill. épület menedzsment, valamint kültéren a nagy közvilágítási hálózatok és smart city alkalmazások), ahol reálisan felmerül az igény hasonló tevékenységre.

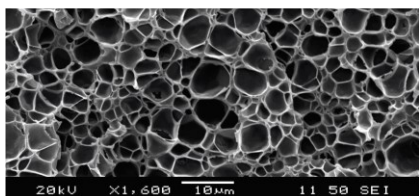
*Előadó: Harnos Jenő*  
[jeno.harnos@hu.tuv.com](mailto:jeno.harnos@hu.tuv.com)

# Mikro-celluláris polimer hab mint diffúz reflektor alkalmazása a korszerű világítástechnikai eszközökben

**Gombos Ákos**

Furukawa Electric Technológiai Intézet

Az előadásban a FURUKAWA ELECTRIC Co., Ltd. által gyártott mikro-cellás PET optikai reflektor kerül bemutatásra. Mikro-szerkezetének köszönhetően ez az anyag nem csupán a nagy mértékű fényvisszaverő képességének, de a kiemelkedően magas arányú diffúz fényvisszaverő képességének is köszönheti, hogy kedvelt eleme lett a korszerű és energiahatékony világítástechnikai eszközöknek. Hőre lágyuló anyag lévén, az eredetileg sík alakú formátumba gyártott alapanyagból bizonyos korlátok között könnyedén alakítható ki bonyolultabb térbeli alakzat is. Ennek elméleti háttéréről szó esik az előadásban, illetve valódi gyártásról (melegalakítás) készült felvételek is bemutatásra kerülnek. Hőformázást követően a végtermék tovább alakítható stancolással illetve lézervágással, melyre szintén láthatunk példát az előadásban.



MCPET mikro-szerkezete



Hőformázott MCPET

Az előadás második felében egy olyan újszerű lámpatest kialakításának elvi koncepciója kerül bemutatásra (MCBOARD), melynek alapja egy olyan többrétegű „szendvics” szerkezet, mely egyidejűleg tartalmazza a fényforrást, a reflektív felületeket, illetve a lámpatest vázát jelentő alkatrészt is. Sík formátumba való előszerelést követően, hőformázási eljárás segítségével együttesen alakítható ki a végtermék a kívánt térbeli alakra.

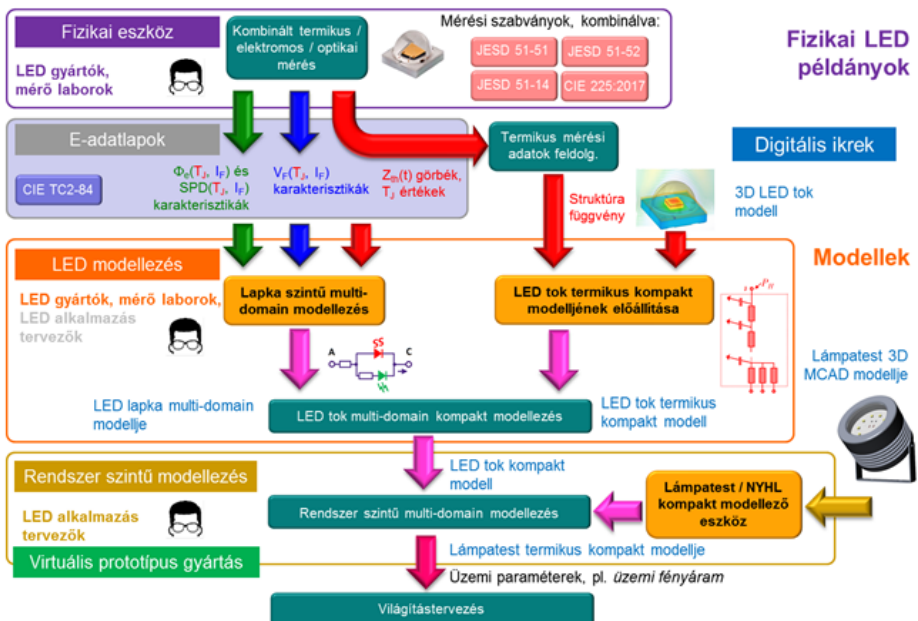
*Előadó: Gombos Ákos, Furukawa Electric Technológiai Intézet Kft.*

# Ipar 4.0 szerű folyamat LED-es lámpatestek tervezésére: a Delphi4LED projekt legújabb eredményei

**Dr. Poppe András**

Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar  
Elektronikus Eszközök Tanszék

A Delphi4LED projektben új módszereket fejlesztettünk ki LED-es termékek ún. kompakt modellezése számára. A LED működés multi-domain jellegét lapka szinten írjuk le, amelynek révén olyan multi-domain LED modellt hoztunk létre, amely alkalmas mind általános Spice áramkör-szimulációs programok, mind Excel alkalmazásokba ágyazott VB makro modellek formájában való megvalósításra. Az elektronikai iparban szabványos DELPHI módszertanhoz hasonló megközelítéssel LED tokok dinamikus termikus kompakt modelljeinek létrehozására is módszert dolgozott ki a Delphi4LED konzorcium.





