

Tartalom

- 1 A LED-világítással kapcsolatban gyakran feltett kérdések
- 2 A Light+Building 2018 „Design Plus” világítástechnikai versenyének díjazottjai
- 3 Szilárdtest-világítás 2017, 2. rész – A szilárdtest világítás hatásai, folytatás
- 4 A 2017. évi „Világítás a holnap számára” tervezési verseny díjazottjai, 1. rész

1 A LED-világítással kapcsolatban gyakran



feltett kérdések (Forrás: www.lightingeurope.org, Press Release, 2017. okt.)

Az izzólámpák fokozatos kivonásával az új LED-alapú fényforrások és lámpatestek bevezetése során sok országban merülnek fel néha kérdések a lakosság körében a LED-világítással kapcsolatban. A jelen összeállítás a LED-világítással, a kék fény veszéllyel és más állítólagos egészségügyi problémákkal, illetve a LED-es útvilágítással kapcsolatban felmerülő kérdésekre igyekszik válaszolni.

1. rész: Általános kérdések

1. Mit értünk LED-világítás alatt?

A LED-világítás fényemittáló diódákon alapuló világítástechnológia. Egyéb, hagyományos világítástechnológiák a következők: izzólámpás világítás, halogénlámpás világítás, fénycsöves világítás és nagyintenzitású kisülőlámpás világítás. A LED-világításnak több előnye van a hagyományos világítással szemben: a LED-világítás energiahatékony, dimmelhető, vezérelhető és színárnyalata szabályozható.

2. Mi az a korrelált színhőmérséklet?

A korrelált színhőmérséklet (CCT) egy fényforrás spektrális teljesítményeloszlásából (SPD) származó matematikai számítás eredménye. A világítás általában, a LED-világítás pedig különösen különféle színhőmérsékletekben áll rendelkezésre. A színhőmérsékletet Kelvinben adják meg; a meleg (sárgás) fény 2700K, a semleges fehér 4000K, a hideg (kékes) fehér pedig 6500K körüli vagy a fölötti.

3. Melyik színhőmérséklet jobb?

Nincs jobb vagy rosszabb színhőmérséklet, csak más és más. A különböző szituációk a környezethez szabott megoldásokat igényelnek. Az emberek szerte a világon különböző személyes és kulturális preferenciákkal rendelkeznek.

4. Mekkora a természetes színhőmérséklet?

A nappali fény 6500K, a holdfény pedig 4000K körüli. Mindkettő igen természetes színhőmérséklet, és megvan a maguk ideje nappal vagy éjszaka.

5. Van különbség az energiahatékonyság tekintetében a különböző színhőmérsékleteknél?

A hidegebb és a melegebb színhőmérsékleteknél adódó energiahatékonyság csak viszonylag kis mértékben különbözik, különösen, ha a hagyományosról LED-világításra történő áttéréssel nyerhető jelentős hatékonyságnövekedéssel vetjük össze.

6. Okoz a LED-világítás nagyobb mértékű kellemetlen káprázást?

A nagy fényű kis fényforrások sokkal fényesebbeknek tűnnek, mint a nagy világító felületek. Az adott alkalmazáshoz tervezett optikával ellátott LED-es lámpatestek nem okoznak nagyobb kápráztatást, mint a többi lámpatest.

2. rész: A kék fény veszéllyel kapcsolatos kérdések

7. Mi az a kék fény veszély?

Az IEC definíciója szerint a kék fény veszély „a főként a 400 és 500 nm közötti hullámhosszúságú elektromágneses sugárzásból származó, fotokémiai eredetű retina-károsodás veszélye”. Ismeretes az, hogy a fény – akár természetes, akár mesterséges – hatással lehet a szemünkre. Ha szemünket hosszú ideig erős fényforrás hatásának tesszük ki, a spektrum kék fénykomponense károsíthatja a retina egy részét. Ismert példa erre a napfogyatkozás hosszabb ideig tartó szemlélése a szem védelme nélkül. Ez azonban viszonylag ritkán fordul elő, mivel természetes védekező mechanizmusunk folytán elkapjuk a tekintetünket a nagy fényű fényforrások elől, és ezzel ösztönösen védjük a szemünket. A retina fotokémiai károsodásának meghatározó tényezői a fényforrás fényerősségén, spektrális eloszlásán és az expozíció, a kitettség időtartamán alapulnak.

8. A LED-világítás nagyobb mennyiségű kék fényt állít elő, mint a többi?

A LED-lámpák nem állítanak elő nagyobb mennyiségű kék fényt más típusú, ugyanolyan színhőmérsékletű lámpáknál. Az a vélekedés, hogy a LED-lámpák veszélyes szintű kék fényt bocsátanak ki, félreértésen alapul. Bevezetésükkor ui. a legtöbb LED-termék hidegebb színhőmérsékletű volt. Néhányan ebből azt a téves következtetést vonták le, hogy ez a LED-ek velejárási tulajdonsága. Manapság a LED-lámpák már mindenféle színhőmérséklettel készülnek, a meleg fehértől a hideg fehérig, és biztonságosan használhatók azokra a célokra, amelyekre tervezték őket. A Lighting Europe tagjai által gyártott termékek kielégítik a vonatkozó európai biztonsági szabványokat.

9. Milyen biztonsági szabványok vonatkoznak a fényforrások által kibocsátott fényre az EU-ban?

A 2001/95/EC *Általános termékbiztonsági irányelv* és a 2014/35/EU *Kisfeszültségű irányelv* biztonsági alapelvekként megköveteli, hogy a fényforrások és lámpatestek

ne bocsássanak ki veszélyt okozó sugárzást. Európában az EN 62471 a lámpákra és lámparendszerekre vonatkozó termék-biztonsági szabvány, amelyet harmonizáltak az európai biztonsági irányelvekkel. Az IEC 62471 szabványon alapuló EN 62471 a fényforrásokat 0, 1, 2 és 3 kockázati csoportba sorolja (a „0 = nincs kockázat”-ig), és szükség esetén figyelmeztetésekkel látja el a fogyasztókat. A szokásos fogyasztói termékek a legkisebb kockázati kategóriákba tartoznak, ezért biztonságos a használatuk.

10. Hogy kell meghatározni a kék fény veszély kockázati besorolását?

Az IEC TR 62778 dokumentum útmutatást ad a világítástechnikai termékek kockázati csoport-besorolásának meghatározásához – az olyan világítástechnikai termékek esetén is mint a LED-ek és LED-modulok, és ahhoz is ad útmutatást, hogy hogyan kell meghatározni a kockázati csoport-besorolást a végső termék esetén. Lehetővé teszi a végtermék komponenseinek mérésén alapuló értékelését további mérések szükségessége nélkül.

11. Veszélyessé válik élettartama során a LED-világítás a fénypor öregedése miatt?

Az európai biztonságtechnikai szabványok kockázati csoportokba sorolják a termékeket. A tipikus fogyasztói termékek a legalacsonyabb kockázati csoportba esnek. A kockázati csoportba sorolás nem változik a termék élettartama során. Emellett, noha a sárga fénypor degradálódik, a LED-termékek által kibocsátott kék fény mennyisége nem fog változni. Nem várható, hogy a LED-ek által kisugárzott kék fény abszolút mennyisége a sárga fénypor élettartama során bekövetkező degradációja miatt növekedni fog. A fotobiológia kockázat nem fogja meghaladni a termék életciklusának kezdetén meghatározott kockázati értéket.

12. Kik érzékenyebbek a kék fény veszélyre?

A gyermekek szeme érzékenyebb a felnőttkéénél. Az otthonokban, irodákban, áruházakban és iskolákban használt világítástechnikai termékek azonban nem bocsátanak ki erős és veszélyes szintű kék fényt. Ez elmondható különféle terméktechnológiákra, például a LED-ekre, a kompakt vagy lineáris fénycsövekre és a halogénlámpákra, valamint az ilyen fényforrásokkal működő lámpatestekre. A LED-lámpák nem állítanak elő nagyobb mennyiségű kék fényt, mint az ugyanolyan

színhőmérsékletű más típusok. A kék fényre érzékenyeknek (például a lupusban szenvedőknek) konzultálniuk kell az egészségügyi szolgáltatójukkal a világitással kapcsolatos speciális útmutatásokról.

13. Minden kék fény rossz hatással van számunkra?

A kék fény fontos egészségünk és jó közérzetünk számára, különösen nappal. Elalvás előtt azonban a túl sok kék fény ébren tart. Ezért fontos, hogy megfelelő fény, a megfelelő helyen és a megfelelő időben álljon rendelkezésre.

3. rész: Egvéb, állítólagos egészségügyi kérdések

14. A LED-világitás befolyásolja a cirkadián ritmusunkat?

Mindenfajta világitás támogathatja vagy zavarhatja az emberek cirkadián ritmusát, ha helyesen vagy rosszul alkalmazzák. Az a kérdés, hogy megfelelő fény áll-e rendelkezésre a megfelelő helyen és a megfelelő időben.

15. Okoz alvászavarokat a LED-világitás?

Mindenfajta világitás támogathatja vagy zavarhatja az emberek cirkadián ritmusát, ha helyesen vagy rosszul alkalmazzák. Ebben a vonatkozásban az elalvás előtti túl sok kék fénynek való kitettség segíti az ébren maradást. Ezért fontos a megfelelő egyensúly megteremtése a megfelelő fény, megfelelő helyen és megfelelő időben kérdés tekintetében.