Ezek, a lapka szintű multi-domain LED modellel és az elképzelt lámpatest alkalmazási körülményeket tükröző termikus modelljével kombinálva egy teljes lámpatest digitális ikrét, ún. virtuális prototípusát alkotják. Ez a virtuális prototípus lehetővé teszi a számítógépi szimulációval segített (KKV stílus), vagy számítógépi szimuláción alapuló automatikus optimalizáción alapuló lámpatest tervezést (nagyvállalati stílus).

A Delphi4LED projekt első demonstrációs célú kísérleteinek tanúsága szerint az itt vázolt Ipar 4.0 szemléletű, teljesen “digitalizált” tervezési folyamatokkal a hagyományos folyamatok költségeihez viszonyítva nagyjából 30-40% megtakarítás érhető el. Az új folyamatok az első fizikai prototípusok kialakításához szükséges időt is kb. 30%-kal lerövidítik.

<b>Főbb költségek</b>	<b>KKV, régi folyamat</b>	<b>KKV, új folyamat</b>	<b>Megtakarítás</b>
Személyi költségek	0,896	0,633	29%
Anyagköltség	0,049	0,028	43%
Mérések költségei	0,056	0,056	0%
<b>Összesen</b>	<b>1,000</b>	<b>0,717</b>	<b>28%</b>
<b>Főbb költségek</b>	<b>nagyvállalat, régi folyamat</b>	<b>nagyvállalat, új folyamat</b>	<b>Megtakarítás</b>
Személyi költségek	0,819	0,502	39%
Anyagköltség	0,055	0,028	48%
Mérések költségei	0,126	0,045	65%
<b>Összesen</b>	<b>1,000</b>	<b>0,575</b>	<b>42%</b>

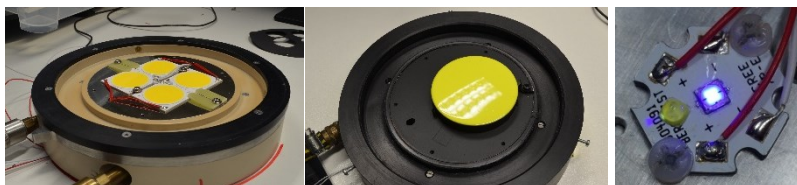
*Előadó: Dr. Poppe András*

*[poppe@eet.bme.hu](mailto:poppe@eet.bme.hu)*

# CoB LED-ek mérése és modellezése a Delphi4LED projektben

**Hegedüs János, Hantos Gusztáv, Dr.Németh Márton**  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,  
Elektronikus Eszközök Tanszéke

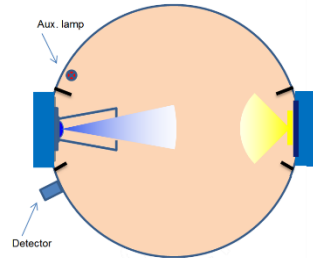
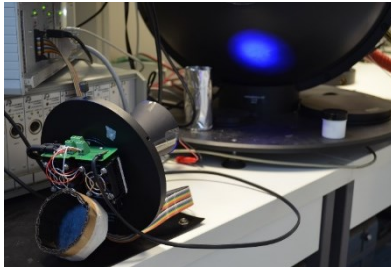
A félvezető alapú világítástechnika fejlődésének egyik vezető irányzata a nagy felületű hordozóra integrált LED chipek számának növelése. Ezek az ún. Chip-on-Board LED eszközök, amelyeknek széles választékát kínálják a gyártók; a mindössze 3-4 cm élhosszúságú eszközökből kinyerhető fényáram értéke akár a 10-15 ezer lumen értéket is elérheti. A félvezető veszteségein felül megjelenik egy külső veszteség is, amelyet a hullámhossz konvertáló fénypor hatásfoka és az ún. Stokes eltolódás okoz. Ezek együttesen rendkívül nagy disszipáció sűrűséget eredményezhetnek, ami a megfelelő hűtés megválasztását kritikussá teszi. A tervezést elősegítő modellkészítéshez a Delphi4LED Európai Uniós projektben célzott méréseket végeztünk a CoB LED eszközökön is használt fényporok karakterizálására.



Többféle fénypor mintát vizsgáltunk: Cree XLamp CXB3590 típusú, 4000K szín-hőmérsékletű, 30 mm átmérőjű CoB LED-eket, valamint por formában vásárolt, majd adott tömeg% arányban polidimetil-sziloxán (PDMS) hordozóba kevert nagy felületű korongokat. Utóbbi anyagok és egy CREE XPG3 LED felhasználásával egyedi fényporos fehér LED minták is készültek.

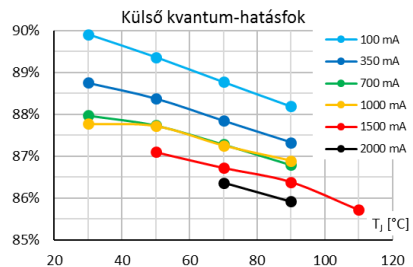
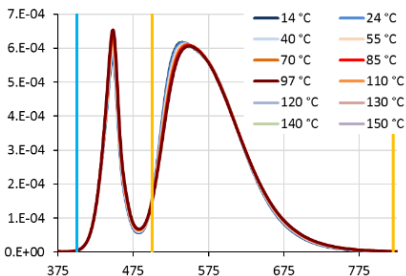
A minták minden esetben szabályozható hőmérsékletű hideglemezre szerelve kerültek a 600 mm átmérőjű Ulbricht gömb  $2\pi$  portjára. A nagy felületű fénypor mintákat egy (hullámhossz alapján választott) kék CREE XPE2-es LED-el

gerjesztettük, amelynek áramát és hőmérsékletét állandó értéken tartva vizsgáltuk a fényfor hőmérsékletfüggését.



Az egyedi készítésű LED fehér, illetve referencia-kék mérései fényporral kevert, valamint áttetsző PDMS lencsével történtek. A LED izotermikus nyitóáram-nyitófeszültség-sugárzott teljesítmény karakterisztikái ismeretében lehetőség nyílik a fénypor különböző hatásfokszetevőinek vizsgálatára.

A méréseket a T3Ster és TeraLED műszergyűttesek és egy CAS140 spektrométer segítségével végeztük.



**Összefoglalás.** Meghatároztuk különböző fénypor minták anyagi paramétereit (mint például hővezetési együttható, belső- és külső kvantumhatásfok a hőmérséklet függvényében). Ezek segítségével részletes fénypormodellek készíthetők csatolt elektro-termikus és optikai LED szimulációk számára.

Előadó: Hegedüs János  
[hegedus@eet.bme.hu](mailto:hegedus@eet.bme.hu)

# A Planck energiaeloszlások mint referenciák OLED-ek, LED-ek gyártásához

Erbeszkorn Lajos

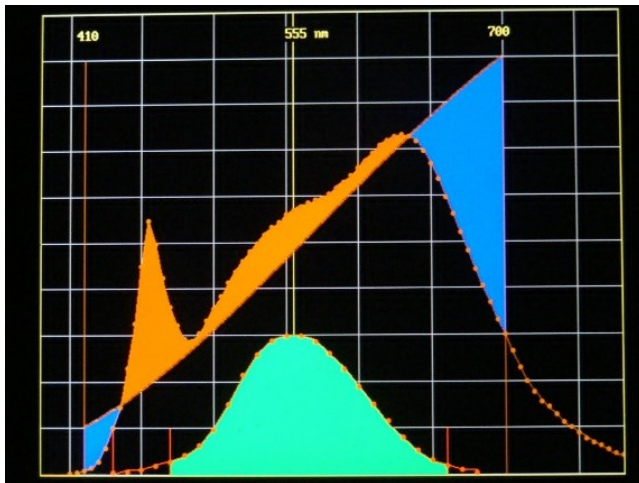
Közel egy évszázada az európai területen, de a nemzeti mérésügyi hivatalok jóvoltából az egész földkerekségen a CIE – sajnos alapjaiban hibás – ajánlásai terjedtek el a fényforrások energia spektrumához kapcsolódó szín-paraméterek megállapításánál. Az akkori műszaki lehetőségek és a forgalomban lévő termikus fényforrások esetében ez nem jelentett komoly problémát, a nagyon különböző energia spektrumú fényforrások azonos CRI értéke viszont zavaró.

Jelenleg az OLED, LED fejlesztők, gyártók jelentős része a távol-keleten található. Szemléletük más, nincsenek európai ajánlásokkal annyira megfertőzve. Az emberi szem-agy egység a természetes fényhez alkalmazkodott, tehát az esti világításnak is ahhoz kell alkalmazkodnia – mondják. Bevezették a spektrum hasonlósági indexet (spectrum resemblance index), ahol a referencia a Planck energia-spektrum. 2015-ben publikáltak olyan OLED eszközt, amely 2300K színhőmérsékletű, 79 %-os hasonlósági indexű és 85 lumen/watt hatásfokú.

Az általam javasolt módszer a 2018-2019-es VTT Évkönyvben is szerepel. A referencia spektrum itt is a Planck energia eloszlás, de a színi eltérések valószerűségét a hamis szín index (false colour index) jeleníti meg. A hamis szín indexet – amely az összetérést adja meg a referencia spektrumhoz – célszerű lenne kiegészíteni az adott spektrum és a normált referencia spektrumának egymásra rajzolt ábrájával. A szakemberek így azonos hamis szín indexű fényforrások esetén is előre meg tudnák becsülni a színi eltérések mértékét a megvilágított tárgy reflexiók tulajdonságainak ismeretében. Példa: kék morpho lepke erősen eltérő spektrumú fényforrásokkal megvilágítva. A szárnyfelület nem tartalmaz festék pigmentet, hanem interferenciát előidéző szerkezetű.