16. Okoz a LED-világitás fáradtságot vagy fejfájást?

A LED-világitás közvetlenül reagál az elektromos táplálás változásaira. Ezeknek a változásoknak többféle eredő oka lehet: pl. a fényforrás, a meghajtó, a fényszabályozó vagy a hálózati feszültség ingadozása. A fényáram nemkívánatos modulációját időszakos fényváltozásnak – villogásnak és stroboszkóp-hatásnak hívjuk. A nem megfelelő minőségű LED-világitás elfogadhatatlan mértékű villogást és stroboszkóp-hatást okozhat, amely azután fáradtságot, fejfájást és más egészségügyi problémát idézhet elő. A jó minőségű LED-világitás nem okoz ilyen problémát.

17. Okoz a LED-világitás rákot?

A napfény tartalmaz UV-A és UV-B sugárzást, és megerősítést nyert, hogy az UV-fény bőrleégést, sőt bőrrákot is okozhat túl nagy mennyiségnek való kitettség esetén. Az emberek ruhaviseléssel, napvédő krémek használatával vagy árnyékba húzódással védik magukat. A fent említett biztonsági szabványok tartalmaznak határ-

értékeket a mesterséges világitás UV-tartalmára is. A LightingEurope tagszervezetei által előállított termékek kielégítik a vonatkozó európai biztonsági szabványokat. Az általános világitási célú LED-világitás többsége egyáltalán nem tartalmaz UV-sugárzást. Van a piacon azonban néhány olyan LED-termék, amely UV LED-eket használ primer „pumpa-hullámhosszuk” okán (mint a fénycsövek esetén). Ezeket a termékeket ellenőrizni kell a kűszöbértékek tekintetében.

Nincs olyan tudományos bizonyíték, amely azt mutatná, hogy az UV-tól eltérő más sugárzásnak rákkeltő hatása lenne. Vannak azonban olyan tanulmányok, amelyek szerint a több műszakban dolgozóknál növekszik a rák előfordulásának veszélye a cirkadián ritmus megzavarása folytán. Az éjszakai munkavégzésnél használt világitás nem növeli a kockázatot, csupán pusztá korreláció, mivel az emberek nem képesek a sötétben elvégezni feladataikat.

4. rész: A LED-es útvilágitással kapcsolatos kérdések

18. Megváltoztatja a LED-es útvilágitás a megvilágitott hely atmoszféráját?

A LED-es útvilágitás mindenféle színhőmérsékletben rendelkezésre áll – a meleg fehértől, a semleges fehéren keresztül a hideg fehérig. Az előző (hagyományos) világitástól függően az emberek hozzászokhattak bizonyos színhőmérséklethez, ezért különbséget éreznek, ha eltérő színhőmérsékletű LED-es világitást szerelnek fel. Hasonló színhőmérséklet választása mellett megőrizhető a meglévő atmoszféra. Az atmoszféra megfelelő világitási tervezéssel tovább javítható.

19. Mi az a fényszennyezés?

A fényszennyezés tág fogalom, amely többféle olyan problémára utal, amelyek mindegyikét a mesterséges fény nem hatékony, kellemetlen vagy (vitatható módon) felesleges használata okoz. A fényszennyezés speciális kategóriái közé tartoznak a zavaró fények, a „tűvilágitás”, a kápráztatás, a „fényzavar” és a parázsló égbolt. A fényszennyezés az urbanizáció egyik fő mellékhatása.

20. Nagyobb fényszennyezést okoz a LED-világitás, mint a többi?

A LED-világitás használata nem vezet nagyobb fényszennyezéshez, ha a világitást jól megtervezzük. Épp ellenkezőleg: jól megterveztet LED-es útvilágitás alkalmazásával hatékonyan lehet kézben tartani a fényszóródást és a kápráztatást, miközben sokkal nagyobb hatással lehetünk a nagy szögben kisugárzott fényerősség és

a fényszennyezés csökkentésére. A LED-es útvilágitás megfelelő optikája a fényt csak arra a helyre irányítja, ahol arra szükség van és más irányokba nem. A LED-es útvilágitás fényerősségének csökkentése kisebb forgalom esetén (az éjszaka közepén) tovább csökkenti a fényszennyezést. Ezért a helyesen megterveztet LED-es útvilágitás kisebb fényszennyezést okoz.

21. Okoz a LED-es útvilágitás alvászavarokat?

A fénynek az alvásra kifejtett zavaró hatása erősen függ a fény nagyságától, az időzítéstől és a fénynek való kitettség időtartamától. A tipikus útvilágitás megvilágitása az úttest szintjén 40 lx körüli. A kutatások azt mutatják, hogy a LED-es útvilágitás okozta tipikus kitettség túl alacsony ahhoz, hogy hatással lenne az alvásunkat szabályozó hormonszintekre

22. Okoz a LED-es útvilágitás alvászavarokat, amikor a hálósobánkban alszunk?

A tipikus útvilágitás megvilágitása az úttest szintjén 40 lx körüli. Az útvilágitásnak a hálósobánkba bejutó fényszintjei kisebbek, ha behúzzuk a függönyöket. A kutatások azt mutatták, hogy a zárt szemhéjak további minimum 98%-kal csökkentik a szemet érő fény nagyságát. Így, amikor behúzott függönyök és zárt szemhéjak mellett alszunk, akkor a LED-es útvilágitás okozta fénynek való kitettségünk túl kicsi ahhoz, hogy befolyásolja az alvásunkat szabályozó hormonszinteket.

23. Okoz a LED-es útvilágitás cirkadiánzavarokat?

Nem. Ha megfelelően tervezzük és alkalmazzuk, élvezhetjük a LED-világitás előnyeit, és elkerülhetjük a lehetséges nemkívánatos mellékhatásokat.

24. Jelent a LED-es útvilágitás fokozott egészségügyi kockázatot a gyalogosokra nézve?

A LED-es útvilágitás nem jelent nagyobb egészségügyi kockázatot a gyalogosokra nézve, mint más fényforrások. A LED-es és más útvilágitás-típusok nagyobb biztonságot jelentenek a gyalogosok számára, mivel a gépkocsivezetők nagyobb valószínűséggel és időben veszik észre őket, amivel elkerülhetők a balesetek.

25. Növeli a LED-es útvilágitás a rák kockázatát a gyalogosok számára?

Nincs arra utaló jel, hogy a LED-es vagy más típusú útvilágitás növelné a rák kockázatát a gyalogosok számára. A gyalogosokat a tipikus útvilágitásból érő fényerősség viszonylag kicsi, és a tipikus kitettségi idő s viszonylag rövid.

2 A Light+Building 2018 „Design Plus”

világítástechnikai versenyének díjazottai

(Forrás: <https://light-building.messefrankfurt.com>, 2018. febr.)

A „Design Plus powered by Light+Building” elnevezésű világítástechnikai verseny ismét nagy népszerűségnek fog örvendeni a Light+Building 2018 kiállításon: nem kevesebb mint 154 vállalat összesen 222 db termékkel nevezett. A megmérettetés különösen jól támogatott Németországon kívülről: 26 országból jelentkeztek vállalatok, közöttük Európán kívüliek is – Japánból, Kolumbiából, Kínából, Taiwanról, Indiából, Kanadából és az Egyesült Államokból.

A január elején összeült nagytekintélyű bíráló testület 39 benevezett terméket talált díjazásra érdemesnek, öt közülük „a „legjobb a legjobbak közül” elismerést kapta. A feltörekvő fiatal szakemberek által benyújtott 70 termékből pedig 13-at jelöltek díjazásra, három közülük ismét a „legjobb a legjobbak közül” elismerést kapta.

A verseny – amelyet a Messe Frankfurt szervezett a German Design Council-lal (Német Formatervezői Tanácscsal) közösen – olyan innovációkat díjaz, amelyek a formatervezés, ökológiai tudatosság és a technológiai kiválóság hármass követelményének kiemelkedő módon tesz eleget.

Wolfgang Marzin, a Messe Frankfurt elnök-vezérigazgatója a következőképpen magyarázta a verseny jelentőségét: „A Light+Building kiállításon mintegy 2600 kiállító mutatja be új termékeit a világítástechnika, az elektromosság és az elektronika, valamint a lakás- és épület-szolgáltatási technológia területéről. A „Design Plus powered by Light+Building” verseny a Light+Building kiállítói kiemelkedő innovációiból válogat. Szeretném különösen ajánlani e speciális kiállítás megtekintését, amely koncentrált és hozzáférhető formában nyújt információt a formatervezés és a technológia jelenlegi trendjeiről.”

Andrej Kupetz, a German Design Council főigazgatója szerint a verseny a jelenlegi trendek valódi barométere. Véleménye szerint a digitalizálás és az épület-automatizálás mellett a LED-technológiák potenciálja messze van a teljes kihasználástól: „Az utóbbi években nem csupán a fény minősége javult folyamatosan, hanem olyan – gyakorlatilag korlátok nélküli – formai szabadságot nyílt meg a formatervezők, világítástervezők és építészek előtt, amelyről eddig még álmodni sem lehetett. Különösen azonban az olyan helyzetekben, ahol nagy változások érezhetők a levegőben, a konzisztens márkasztratégia éppoly fontos, mint a termék technikai fejlesztése. Engem tehát nem lepett meg,

hogy néhány nagy márka is található az ez évi verseny zsűrije által díjazott termékek között.”

Till Armbrüster, a Licht Kunst AG formatervező részlegének vezetője és a zsűri egyik tagja a trendeket a következőképpen foglalta össze: „A benevezett termékek között két fő fejlesztési vonulatot tudunk megkülönböztetni. Ami a terméktervezést illeti, egyre jobban felhasználták a technológia miniaturizálásából és a LED-ek alkalmazásából adódó lehetőségeket. Az emberek és a gépek közötti kapcsolat pedig olyan irányban változott, ami a dolgokat egyre kényelmesebbé teszi – például egy applikáció segítségével.”

„Legjobb a legjobbak között” minősítésű termékek



Alphabet of Light circular fénykör-ábécé

Gyártó: Artemide S.p.A. (Németország)

Tervező: BIG - Bjarke Ingels Group (Dánia)



DIVUS Circle (DIVUS-kör)

Gyártó és tervező: DIVUS GmbH (Olaszország)

DESIGN PLUS

powered by: **light+building**



Bicult LED

Gyártó: TRILUX GmbH & Co. KG (Németország)

Tervező: Licht Kunst Licht AG (Németország)



Hoop abroncs

Gyártó: Zero Interior AB (Svédország)

Tervező: Front Design (Svédország)



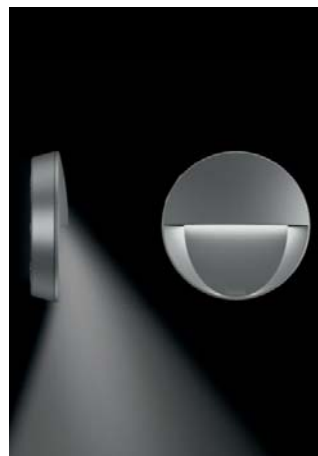
HUB series csomópont-család

Gyártó: Comelit Group Spa (Olaszország)

Tervező: Studio Habits (Olaszország)

„Győztes” minősítésű termékek**Minus Two** architekturális lámpatestGyártó: *Apure Holding LLC (USA)*Tervező: *Studio F.A. Porsche (Ausztrália/USA)***Carpetlight Textile Lighting CL42**

szőnyeglámpa

Gyártó és tervező: *Carpetlight GmbH (Németország)***The Blade** pengeGyártó és tervező: *iGuzzini illuminazione (Olaszország)***Yanzi S**Gyártó: *Artemide GmbH (Németország)*Tervező: *Lyndon Neri und Rossana Hu (Kína)***9025** szobahőmérséklet-vezérlőGyártó: *Eelectron SpA (Olaszország)*Tervező: *MARCO FOSSATI (Olaszország)***Walky**Gyártó és tervező: *iGuzzini illuminazione (Olaszország)***Aire**Gyártó és tervező: *ATP Iluminación (ALUMBRADO TÉCNICO PÚBLICO, S.A.) (Spanyolország)***Domo Center**Gyártó és tervező: *GEWISS Deutschland GmbH (Németország)***Luna out** Hold kikapcsolvaGyártó és tervező: *In-es.artdesign srls (Olaszország)***Phenomena** jelenségekGyártó: *BOMMA (Cseh Köztársaság)*Tervező: *Dechem (Cseh Köztársaság)***Ifö Opus 140/100**Gyártó: *Ifö Electric AB (Svédország)*Tervező: *Duoform (Svédország)***INSOLIGHT**Gyártó és tervező: *Insolight SA (Svájc)*



instalight MonoRail 4021 egysínű vasút

Gyártó: Insta GmbH (Németország)
Tervező: Insta GmbH; Licht Kunst Licht AG (Németország)



Tile csempe

Gyártó: Joy Lighting Co. Ltd (Kína)
Tervező: Burkhard Dämmer Design (Németország)



Venus True Color valódi színek

Gyártó és tervező: LED Linear GmbH (Németország)



Ripis

Gyártó és tervező: Louis Poulsen (Dánia)



Above fent

Gyártó: Louis Poulsen (Dánia)
Tervező: Mads Odgaard (Dánia)



LP Capsule kapszula

Gyártó: Louis Poulsen (Dánia)
Tervező: Henning Larsen (Dánia)



LUPUSEC XT1 Plus Starter Pack

drótnélküli riasztóberendezés
Gyártó: LUPUS-Electronics GmbH (Németország)
Tervező: Designaffair (Németország)



ACOfusion Robot Track-light System

sínlámpa-rendszer
Gyártó: Magtech Industries Corporation (USA)
Tervező: ACOFusion (Kína)



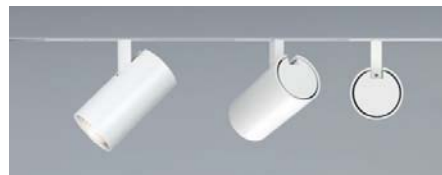
Bicoca

Gyártó: Marset Iluminación s.a. (Spanyolország)
Tervező: Christophe Mathieu (Spanyolország)



Jaima

Gyártó: Marset Iluminación s.a. (Spanyolország)
Tervező: Joan Gaspar (Spanyolország)



wittenberg 4.0

Gyártó: mawa design - Licht- und Wohnideen GmbH (Németország)
Tervező: studio dinnebler (Németország)



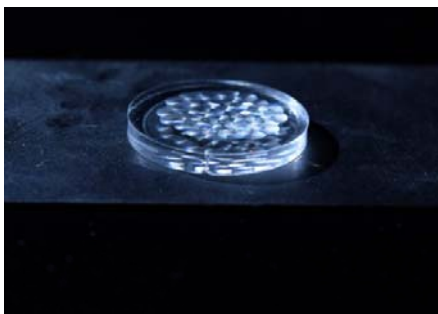
Mobiler Verteiler mobil elosztó

Gyártó és tervező: MENNEKES Elektrotechnik GmbH & Co. KG (Németország)



Trigga

Gyártó: Molto Luce GmbH (Ausztria)
Tervező: SERGE CORNELISSEN BVBA (Belgium)



COB NANOPTIQS

Gyártó és tervező: *NANOPTIQS by IQ Structures s.r.o. (Cseh Köztársaság)*



Parella LED

Gyártó: *TRILUX GmbH & Co. KG (Németország)*
Tervező: *GRAFT (Németország)*



ZFY200 család

Gyártó és tervező: *WE-EF LEUCHTEN GmbH & Co. KG (Németország)*



Pong

Gyártó: *Nyta (Németország)*
Tervező: *Simon Diener (Németország)*



Vanory sikeres

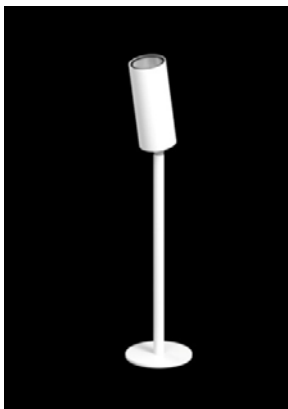
Gyártó: *vanory GmbH (Németország)*
Tervező: *Chris Herbold (Németország)*

Ifjú szakemberek „Legjobb a legjobbak között” alkotásai



All In mindet bele

Ifjú szakember: *Leon Laskowski*
Egyetem: *Weissensee Kunsthochschule Berlin (Németország)*



Stream áramvonalas

Gyártó és tervező: *Regent Beleuchtungskörper AG (Svájc)*



Guisse látszat

Gyártó: *Vibia Lighting SLU (Spanyolország)*
Tervező: *Diez office (Németország)*



Bird madár

Ifjú szakember: *Bernhard Osann, Thomas Weiß*
Egyetem: *HFBK Hamburg (Németország)*



LaserLight MicroSpot lézerfényű mikro spotlámpa

Gyártó és tervező: *SLD Laser (Soraa Laser Diode) (USA)*



Volatiles Digitales Glasmosaik digitális üvegmosaik

Gyártó és tervező: *volatiles lighting GmbH (Németország)*



KOR black fekete

Ifjú szakértő: *Martin Tony Häußler*
Egyetem: *Kunsthochschule Kassel (Németország)*

Ifjú szakemberek „Győztes” minősítésű alkotásai



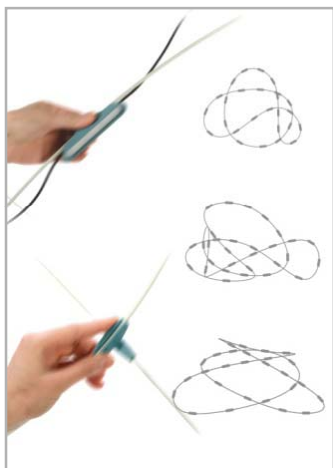
InEinAnder egyik a másikban

Ifjú szakember: Anna Wanitschke
Egyetem: Kunsthochschule Burg Giebichenstein (Németország)



Kap

Ifjú szakember: Bernhard Osann
Egyetem: HFBK Hamburg (Németország)



KUMO

Ifjú szakember: Manuel Diegruber; Baoyi Li
Egyetem: Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart (Németország)



Lichtbeton (fénybeton)

Ifjú szakember: Birgit Hengstebeck
Egyetem: Folkwang Universität der Künste (Németország)