Az előadásban összehasonlítom a konkrét LED fényforrások kisugárzott energia-spektrumát a hagyományos és az általam javasolt tömörített, minőségi jellemzőkkel értékelve. Az új módszer rávilágít arra, hogy valószínűleg a világítástechnika alapjait is érdemes újragondolni, az esetleges meglévő ellentmondásokat kiküszöbölni.



A gondolatébresztő fenti ábra a 3000K színhőmérsékletű LED fényforrást, a 3000K Planck görbét, valamint a pozitív eltéréseit szemlélteti egy szűkített fénytartományban. Alul a  $V(\lambda)$  láthatósági függvény. Az eltérések alapján a környezet színi eltérései nagyon jól becsülhetők.

A gyártóknak széleskörűen alkalmazkodni szükséges a fényforrás választékukban a különböző feltételekhez és ajánlást is célszerű lenne adni az adott típus optimális felhasználásáról különös tekintettel az emberi szem tulajdonságaira.

*Előadó: Erbeszkorn Lajos*

# Világítótestek képi felbontású termikus analízise

**Nagy Róbert, Dr. Szabó Ferenc, Dr. Csuti Péter**

Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar,

Fény- és Színtan Kutatólaboratórium

Az infravörös képi felbontású hőmérsékletmérés, röviden termográfia egy nagyon gyorsan fejlődő tudományág. Számos felhasználási területe létezik az elektronikától kezdve az egészségügyön keresztül egészen a haditechnológiai felhasználásig. Az infravörös sugárzás az elektromágneses spektrum  $0,7\mu\text{m} - 1000\mu\text{m}$  közötti része. Minden abszolút 0 fok feletti tárgy kibocsát magából infravörös sugárzást. Az infravörös sugárzás a fényhez hasonlóan szintén optikai sugárzás, tehát különleges lencsékkel a sugárzás fókuszálható és egy megfelelő spektrális tartományban érzékeny szenzorra vetíthető. Szpotméterekkel és hőelemet használó kontakt hőmérőkkel nagyon pontos méréseket lehet végezni, de látatlanban nem biztos, hogy a megfelelő mérési pontokat találjuk meg. A kontaktust igénylő hőelem továbbá befolyásolhatja a mérés eredményét. Képi felbontású kamerával ezzel szemben a vizsgálat tárgyról érintés nélkül teljes képet kapunk. A termográfia gyorsabbá és egyszerűbbé teszi a problémák felderítését. A kutatás-fejlesztésben elősegíti a komponensek pontos és gyors termikus karakterizációját valamint komplex rendszerek vizsgálatát.

A méréseink során használt hőkamera akár  $0,05^\circ\text{C}$  hőmérséklet különbségeket is képes detektálni a  $-40^\circ\text{C} - 650^\circ\text{C}$  tartományban  $640 \times 480$  felbontás mellett akár 50 képkocka/s sebességgel. Kiváló lehetőséget nyújt lámpatestek, tápegységek és egyéb komponensek vizsgálatához. A méréseket termikus szimulációk verifikációjához is használjuk. Termográfiával rendkívül látványos képek készíthetők, de értelmezésük nem minden esetben triviális, megfelelő körültekintés nélkül könnyen hamis következtetésekre juthatunk.

*Előadó: Nagy Róbert*

[nagy.robort@virt.uni-pannon.hu](mailto:nagy.robort@virt.uni-pannon.hu)

# Kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatára

**Dr. Kolláth Zoltán, Száz Dénes**

Eötvös Loránd Tudományegyetem, BDPK, Savaria Fizikai Tanszék

Az ELTE Savaria Egyetemi Központjának vezetésével, az Eszterházy Károly Egyetem és a Kaposvári Egyetem közreműködésével egy tudományos konzorcium fényszennyezéssel kapcsolatos kutatásokat kezdett meg 2017 szeptemberében. A projekt egyik fő eleme a „Valós Világítási Környezet Laboratóriumok” létrehozása. Ezek olyan tényleges települési környezetek, ahol a kiépített közvilágítás lehetővé teszi, hogy a rendszer környezetre gyakorolt hatását behatóan vizsgálják.

A legújabb kutatási eredményeket is figyelembe véve, a projekt kutatóinak javaslatai alapján fejlesztették ki a nemzetközi szinten is egyedülálló közvilágítási rendszert két településen. A feladat nagyon összetett, hiszen meg kell felelnie azoknak a normáknak, amiket az „International Dark Sky Association” határozott meg a csillagoségbolt-parkokkal kapcsolatban, hiszen az egyik település egy ilyen területen van, a másik pedig annak szomszédságában. A környezet-tudatosság mellett természetesen a közvilágítással szemben támasztott követelményeket is teljesíteni kell az új berendezéseknek.