M-Frame

Ifjú szakember: Tobias Bahne; Yvonne Cosentino; Ioannis Jyftopoulos; Michael Wolfgang Then
Egyetem: Technische Universität München (Németország)



Nami

Ifjú szakember: Nils Oertel; Saskia Drebes
Egyetem: Kunsthochschule Kassel (Németország)



Peludo

Ifjú szakember: Till Strohmeier, Theresa von Bodelschwingh
Egyetem: Akademie für Gestaltung Münster (Németország)



Torus

Ifjú szakember: Damon Scheffold, Thomas Weiß
Egyetem: Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart (Németország)



Whistleblower füttyülő síp

Ifjú szakember: Theresa Bastek; Archibald Gods
Egyetem: Design Academy Eindhoven (Belgium)



Y3

Ifjú szakember: Simon Schmitz
Egyetem: Hfbk Hamburg (Németország)

3 Szilárdtest-világítás 2017, 2. rész

(Forrás: www.doe – DOE SSL Program, "2017 Suggested Research Topics Supplement: Technology and Market Context," edited by James Brodrick, Ph.D., 2017. szeptember)

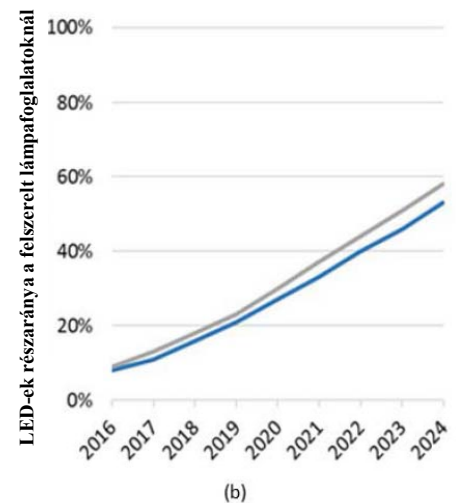
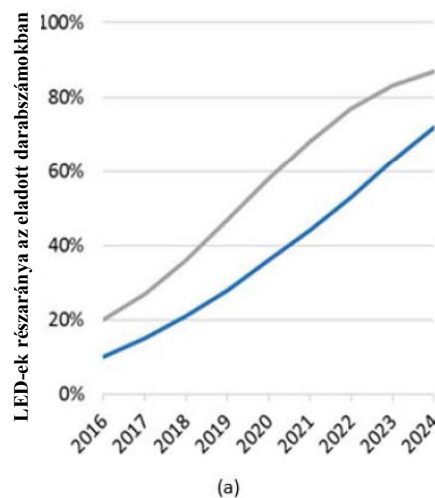
2. A szilárdtest-világítás hatásai, folytatás

2.5.2 Európa

Az Information Handling Services Market Ltd. (IHS) becslése szerint 2016-ban a lámpaeladások 20%-a, a lámpatest-eladások 10%-a volt LED-alapú Európában, ugyanakkor az Európában felszerelt lámpáknak 8%-a, a lámpatesteknek pedig 9%-a volt LED-es. Az IHS előrejelzése az értékesítésre és a tényleges felszerelésre nézve 2024-ig a 2.11 ábrán láthatók. A LED-ek értékesítése darabszám tekintetében várhatóan a lámpák 72%-át, a lámpatestek 87%-át fogja elérni 2024-re. Ezek az eladási számok hozzá fognak járulni a LED-ek növekvő számához a felszerelt lámpafoglatokban – így várhatóan a lámpáknál 53%, a lámpatesteknél 58% lesz LED-es 2024-re [17]. Az Európai Unió rendeletei segítettek „tisztára seperi az utat” a LED-ek előtt. Az izzólámpák EU-n belüli értékesítésének korlátozásait először 2009-ben vezették be; a halogénlámpákkal azonban kivételt tettek [18]. Ez a kivétel az irányított fényű lámpákra 2016 szeptemberében már megszűnt, a nem irányított fényűekre pedig 2018. szept. 1-jei hatállyal fog megszűnni [19].

A lámpagyártást Európában hagyományosan az Osram, a Philips és a Zumtobel Thorn üzletága dominálta. Amíg a Zumtobel a szilárdtest-világításra való áttérés megkezdése előtt a vállalatok közötti megállapodás alapján működött, az Osram és a Philips jelentős átszervezéseket hajtott végre. A lámpatest üzletág igen széttárgolt, a tíz legnagyobb gyártó a piacnak csak 50%-nál kisebb részét mondhatja magáénak.

Az Osram Licht általános világítási üzletágát (Ledvance) eladta egy kínai konzorciumnak, amelynek meghatározó tagja az MLS Lighting [20]. A 2016-os pénzügyi évben a Ledvance 1,9 milliárd eurós (kb. 1,7 milliárd USD) bevételt realizált, míg az Osram megmaradt üzletágai 3,8 milliárd eurót (kb. 3,4 milliárd USD-t) [20, 21]. Ami a jövőt illeti, az Osram jelentős befektetéseket eszközöl a kutatás-fejlesztésbe, és LED-chip gyártását bővíti Malajziában [22]. A Philips bejelentette szándékát, hogy eladja a Lumileds üzletágban meglévő 80%-os részesedését, amely LED-chipek gyártásával foglalkozik és magában foglalja a Philips gépjármű-világítási üzletágát is [23]. A fennmaradó világítástechnikai érdekeltségeit a 20%-os tulajdon nyilvános részvényeladásával



2.11 ábra – A szilárdtest-világítási piac várható alakulása Európában: (a) eladott darabszám, (b) felszerelt darabszám (Forrás: IHS Markit: „IHS Market Lighting Intelligence Service: Lighting”, 2017 [17])

választja le. Az eredeti tőzsdei bevezetés óta az anyavállalat, a Royal Philips 55%-ra csökkentette részesedését a Philips Lighting-ban [23].

Az európai kutatási és fejlesztési együttműködés nagy részét az EU által finanszírozott hetedik keretprogram (FP-7) és a Horizont 2020 program keretében koordinálták. (http://cordis.europa.eu/home_en.html). A tipikus projektek az ipar és az egyetemek vagy kutatóintézetek bevonásával alakulnak ki, és körülbelül három évig tartanak.

A 2.4 táblázat azoknak az európai szilárdtest-világítási projekteknek a listáját közli, amelyek az elmúlt évben aktívak voltak (a finanszírozási szintek az EU euróban kifejezett hozzájárulásai – a 2017. máj. 1-jei állapot szerint 1 euró = 1,09 USD volt).

Ezek a K+F programok betekintést engednek azokba az európai prioritásokba, amelyek magukban foglalják a LED és az OLED anyagokat, valamint az új világítási értékek integrálását a rendszerekbe.

2.5.3 Kína

Kína számos fontos szerepet játszik a világítástechnika ipar átalakításában. Villamosenergia-fogyasztása körülbelül 50%-kal magasabb, mint az Egyesült Államoké. A kínai kormányt erősen foglalkoztatják a villamosenergia-termelés környezeti hatásai, valamint a további erőművek építésének költségei [24, 25]. Kína villamosenergia-fogyasztásának mintegy 14%-át használják világításra, ami arra ösztönzi, hogy az energiahatékony világítástechnikai termékek nagy fogyasztójává váljon [26]. Kína a LED-csomagok és LED-es világítástechnikai termékek jelentős gyártója,

amint azt a China Solid State Lighting Alliance (CSA) 2016-ban publikált jelentésében összegezte [27].

[17] IHS Markit: „IHS Market Technology Intelligence Service: Lighting”, 2017.

[18] Official Journal of the European Union: „Commission Regulation No 244/2009,” 2009. márc. 18. (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0003:0016:en:pdf>)

[19] European Commission: „Phase-out of inefficient lamps postponed to 1 September 2018,” 2015. ápr. 17. (<https://ec.europa.eu/energy/en/news/phase-out-inefficient-lamps-postponed-1-september-2018>)

[20] LEDVANCE: „Chinese consortium completes acquisition of LEDVANCE”, 2017. márc. 3. (<https://www.ledvance.com/company/press/press-releases/2017/chinese-consortium-completes-acquisition-of-ledvance/index.jsp>)

[21] OSRAM: „OSRAM Completes Sale of LEDVANCE”, 2017. márc. 3. (<https://www.osram-america.com/en-us/newsroom/press-releases/Pages/OSRAM-Completes-Sale-of-LEDVANCE.aspx>)

[22] OSRAM: „Annual Report of OSRAM Licht Group, Fiscal Year 2016”, 2016 (http://www.osram-group.de/~media/Files/O/OSRAM/Investor%20Relations/Annual%20Report/2016/2016_en_osram_annual_report.pdf)

[23] Philips Lighting: „Q1 2017 Quarterly Report”, 2017. ápr. 24. (<http://www.philips.com/static/qr/2017/q1/philips-first-quarter-results-2017-report.pdf>)

[24] National Energy Board: „2016 The Whole Society Electricity Consumption Increased by 5.0%”, 2017. jan. 16. (http://www.nea.gov.cn/2017-01/16/c_135986964.htm)

[25] Energy Information Administration: „Monthly Energy Review”, 2017. máj. (https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec7_3.pdf)

[26] CSA Research: „Power Saving Demand Drives Market Growth Market Demand Extremely Imposible Space,” 2017. jan. 3. (<http://www.china-led.net/news/201701/03/36207.html>)

[27] China Semiconductor Lighting Network: „2016 China Semiconductor Lighting Industry Development White Paper officially released”, 2017. dec. 30. (<http://www.china-led.net/news/201612/30/36192.html>)

A LED-lámpák és LED-es lámpatestek gyártása 2016-ban 33%-kal, 8 milliárd darabra növekedett, és ennek a felét belföldön értékesítették [28]. A szilárdtest-világítás elfogadása az eladások tekintetében a 2015-ös 33%-ról 2016-ra 42%-ra nőtt, és a világításra használt villamos energia 140 TWh-val 800 TWh-ra csökkent [29]. 2016-ban az Egyesült Államokba irányuló LED-export 17%-kal, 2,4 milliárd USD-re növekedett, a LED-es világítás exportjának teljes bevétele pedig 10,6 milliárd USD volt [28]. Kína a LED-csomagok egyik fő beszállítója, beleértve az alacsony és közepes teljesítményű és a nagy fényű típusokat is. A LED-eladások várható emelkedése okán Kína minden bizonnyal új MOCVD (szerves fémgőz rétegleválasztó) gyártóeszközöket fog rendelni. Bár a teljes LED-gyártókapacitás többsége Kínában található, e kapacitás nagy része nem alkalmas világítási célú LED-ek gyártására, amelyek szigorúbb követelményeket támasztanak a fényhasznosítás, a konzisztencia és a megbízhatóság tekintetében, mint más alkalmazások, például a jelzőlámpák vagy a megjelenítők. A szilárdtest-világítási ipar konszolidációja 2016-ban folytatódott Kínában, ami általában javítja a LED-ek teljesítőképességét és növeli az innováció iránti érdeklődést.

A kínai gyártók erősen jelen vannak a LED-világítás gyártói értékláncának minden szintjén. A LED-chipek szintjén a LEDInside úgy becsüli, hogy megközelítőleg 2 milliárd USD értékű LED-chipet gyártottak Kínában [30]. A LED-csomagok szintjén a gyártók 7,5 milliárd USD értékű terméket állítottak elő, amelynek 75%-a kínai tulajdonú vállalatoknál készült. Noha Kínában a külföldi tulajdonú vállalatok által gyártott összes LED-csomag részesedése csak 25% körüli, ezeknek többségét világítási alkalmazásokra szánták. A lámpák és lámpatestek gyártása Kínában gyorsan növekszik – 2016-ban 34%-kal –, és most a CSA szerint megközelítőleg 30 milliárd USD-nek felel meg [31]. Az országos cél a világítástechnikai termékek gyártásának megduplázása a következő öt év során, ami évi 340 TWh energia-megtakarítást tenne lehetővé.

2.5.4 India

Indiának ambiciózus kereskedelmi és iparisítási programja van, amelyet súlyosan korlátozza a rendelkezésre álló villamosenergia szűkössége. 2009-ben az indiai energiaügyi minisztérium az energiahatékony projektek megvalósításának elősegítésére megalapította az Energy Efficiency Services Limited-et (EESL) – az NTPC

Projekt neve	Támogatás (mill. euró)	Projektcélok
Open AIS	10,8	Értéknövelést elérni az épületek hatékonyabb felhasználása, a széndioxid-kibocsátás csökkentése révén, és növelni a komfortot és a jó közérzetet. A világítási rendszer zökkenőmentes és hatékony együttműködésének lehetővé tétele az épületek egyéb funkcióival (fűtés, szellőzés, légkondicionálás), valamint a biztonsági és beléptető rendszerekkel. A rendszerfelépítés bővíthetőségének és biztonságának garantálása.
HI-LED	3,5	A modern szilárdtest-világítás előnyeinek kiaknázása olyan innovatív LED-modulok kutatása segítségével, amelyek a fény teljes vezérlésének előnyeit élvezik. Olyan intelligencia beépítése, amely valós időben képes a spektrális tulajdonságok, valamint a pontos fény szabályozási képességek érzékeny finomhangolására
LBNL	3,15	Előrehaladás elérése a modern LED-eken túl – már ami a méretet (területet és vastagságot), a rugalmasságot, a fényhasznosítást, a világítás minőségét, a fénynyaláb alakítását, az élettartamot, a hozzáadott intelligenciát, a gyártást, valamint a gyártási/felszerelési költségeket illeti – olyan világításvezérlő struktúrák beépítésével, amelyek szerves fluoreszkáló festékeket tartalmazó, új, színváltoztató bevonatokkal, hűtési megoldásokkal, LED-chipekkel és az intelligens színérzékelő visszacsatolásokhoz multispektrális érzékelőkkel vannak ellátva.
LEDLUM	4,1	Nagy mértékben integrált, versenyképes költségű modultechnológiai platform kifejlesztése a közvetlenül az elektromos táphálózathoz csatlakoztatott szilárdtest-világítás számára. Az új platform a méretet 90%-kal, az anyagköltséget több mint 50%-kal és a veszteségeket 20%-kal kell hogy csökkentse a legmodernebb megoldásokhoz képest.
NANPHOM	1,5	Új módszerek kifejlesztése a nanofényporok emissziós jellemzőinek szabályozására, amelyek meghaladják a hagyományos optikákkal elérhető korlátokat olyan új optikai konstrukciókkal, amelyek összetett rétegeken, felületi textúrákon és szabályozott összetételű, méretű és alakú nanofényszóró anyagokon alapulnak.
SHINING	1,5	Oldatos eljárással készülő félvezetőkön alapuló, olcsó LED-ek kifejlesztése új perovszkit nanostruktúrák szintézisével fejlett, spektrográfiai jellemzés és eszközfejlesztés segítségével.
PHEBE	3,9	Innovatív, nagy fényhasznosítású kék emitterek kifejlesztése OLED-ekhez, amelyek nagy áttörést jelentenek az OLED-es világítás költség hatékonyságában. A fókusz a termikusan aktivált, késleltetett fluorezcenciára (TADF) kell helyezni.
ALABO	3,9	Szerves elektronikus építőelemek kifejlesztése rugalmas hordozókon monolitikusan integrált gátfóliákkal fényelektromos panelek és OLED-ek hordozóiként.
Hyper OLED	4,0	Anyagok és illeszkedő eszközstruktúrák kifejlesztése innovatív, nagy teljesítőképességű, hiper fluorezcens OLED-ek számára TADF molekuláris gazdák új, árnyékolt fluorezcens emitterek kombinálásával, különösen nagy fény szinteken igen nagy fényhasznosítású, telített kék emissziót célzóva meg.
Excilight	3,9	Hálózat létrehozása 15 kezdő kutató képzéséhez az exciplex és a TADF emitterek fejlesztésében és alkalmazásában, akik közvetlenül felhasználhatják szakértelmüket jövőbeli pozíciókban.
FLEXO LIGHTING	4,4	Innovációk ösztönzése az OLED-világítás számára alkalmas anyagok, folyamatok és eszköztechnológia vonalán egy európai ellátólánc kiépítésének szándékával. A speciális célok: a panelköltség legyen 10 euro/klm-nél kisebb, a fényhasznosítás haladjon meg a 100 lm/W-ot, az élettartam az 1000 órát az 5000 cd/m ² kezdeti fény sűrűség 97%-ánál, idővel is legyenek konzisztensek a szinkordináltak és a színvisszaadási index, és minimális legyen az anyagok és a világítási rendszerek környezeti hatása.
PI-SCALE	14,0	A meglévő infrastruktúrák integrálása az "európai rugalmas OLED-es kísérleti gépsorba", amely nyílt hozzáférésű üzemmódban fog működni, és az értéklánc mentén szolgálja a bevételt egyedi termék konstrukciókkal, a feljavítási koncepciók érvényesítésével és a rendszer szintű rugalmas OLED-integrációval.

2.4 táblázat – Európai szilárdtest-világítási projektek 2016-ban és 2017-ben

Limited (India legnagyobb áramszolgáltatója), a Power Finance Corporation (PFC), a Rural Electrification Corporation (REC) és a villamos energia államok közötti átvételére szakosodott POWERGRID alkotta vegyesítőkeverkedelmi vállalatot. Az elképzelés szerint az EESL irányítja a csere-lámpák és közvilágítási lámpatestek beszerzését és elosztását.

Az EESL által végzett helyi kísérleteket követően, 2015 januárjában Norendra Modi miniszterelnök országos programot indított a LED-alapú lakásvilágítás,

[28] China Semiconductor Lighting Network: „2016 China Semiconductor Lighting Industry Development White Paper (6): LED lighting market penetration to accelerate the first decline in exports of lighting products”, 2016. dec. 30. (<http://www.china-led.net/news/201612/30/36206.html>)

[29] China Semiconductor Lighting Network: „SA Research: Power Saving Demand Drives Market Growth Market Demand Extremely Imposable Space,” 2017. jan. 3. (<http://www.china-led.net/news/201701/03/36207.html>)

[30] L. Hou: „LED Industry Faces Structural Change as Chinese Packaging Suppliers Expand”, 2017. márc. 6. (http://www.ledinside.com/news/2017/3/led_industry_faces_structural_change_as_chinese_packaging_suppliers_expand)

kereskedelmi és utcai világítás számára, amely kulcsfontosságú elem az energiahatékonyság felé vezető úton [32]. A projekteknek négy fő célja volt:

1. A villamosenergia-kereslet és -ellátás közötti egyensúlyhiány csökkentése, ezáltal elkerülve az új erőművek szükségességét
2. A széntüzelésű erőművek légszennyezésre gyakorolt hatásának csökkentése a nagyobb városokban.
3. A villamosenergia-számlák terheinek csökkentése valamennyi indiai fogyasztó estén.
4. A világítástechnikai ipar serkentése új technológiák bevezetésével és új gyártási készségek elsajátításával.