A projekt alapvető célja az előbbieken kívül, hogy a települések egyben kutatási környezetként is szolgáljanak a fényszennyezés terjedésével kapcsolatos kutatásokban. Az elkövetkező években intenzív biológiai monitorozás történik a területeken. A tervek szerint eltérő fényviszonyok mellett vizsgálják a közvilágítás élvilágra gyakorolt hatását.

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.2-16-2017-00014 – Nemzetközi kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatának területén” című projekt támogatásával valósult meg.

*Előadó: Dr. Kolláth Zoltán*

[zkollath@gmail.com](mailto:zkollath@gmail.com)

# Csökkentett fényszennyezésű közvilágítás: laborvizsgálatok

**Dr. Szabó Ferenc, Dr. Csuti Péter**  
LightingLab Kalibrálólaboratórium Kft

A fényszennyezés problémaköre a közvilágítás, sportvilágítás, vagy akár ipari világítási rendszerek esetében is jelentkezhet, amikor a világítótest közelében olyan helyre is jut fényáram, ahová az adott világítótest nem hivatott világítani. Napjainkban a fényszennyezés jelentős részéért a nem megfelelően tervezett és/vagy kivitelezett közvilágítás és díszvilágítás világítótestek felelősek.

A Zselici és Bükki Csillagoségbolt-Parkokban kijelölt Valós Világítási Környezet Laboratóriumok számára a fényszennyezés csökkentése érdekében a közvilágításban eddig nem alkalmazott, egyedi, hangolható színekű és térbeli fényerősség eloszlású LED világítótestek kerültek kifejlesztésre.

A Valós Világítási Környezet Laboratórium létrehozását a LightingLab Kalibrálólaboratórium az alábbi tevékenységekkel segítette:

- meghatározta a csökkentett fényszennyezésű közvilágítás megvalósításához szükséges színekű, fényerősség eloszlási kritériumokat, irányelveket
- az egyedi fejlesztésű LED világítótest deszkamodelljét, első és végső prototípusát fotometriai, színmetrikai és villamos szempontokból vizsgálta, meghatározta a LED világítótest fejlesztés irányvonalait a vizsgálati eredmények alapján
- helyszíni vizsgálatokkal felmérte a Zselici és Bükki Csillagoségbolt-Parkokban található megvalósítási helyszínek korábbi, valamint telepítés utáni közvilágítását

Az előadás során a projekt jelenlegi előrehaladásáról számolunk be.

*Előadó: Dr. Szabó Ferenc*  
[szabof@szafeonline.hu](mailto:szabof@szafeonline.hu)



# **Csökkentett fényszennyezésű közvilágítás: terepi vizsgálatok**

**Száz Dénes , Dr. Kolláth Zoltán**

Eötvös Loránd Tudományegyetem, BDPK Savaria Fizikai Tanszék

Két településen, Bárdudvarnokon és Répáshután fejezték be az elavult közvilágítás korszerűsítését egy minőségileg új rendszer segítségével. Az újonnan kiépült közvilágítás az első Magyarországon, amelynek a magvalósításában elsődleges szempont volt a fényszennyezés csökkentése, és mindemellett LED-ek alkalmazásával készült. A kihelyezett lámpatestek újdonságnak számítanak, kifejezetten a természet védelme és az egészséges környezet kialakításának szempontjával tervezték.

Az új rendszer validálása és összehasonlítása elkezdődött. Az előzetes mérések és az összehasonlítás a korábbi világítással egyértelműen igazolják hogy lehet olyan közvilágítást tervezni és kiépíteni, amely jelentősen csökkenti a fényszennyezés hatásait úgy, hogy közben a berendezés teljesíti a feladatát. Ezen kívül, a korábbi világítási rendszerhez képest számottevő energiamegtakarítást is jelentenek. Az előadásban bemutatjuk azokat a méréseket, amelyekkel az égbolt fényűrűségeloszlásának és spektrális összetételének meghatározásával objektív módszerekkel is vizsgálható a világítás fényszennyezéssel kapcsolatos minősége. A lámpatestek fénye a szabványos kereteken belül szabályozható. Ezzel további adatokat nyerhetők differenciális mérésekkel, ami egyedülálló módon lehetővé teszi, hogy a település okozta háttérfényességet és annak spektrális összetételét elkülönítsük az egyéb természetes és mesterséges forrásoktól. Az eredmények segíthetnek a környezettudatos közvilágítások létrejöttéhez más helyszíneken is.

Jelen publikáció az „EFOP-3.6.2-16-2017-00014 – Nemzetközi kutatási környezet kialakítása a fényszennyezés vizsgálatának területén” című projekt támogatásával valósult meg.

*Előadó: Száz Dénes*

[szaz.denes@gmail.com](mailto:szaz.denes@gmail.com)

# Megvilágításmérő robot fejlesztése és eddigi tapasztalatai

**Dr. Csuti Péter, Tóth Dávid Noel, Nagy Róbert, Dr. Szabó Ferenc**

Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar,

Fény- és Színtan Kutatólaboratórium

Napjainkban a megvilágítás-mérési feladatok alapkérdései nem változtak, sőt a végrehajtáshoz is használhatunk mind a múlt évezredben fejlesztett, de maig kiválóan működő megvilágításmérőt, mind az utóbbi évek trendjének megfelelően, még a színekpi teljesítményeloszlást is mérő készülékeket.