Az új kormányzati program három alkalmazási területre fókuszál [33]:

1. Beépített meghajtóval ellátott retrofit-lámpák: főként a lakásvilágítási piacot célozva meg, ahol még mindig az izzólámpák dominálnak. A cél több mint 700 millió lámpa lecserélése a következő 3 év alatt.
2. Mélysugárzók – Megcélozva a bemutatótermeket, kirakatokat és irodákat, ahol a kompakt fénycsövek gyenge színminősége következtében ezeket az alkalmazási területeket a rossz fényhasznosítású halogénlámpák uralják. A cél: 50 millió LED-lámpát bevezetni ezekre a területekre.
3. Út- és utcavilágítás – A cél a meglévő 35 millió közvilágítási lámpa többségének lecserélése a következő néhány év alatt.

A program jól halad; több mint 237 millió LED-es cserelámpát osztottak szét az izzólámpák lecserélésére az EESL programja segítségével, amely lehetővé teszi a vevők számára, hogy minimális előleg lefizetésével vásároljanak, a többi pedig havi részletekben fizessék meg villanszámlájukkal együtt [34]. A lámpákat az EESL egy tendersorozattal vásárolta meg, amelyeknek beszerzési ára 800 lm fényáramú lámpa esetén a 2014. januári 310 rúpiáról (5 USD-ről) 2016. márciusára 38 rúpiára (0,6 USD-re) csökkent [35]. Az eredmény: évi több mint 30 TWh energiamegtakarításra becsülhető [34].

A regionális és a helyi önkormányzatok is támogatták a LED-es útvilágítás és a fénycsövek cseréjének lebonyolítását. A LED-csőveket 200 és 250 rúpia (3-4 USD) közötti áron osztották el. Az útvilágítások felszerelését financiális és infrastrukturális kihívások lassították. 2017 májusára 2,1 millió útvilágítási lámpatestet szereltek fel. S noha ez kétszerese volt a 2016 májusáig felszerelt mennyiségnek, még igen messze van a Nodi miniszterelnök 2015-ös prog-

rogramjában kitűzött 35 millió darabos céltól [36].

A belföldi gyártást Indiában erősen ösztönzik, bár a legtöbb LED-chipet és LED-csomagot jelenleg importálják. India nagy kapacitással rendelkezik izzólámpák és kompakt fénycsövek gyártása terén, és ennek nagy részét most LED-termékek gyártására állítják át. A LED-lámpák jelenlegi gyártási kapacitása 300 millió db/hó körüli, amelynek körülbelül a fele a kormányzat elosztási programjára van lekötvé [34]. Az EESL szerint 2017. március 31-ig az indiai világítástechnikai ipar több mint 330 millió LED-lámpát adott el [34].

2.5.5 Off-grid (hálózatfüggetlen) közösségek a fejlődő világban

Manapság 1,2 milliárd olyan ember van a földön, aki nem jut hozzá villamos hálózathoz, és ezeknek körülbelül a fele Afrika Szaharától délre fekvő részein él, ahol a jó minőségű világítás telepítését korlátozzák a megbízható villamosenergia-források [37]. Sok család számára a napelemes világítás jelenti az elektromossághoz való hozzáférés belépési pontját. A napelemes táplálású szilárdtest-világítás megfizethető és hosszú távon még financiális előnyökkel is kecsegtet, mivel a gyertyára vagy a petróleumra költött pénz megtakarításával lehetővé válik olyan kis naperőművek beszerzése, amelyek el tudják látni a világítást, a mobiltelefonok feltöltését és talán még a kis berendezések működtetését is.

A financiális megtakarításokon kívül a napelemes LED-világítás jelentős környezeti és egészségügyi előnyöket is kínál. Az üzemanyag-alapú (pl. petróleumlámpás) világítás hozzájárul a légszennyezéshez, különösen veszélyes a tűzokozás és az üzemanyag toxicitása miatt, amely nagy mennyiségű nehéz részecskéket tartalmaz. Az Egyesült Nemzetek Környezetvédelmi Programja által kiadott 2014-es tanulmány kiemeli a biztonságosabb életkörülményeket és a foglalkoztatás új formáinak támogatását, mint az üzemanyag-alapú világításról a napenergiás szilárdtest-világításra való áttérés potenciális előnyeit [38]. Közlebről – egyes becslések szerint – 38 munkahelyet hoztak létre minden olyan hálózatfüggetlen körülmények között élő 10 000 ember számára, akiknek a különálló, napelemes LED-es világítás megfelelő. Kiterjesztve ezt a számot a világszerte villamos energiát nélkülöző 112 millió háztartásra, amelyek nem valószínű, hogy nagy hálózatokhoz vagy mikrohálózatokhoz lennének csatlakoztathatók, vagy hogy meg tudnának fizetni drágább napelemes rendszereket, a napelemes LED-világítás

potenciálisan 2 millió új munkahelyet teremthet [39]. Ez a szám messze meghaladja az üzemanyag-alapú világítással kapcsolatos 150 000 munkahelyet, és a munkahelyek felét Afrikában hozhatná létre [39].

Miközben a napenergiával működő szilárdtest-világítás lehetőséget nyújt arra, hogy megbízható világítást nyújtson az emberek számára világszerte, e fejezet többi része az afrikai világításhoz való hozzáférés bővítésének kiterjesztésére fókuszál. A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA) szerint 632 millió Szaharától délre fekvő afrikai területen élő állampolgár (a lakosság 65%-a) nem rendelkezik hozzáféréssel az elektromos hálózathoz, és az elektromos ellátás sokak számára megbízhatatlan [40]. A minősített, hálózatfüggetlen szilárdtest-világítási termékek listája a Lighting Africa weboldaláról érhető el: <https://www.lightingafrica.org/products/>. A 2016-ban és 2017-ben felszerelt napelemek 23 és 230 lumen közötti fényáramot szolgáltatottak 3,9...18 óras időszak alatt, a feltöltés előtt. A rendszerek 1...36 db LED-et tartalmaznak és többnyire 3,2...3,7V-ot vesznek fel 470...4900 mAh

[31] China Semiconductor Lighting Network: „2016 China Semiconductor Lighting Industry Development White Paper (2): Application of structural adjustment, regional agglomeration characteristics become obvious”, 2016. dec. 30. (<http://www.china-led.net/news/201612/30/36200.html>)

[32] ELCOMA India: „PM Launches National Programme For LED-Based Home And Street Lighting”, 2015. jan. 7. (<http://www.elcomaindia.com/pm-launches-national-programme-for-led-based-home-and-street-lighting>)

[33] S. Sujan: „LED, the Future of Lighting in India,” in ISA International SSL Forum, Guangzhou, Kína, 2015

[34] EESL: „National Ujala Dashboard: Total LEDs distributed as on 26 May 2017”, Government of India Ministry of Power, 2017. máj. 26. (<http://www.ujala.gov.in/>)

[35] S. Awad: „Prices of LED bulbs drop to Rs 38”, 2016. okt. 10. (<http://powerwatchindia.com/price-of-led-bulbs-drops-to-rs-38/>)

[36] Energy Efficiency Services Limited: „SLNP Dashboard: Total Streetlight Completed as on May 9, 2017”, Government of India Ministry of Power, 2017. máj. 9. (<http://www.eeslindia.org/slnp/>)

[37] Lighting Global: „About Lighting Global”, 2016. (<https://www.lightingglobal.org/about/>)

[38] E. Mills: „Light for Life: Identifying and Reducing the Health and Safety Impacts of Fuel-Based Lighting”, United Nations Environment Programme, 2014. dec. (<http://evanmills.lbl.gov/pubs/pdf/light-for-life-2014.pdf>)

[39] E. Mills: „Job creation and energy savings through a transition to modern off-grid lighting, August Energy for Sustainable Development, vol. 33, pp. 155-166, 2016

[40] International Energy Agency: „WEO 2016 Electricity access database”, 2016 (<http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>)

tárolási kapacitású akkumulátorokból. A garancia 1 és 3 év között változik, és a legtöbb lámpa megőrzi a teljes feltöltésnél adódó fényáramának 95%-át 2000 órás üzemelés után is. A fényhasznosítás 50 lm/W-tól 150 lm/W-ot meghaladó értékig változik, az átlag 100 lm/W-hoz közeli érték.

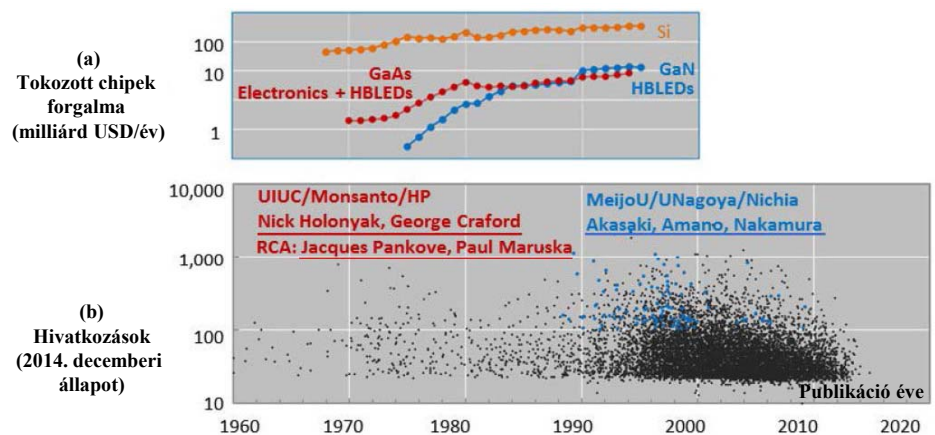
A minősített napelemes lámpák értékesítése jelenleg 4 millió db/év-re becsülhető [41]. A gyorsabb elfogadás fő akadályai az infrastruktúra kiépítéséhez és a potenciális vevők számára adandó kölcsönökhöz szükséges tőke szűkös volta. A napelemes panelek és akkumulátorok ára nem csökkent olyan gyorsan, mint a LED-es fényforrásoké. Ezért a szilárdtest-világítási ipar legnagyobb hozzájárulása az lenne, ha a LED-ek fényhasznosítását 200 lm/W fölé tudná növelni, ami megfelelne a panelek és akkumulátorok iránti igényt, avagy megduplázná a napelemes lámpák fényáramát.

A hálózathoz csatlakoztatott világítás esetén számos afrikai kormány korábban támogatta az izzólámpák lecseréléséhez a kompakt fénycsövek vásárlását az elektromos hálózatok terhelésének csökkentése érdekében. Jelenleg futnak programok a LED-világítás bevezetésének támogatására. Például az állami tulajdonban lévő Zambia Electricity Supply Corporation (ZESCO) becslése szerint ha valamennyi háztartás és ipar átállna LED-lámpákra, az ország a terhelését akár 200 MW-tal is tudná mérsékelni, ami energiadeficitük kb. 30%-át jelentené. A ZESCO összesen 20 millió USD-t fog költeni 5 millió darab ingyenes LED-lámpa szétesztására a hagyományos fényforrások lecseréléséhez 2017 első felében [42].

2.6 A tudomány, a technológia és a társadalmi haszon hathatós ciklusai

A szilárdtest-világítás technológiáinak fejlődési és felhasználási szakasza jelenleg is alakulóban lévő folyamat, és jó példát mutat azokra a pozitív kölcsönhatásokra, amelyek a tudományos megértés, az eszközök és a technológia fejlesztése és a társadalmi hasznosítás között van. Ezek a kölcsönhatások ritkán lineárisok, néha a tudományos megértés vezet és tesz lehetővé dolgokat, néha az eszközök és technológiák, néha pedig a társadalmi felhasználás és viselkedés. De amikor mindannyian kölcsönhatásba kerülnek és táplálják egymást, akkor erőteljes, hathatós, hatásos ciklusokat hoznak létre az előrehaladás és az innováció terén [43]. Ez különösen nyilvánvaló a félvezetők esetében.

A félvezetők tudományában, technológiá-



2.12. ábra – (a) A tokozott chipek forgalma félvezetőanyagok szerinti megoszlásban és (b) A gallium-nitrid (GaN) alapú anyagokkal kapcsolatos hivatkozások története a Science and Technology-ban megjelent publikációkban

Megjegyzések: (a) Sem a GaN, sem a GaAs adatok nem tartalmaznak lézertiódákat.

(b) A látható LED-ekkel kapcsolatos első alapvető munkát GaAs és GaP anyagokkal Nick Holonyak és hallgatói végezték a University of Illinois-on, valamint a Monsanto-nál és a HP-nél George Craford és kollégái. A soron következő meghatározó munkát GaN-alapú anyagokon az RCA-nál Jacques Pankove, Paul Maruska és kollégái végezték. Akasaki, Amano és Nakamura Nobel-díjjal jutalmazott munkája az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején drámai változást hoztak ezen a területen. Munkájukat, amely robbanást indított el a kutatásban, a kék pontok reprezentálják

jában és társadalmi felhasználásában tapasztalható interaktív fejlődés átalakította és alakítja ma is a világegyetemről és a hatékony információtechnológiákról alkotott tudományos képünket, amelyek mindennapos életünkben és a társadalmi felhasználásban mindenütt jelen vannak.

A szilárdtest-világítás a félvezetők terén tapasztalható legújabb példája az ilyen hathatós ciklusoknak. A kék LED alapvető fontosságú feltalálását a kék LED-ek alapjául szolgáló félvezető anyagrendszer, az AlInGaN anyagok kémiaiájának és fizikájának mélyebb tudományos megértése követte. Ezután jött a gyors elfogadással járó óriási társadalmi előny is, ami viszont erős motivációt és platformot jelentett ennek az anyagrendszernek a további tudományos megértéséhez és technológiai fejlődéséhez. A tudomány és technológia és a kék LED piacának egyidejű fejlődését a 2.12 ábra mutatja.

Megjegyezzük, hogy a tudomány, a technológia és a társadalmi felhasználás e hathatós ciklusának szélesebb kontextusában a DOE szilárdtest-világítási K+F programja kicsi. Egyrészt erősen kell támaszkodnia a programon kívüli előrehaladások sikerére. Ugyanakkor kulcsfontosságú szerepet játszik a fontos fejlesztések katalizálásában az egész ciklus alatt, különösen azoknál, amelyek túl kockázatosak és túl korai fejlesztések ahhoz, hogy az egyes vállalatok támogathassák azokat, de potenciálisan „átalakító” jellegűek. A DOE szilárdtest-világítási programja döntő szerepet játszik a szilárdtest-világítási az SSL-megoldások teljesítményének vagy értéké-

nek korlátozásával kapcsolatos legfontosabb tudományos és technikai kihívások azonosításában.

2.6.1 A szilárdtest-világítás alapvető területei

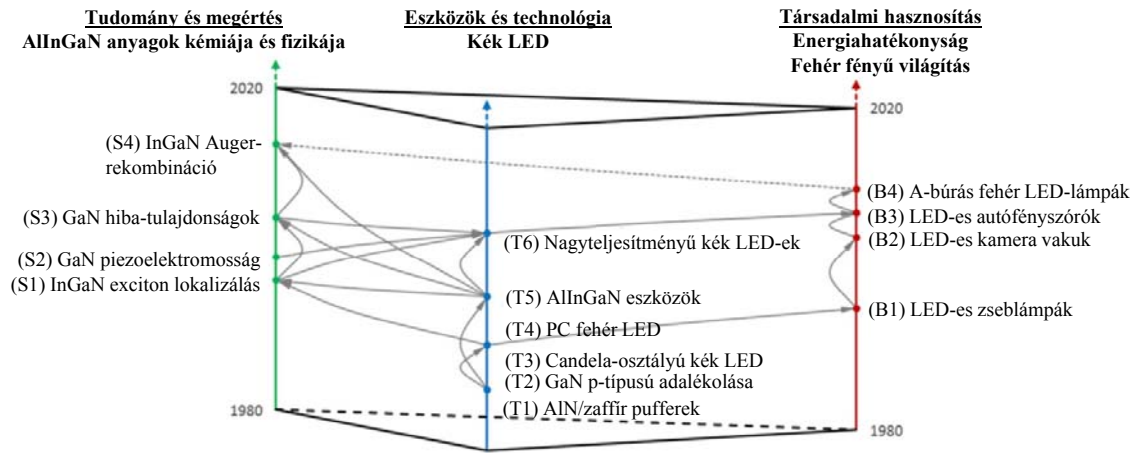
Az energiatakarékos fehér világítás (társadalmi felhasználás), a kék LED-ek (technológia) és az AlInGaN anyagok kémiaiája és fizikája (tudomány) területén a szilárdtest-világítás legfontosabb területein belüli hathatós ciklusokat a 2.13. ábra szemlélteti. A prizma három függőleges szára ezen alapvető területek legfontosabb eredményeihez tartozó idővonalakat adják. A baloldali zöld szár az alapvető tudomány és megértés – lényegében az AlInGaN anyagok kémiaiája és fizikája terén elért eredmények idővonala. A középső kék a kék LED-del kapcsolatos legfontosabb eszközök és technológiák terén elért eredményeké, a vörös szár pedig az emberi környezet megvilágításához használt fehér fényvel összefüggő társadalmi felhasználás és viselkedés idővonalát adja. Megjegyezzük, hogy az egyszerűség kedvéért az eredmények kiválasztásánál erősen válogattunk.

[41] Global Off-Grid Lighting Association and Lighting Global: „Global Off-Grid Solar Market Report: Semi-Annual Sales and Impact Data”, 2016

[42] D. Kaunda: „Power-short Zambia launches switch to 100 percent LED bulbs”, 2017. márc. 30. (<http://www.reuters.com/article/us-zambia-electricity-energy-idUSKBN172062>)

[43] V. Narayanamurti és T. Odumosu: „Cycles of Invention and Discovery: Rethinking the Endless Frontier”, Harvard University Press, 2016

2.13 ábra – A szilárdtest-világítás virtuális tudományos, technológiai és szociális felhasználási ciklusai az alapvető területein: az energiahatékony fehér világítás (társadalmi hasznosítás), a kék LED-ek technológiája és az AlInGaN anyagok kémiaja és fizikája (tudomány) területén. Megjegyezzük, hogy az egyszerűség kedvéért rendkívül szelektív módon válogattunk az elért eredmények tekintetében.