A megvilágítás-mérési feladat ritkán merül ki egyetlen pontban történő mérésben. Sőt olyan feladatok is adódnak, amikor nem csak a talajjal párhuzamos síkban kell mérni a megvilágítást, hanem arra merőlegesen, akár négy, vagy több irányban kell pozicionálni a mérőműszer érzékelőjét.

A mai kor adta technikai lehetőségek felhasználásával ma már nem elképzelhetetlen egy helyiség, vagy akár kültéri terület megvilágítás mérése teljesen automatizált módon. Egy olyan megvilágításmérő robot kifejlesztését tűztük ezért ki célul, amely helyzetmeghatározás segítségével önállóan mozog két mérési pont között és az előre meghatározott mérési rácspontba érkezve elvégzi a szükséges számú és tetszőleges irányú megvilágítás méréseket. A mérés eredménye mellé eltárolja a pozíció koordinátákat, az érzékelő pontos, két tengely szerinti irányítottságát, a mérőrobot dőlésinformációit és a mérhető környezeti paramétereket.

Az előadásban a fejlesztés aktuális állásáról számolunk be kiemelve a konkrét célokat és bemutatjuk a fejlesztés során felmerült legérdekesebb mérnöki kihívásokat.

*Előadó: Dr. Csuti Péter*

*[csuti.peter@virt.uni-pannon.hu](mailto:csuti.peter@virt.uni-pannon.hu)*

# Felhasználói visszajelzések szerepe egy összeszerelő üzem lokális világításának modernizációjában: helyszíni kísérletek

**Tóth Dávid Noel, Dr.Szabó Ferenc**  
Fény- és Színtan Kutatólaboratórium  
Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar

A természetes fény hiánya számos egészségügyi kockázattal járhat. Ennek oka az, hogy a nem megfelelő időpontban a retinára érkező, nem megfelelő színképi eloszlású, vagy intenzitású fény megzavarja a cirkadián rendszer helyes működését. Ezeknek a kockázatoknak különösen ki vannak téve a természetes fénytől elzártan, éjszaka, vagy ablak nélküli csarnokokban dolgozók. A probléma egyik lehetséges megoldása az emberközpontú világítás bevezetése az ilyen üzemcsarnokokba.

**Emberközpontú világítás fejlesztése.** Az elmúlt évben a Pannon Egyetem Fény- és Színtan Kutatólaboratóriumában elvégzett fejlesztés során, egy ipari környezetben, lokális munkahelyi világításra alkalmazható, beépített intelligens vezérlőeszközt tartalmazó, emberközpontú világítást megvalósító világítótestet készítettünk el. Az elkészült eszköz időben folyamatosan változó színképi összetételű, intenzitású, és cirkadián hatású fényt biztosít a környezetben dolgozók számára. Az elkészített prototípus lámpatesteket egy két műszakos munkarendben működő összeszerelő üzemben teszteltük a hatások igazolására. A helyszíni kísérletben a világítás hatásait objektív módon pulzusmérésekkel, valamint kérdőívvel vizsgáltuk.

**Élettani hatások vizsgálata.** Az üzemcsarnokban felszerelt világítás élettani hatásait pulzusmérő okos karórák használatával elvégzett kísérlettel vizsgáltuk. A pulzusmérő órákat a kísérlet során folyamatosan ugyanaz a négy, mindkét műszakban munkát végző dolgozó viselte. Az eszközök 1 másodperces mintavétellel, folyamatosan rögzítették a pulzusukat a munkavégzés során. A méréseket elvégeztük a prototípus lámpatestek, valamint LED csöves világítás használatával is.

**Kérdőíves vizsgálat.** A kísérletben résztvevő dolgozók a munkavégzés előtt, közben – szünetekben – valamint munka után kérdőíveket töltöttek ki, amelyek segítségével felmérhető volt a világítás szubjektív megítélése. A világitásra, előzetes kipihentségre, valamint munka utáni fáradtságra vonatkozó kérdéseken felül a kérdőívekkel felmértük a munka közbeni kávé és energiaital fogyasztást is.

**Eredmények.** Statisztikai kiértékelés segítségével vizsgáltuk az összefüggéseket a fény cirkadián hatása ( $CL_A$ ), és a pulzusszám között. Ennek eredményeként egy szignifikáns, közepes erősségű kapcsolatot állapítottunk meg. A kapcsolat közepes erőssége azzal magyarázható, hogy a világítás mellett számos egyéb paraméter (pl.: testmozgás, szén-dioxid koncentráció) is szerepet játszik a szívritmus alakulásában. A kiértékelés során figyelembe vettük a cirkadián rendszer pulzusszámra gyakorolt hatásában megfigyelhető 2 órás késleltetést. A kérdőívek kiértékelése során nem volt kimutatható közvetlen összefüggés a világitási rendszer és a preferencia között, csak az egyéb kérdésekre adott válaszok korrelációin keresztül. A résztvevők előnyben részesítették a rájuk élénkítőbb hatást gyakorló fényeket, valamint a minél kevesebb zavaró hatás (árnyékok, káprázás) jelenlétét.

**Összefoglalás.** A természetes fény hiánya napjaink főbb problémái közé sorolható. Ennek enyhítésére fejlesztettünk ki egy emberközpontú világitást megvalósító lámpatestet, amit később egy összeszerelő üzem mesterséges fényvel megvilágított munkaállomásának lokális világitásaként, valós munkakörnyezetbe helyeztünk ki. A dolgozókra gyakorolt hatások igazolására pulzusmérő órák, valamint kérdőívek segítségével végeztünk méréseket, ezek eredményeit statisztikai módszerekkel értékeltük ki. A kísérletek eredményeként kapcsolatot mutattunk ki a fény cirkadián hatása és a pulzus mérések eredménye, valamint a dolgozók szubjektív véleménye között.

**Köszönetnyilvánítás.** A szerzők köszönetet mondanak a „Fényminőség fejlesztés az egészség és életminőség szolgálatában” című, GINOP-2.2.1-15-2017-00095 azonosítószámú projekt támogatásáért.

*Előadó: Tóth Dávid Noel*

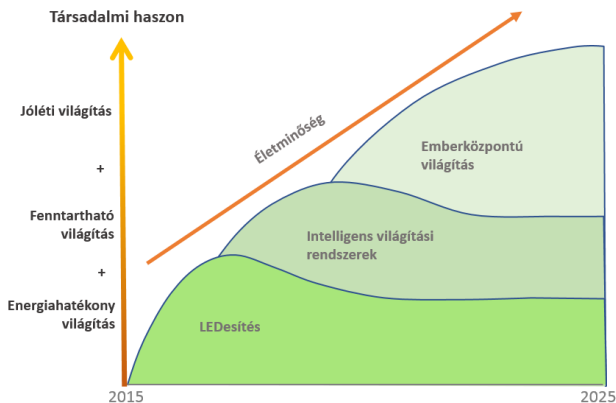
[toth.david.noel@virt.uni-pannon.hu](mailto:toth.david.noel@virt.uni-pannon.hu)

# LED: múlt, jelen, jövő

Schwarcz Péter  
TUNGSRAM Group

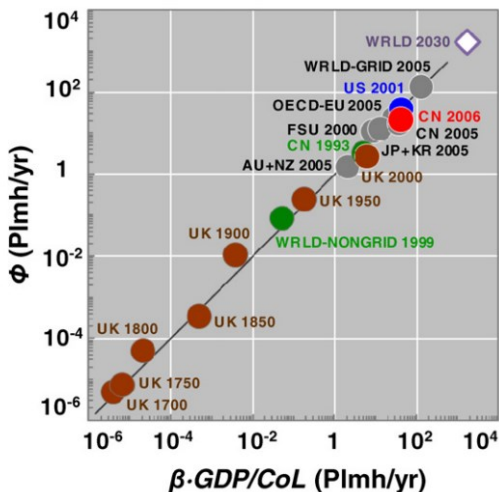
A VTT 2010-ben rendezte I. LED konferenciáját, melyen elhangzott Schulcz Gábor elhíresült bonmotja: hűteni, hűteni, hűteni! Ez az előadás áttekintést ad az elmúlt évtized fontos történéseiről és kitekintést ad a következő évtized várható trendjéről. 2012-ben kezdte meg az IKEA a LED-es fényforrások forgalmazását: „LED – egy új fényforrás, amely képes megváltoztatni a világot!” Ez jól jellemzi a kor felfokozott várakozását, amit akkor még nagyon kevés prémium termék sem tudott teljesíteni, „legfeljebb” jól világítani. 2014-ben a kék LED felfedezéséért három japán kutató, Akaszaki Iszamu, Amano Hirosi és Nakamura Sudzsi kapta fizikai Nobel-díjat. 20 év kellett, hogy a világ (és a Nobel-díj bizottság) felismerje a mai LED-ekhez vezető felfedezés jelentőségét. 2015-re megjelentek azok a biztonságot és műszaki paramétereket leíró IEC szabványok, melyek alapján már a LED modulok, lámpák és világítótestek korrekt módon összehasonlíthatók. 2017-ben a cirkadián óra molekuláris hátterének feltárásáért kapta az orvosi Nobel-díjat három úttörő szellemiségű amerikai kutató. Munkájuk megteremtette - az addig csak empirikus módon ismert – hátteret a fény és biológiai óra összefüggésének megismeréséhez és ezzel lerakta az emberközpontú világítás alapjait. Ez annyiban is trendfordító, hogy a világítási iparon kívül keletkező tudományos eredmény jelentős hatással lehet a világítási ipar jövőjére. A másik globális trend a felhasználói készülékek hálózatba kapcsolása (IOT). Már ma is akár egy tucat készülék kapcsolódik a világhálóhoz egy modern otthonba. Miért pont a fényforrások lennének a kivételek? Több előnyük is van: Minden háztartásban ott vannak (egyes becslések szerint 10 milliárd lámpafoglatat várja okos lámpáját), van állandó tápellátásuk, jól „rálátnak” a terepre. A LI-FI elterjedésével nemcsak fogyaszthatják a sávszélességet, de az informatikai hálózat gerincét is alkothatják.

Ez emberközpontú világítással kombinálva többszörösen kompenzálhatják az „örökéletű” LED-ek okozta üzleti lehetőségek prognosztizált beszűkülését, amit a LightingEurope nyomán készített 1. ábra is mutat.



1. 1. ábra

Ugyanakkor vannak kutatók, akik a – a múltbeli trendekre alapozva – arra következtetésre jutottak, hogy a fényre fordított költség állandó marad, azaz az egységnyi fény költségének csökkenése a nagyobb fényfelhasználásra ösztönöz. Ez a 2. ábrán látható.



2. 2. ábra

Előadó: Schwarcz Péter  
[peter.schwarcz@tungsram.com](mailto:peter.schwarcz@tungsram.com)

# Világos? - Világítástechnika alapfokon

Dr. Balázs László és Nádás József

Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar,  
Mikroelektronikai és Technológia Intézet

Amikor még izzólámpával világítottunk, minden egyszerűnek tűnt. Vásárlásnál csak azt kellett tudnunk, hány wattos izzóra van szükségünk és a csomagoláson elég volt az izzólámpa teljesítményét jelző számot megkeresnünk, ami nem volt nehéz, mert az volt mindig a legnagyobb felirat.

Az energiatakarékos fényforrások megjelenésével minden megváltozott. Sokkal több adatot kell megadni a gyártónak ahhoz, hogy tudjuk milyen terméket rejt a csomagolás. A marketing szakemberek igyekeznek intuitív piktogramokkal közölni, amit a fényforrásról tudnunk kell, de valljuk be, a csomagoláson feltüntetett információdszungen lassan már csak az ismeri ki magát, aki egy gyorstalpaló világítástechnikai tanfolyamot elvégzett.



Fényforrások csomagolása 2009 előtt és ma

Előadásunkban sorra vesszük azokat a világítástechnikai alapfogalmakat, amelyekkel tisztában kellene lennie annak, aki a mai fényforrások között szeretne kiigazodni. A fényáram, fényerősség, fényűrés, megvilágítás, színhőmérséklet és színvisszaadás fogalmát úgy magyarázzuk el, hogy nem lépünk túl az általános iskolai ismeretek keretein. Szándékunk az, hogy a segítsük a Világítástechnikai Társaság misszióját a szabatos fogalmak és szakmai ismeretek elterjesztésében.

Előadásunkban az egyszerűsítés, a termékvariációk számának csökkentése mellett érvelünk, annak érdekében, hogy a vásárlók csupán két fénytani jellemző, a fényáram és színhőmérséklet ismeretében ki tudják választani a nekik megfelelő fényforrást. Ehhez a szabványok felülvizsgálatára és a tőréstartományok szigorítására lenne szükség. A kiváló hatásfokú világítódiodák esetében már nem indokolt a kompakt fénycsövek bevezetésekor kompromisszumként elfogadott  $R_a = 80$  színvisszaadási index minimum fenntartása, a szabványok ennél szigorúbb elvárást támaszthatnának az általános világítási célú LED fényforrásokkal szemben.

Az izzólámpa teljesítményre való visszautalás a csomagoláson lassan elveszíti jelentőségét. Tapasztalatunk szerint sok félreértés és vásárlói értetlenség származik abból, hogy a fényforrás teljesítménye és fényárama szabadon változhat egy intervallumon belül, ami megnehezíti a különböző termékek összehasonlítását. Célszerűnek tartanánk a régi, teljesítményalapú osztályozás helyett fényáram lépcsők bevezetését és tudatosítását a fogyasztókban.

Izzó teljesítmény	25W	40W	60W	75W	100W
<b>Fényáram lépcső</b>	220 lm	400 lm	700 lm	900 lm	1300 lm

Az elmúlt 10 évben az energiahatékonyság uralta a világítástechnika piacot. Reméljük, hogy az elkövetkező években több figyelem jut a fényforrások minőségének javítására és a vásárlói szempontok érvényesítésére.

*Előadó: Dr. Balázs László,*  
[balazs.laszlo@kvk.uni-obuda.hu](mailto:balazs.laszlo@kvk.uni-obuda.hu)









**Viszontlátásra 2020-ban  
a XI. LED Konferencián!**

# KIÁLLÍTÓK



**PROLAN Zrt.**



**Electro-Coord Kft.**



**Signify Hungary**



**Kermann Kft.**



**HOELLER Electronic Kft.**



**LED Fényforrás Kft.**



**Berton Világítástechnika**



**Greennovate Kft.**



**TUNGSRAM Operations**