Az eredmények feltüntetése azzal a munkával kezdődik, amelyet 2014-ben fizikai Nobel-díjjal jutalmaztak – annak ellenére, hogy ez a munka korábbi óriások fontos munkásságain alapul; s csak azokat a legfontosabb területekről származó következő eredményeket soroltuk fel, amelyeket a közösségeik nagy hivatkozási hatást gyakorló közleményekkel ismertek el, illetve most jól bevezetett termék kategóriák és piacok jellemzői. A dátumok hozzávetőlegességek, a kulcsfontosságú közlemények publikációinak vagy a fontos termék kategóriák bevezetésének dátumain alapulnak. Az 1980-as évek vége felé a szilícium (Si) és a periódusos rendszer „hagyományos” III-IV. oszlopába tartozó elemek technológiai már igen kifinomultakká váltak, bár a széles sávzélességű, a periódusos rendszer III. oszlopába tartozó elemeket és nitrogén-tartalmazó III-N ötvözeteket nehezen kezelhetők maradtak. A legfontosabb kihívások a következők: nincs olyan hordozó, amelynek rácsszerkezete észszerű módon illeszkedne a gallium-nitrid (GaN)-hez, hogy a diszlokációs sűrűséget elfogadhatóan alacsony szinten lehessen tartani (láthatóan ez szükségesszerű bármilyen kisebbségi töltéshordozójú eszköz esetén); és nincs megfelelő adalékolási folyamat kis lapellenállású p-rétegek számára. Valójában az 1980-as évekig a kihívások leküzdhetetlennek tűntek, és a legtöbb kutató el is hagyta a területet. Az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején azonban adott ennek a kutatási területnek: az alumínium-nitrid (AlN) és a gallium-nitrid (GaN) pufferrétegek kialakítása csökkentett diszlokációs sűrűségű zafírhordozón [44]; és a GaN p-típusú magnézium-adalékolásának aktiválási módszere [45]. Ez a két áttörés két ugyancsak áttörést jelentő eszköztechnológiát eredményezett: a candela-osztályú kék LED-et és a fehér fénykonverziós pc-LED-et [46, 47, 48].

Ez egyúttal gazdag kiegészítő GaN eszközszintézishez és feldolgozási technológiákhoz is vezetett, beleértve a kifinomult MOCVD epitaxiális eszközöket és folyamatokat is, amelyek ezek gyártásához szükségesek [49].

Ezek a korai eszköztechnológiák vezettek az olyan fehér fényű termékekhez mint a fehér LED-es zseblámpák és később a fehér fényű termékek nem voltak elég nagy teljesítményűek, s bizonyára nem voltak „általános világítási” kategóriájúak, de fontos lépcsőknek tekinthetők az általános világítási célú fehér fény társadalmi hasznosítása felé vezető úton. Ugyanakkor ezek a korai eszköztechnológiák motiválták az AlInGaN anyagok kémiajának és fizikájának alaposabb tudományos megértését. És legalább olyan fontos volt az is, hogy lehetővé tették az anyagok és heterostrukturák gyártását, amelyeken egyre „tisztább” kísérleteket lehetett elvégezni, és hasonlóképpen tiszta tudományos értelmezést lehetett kapni. Valójában a modern félvezetőeszköz-technológiáknak az a képessége, hogy korábban rejtett jelenségekre derítsen fényt úgy, hogy tisztán tudományos kutatás tárgyai lehetnek, általános témája lett a félvezető-tudomány és -technológia közötti hathatós ciklusnak. A Si és gallium-arszenid (GaAs) anyagokban és heterostrukturákban a képesség ultra nagy tisztaságú heterostrukturák előállítására lehetővé tette a nagy mobilitású, kétdimenziós elektrongázok előállítását, amelyek az integer és a frakcionális Hall-effektusok megfigyeléséhez – s két fizikai Nobel-díj sorozathoz – vezettek [50, 51, 52, 53]. Az indium-gallium-nitrid (InGaN) anyagokban hasonlóképpen Nobel-díjjal elismert áttörést jelentett a pufferrétegek és a GaN p-típusú adalékolása, amelynél az InGaN kvantumkút lumineszcenciájának váratlan ellenállását lehetett megfigyelni a defekttekkel szemben, ami végül is az InGaN

exciton elhelyezkedésének tudományos magyarázatához vezetett [54].

Az InGaN exciton elhelyezkedésének mélyebb tudományos megértése a GaN piezoelektronosság és a GaN defekt tulajdonságok mélyebb tudományos megértését is eredményezte a lumineszcencia-tulajdonságok tekintetében [55, 56]. Ez a mélyebb tudományos megértés az AlInGaN eszközök szintézise és feldolgozási technológiája folyamatos előrehaladásával együtt azután új architektúrákat eredményezett a nagy teljesítményű kék LED-technológiák vonalán [57].

[44] H. Amano, N. Sawaki és I. Akasaki: „Metalorganic vapor phase epitaxial growth of a high quality GaN film using an AlN buffer layer”, *Applied Physics Letters*, vol. 48, no. 5, pp. 353-355, 1986.

[45] H. Armano, K. Hiramatsu és I. Akasaki: „P-type conduction in Mg-doped GaN treated with low-energy electron beam irradiation (LEEBI)”, *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 28, no. 12A, p. L2112, 1989

[46] S. Nakamura, S. Mukai és M. Senoh: „Candela class high brightness InGaN/AlGaIn double heterostructure blue light emitting diodes”, *Applied Physics Letters*, vol. 64, no. 13, pp. 1687-1689, 1994

[47] Y. Narukawa: „White-light LEDs”, *Optics and Photonics News*, vol. 15, no. 4, pp. 24-29, 2004

[48] J. Cho, J. H. Park, J. K. Kim és E. F. Schubert: „White light emitting diodes: History, progress, and future”, *Laser & Photonics Reviews*, 2017

[49] S. J. Pearton, J. C. Zolper, R. J. Shul és F. Ren: „GaN: Processing, defects, and devices”, *Journal of Applied Physics*, vol. 86, no. 1, pp. 1-78, 1999

[50] K. Von Klitzing: „The quantized Hall effect”, *Reviews of Modern Physics*, vol. 58, no. 3, p. 519, 1986

[51] H. L. Stormer: „Nobel lecture: the fractional quantum Hall effect”, *Reviews of Modern Physics*, vol. 71, no. 4, p. 875, 1999

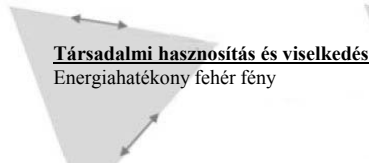
[52] R. B. Laughlin: „Nobel lecture: fractional quantization”, *Reviews of Modern Physics*, vol. 71, no. 4, p. 863, 1999

[53] D. C. Tsui: „Nobel lecture: Interplay of disorder and interaction in two-dimensional electron gas in intense magnetic fields”, *Reviews of Modern Physics*, vol. 71, no. 4, p. 891, 1999

[54] S. Chichibu, T. Azuhata, T. Sota és S. Nakamura: „Spontaneous emission of localized excitons in InGaN single and multiquantum well structures”, *Applied Physics Letters*, vol. 69, no. 27, pp. 4188-4190, 1996

Szinergikus tudomány és megértés

Szintudomány
ipRGC's

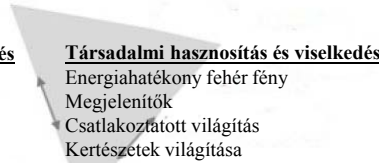
**Szinergikus eszközök és technológia**

Kék LED-ek/LD-k
Zöld/sárga/borostyánsárga LED-ek/LD-k
Lefelé konvertáló anyagok (fényporok, QD-k)
OLED-ek
„Mértezett” fény (szín, színárnyalat, tér)

(a)

Szinergikus tudomány és megértés

AllnGaN anyagok kémiaja és fizikája
Félvezető heterostrukturák tudománya

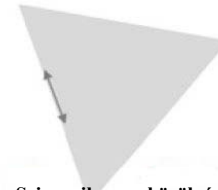
**Színegzők és technológia**

Kék LED-ek

(b)

Tudomány és megértés

AllnGaN anyagok kémiaja és fizikája

**Szinergikus eszközök és technológia**

Kék LED-ek/LD-k
Zöld/sárga/borostyánsárga LED-ek/LD-k
UVLED-ek/LD-k
Teljesítményelektronika
AllnGaN eszközök S&P

(c)

2.14 ábra – Tudomány, technológia és társadalmi hasznosítások szinergiája az alapvető szilárdtest-világításokkal:

- (a) A fehér fény kölcsönös együttműködést mutat számos tudományterülettel az AllnGaN anyagok kémiaján és számos technológiával a kék LED-eken túl is
(b) A kék LED kölcsönhatásban van számos tudományterülettel az AllnGaN anyagok kémiaján és fizikáján és számos felhasználással a fehér fényen túl
(c) Az AllnGaN anyagok kémiaja és fizikája számos területtel van szinergikus kapcsolatban a kék LED-eken túlmenően.

Ezek a nagyteljesítményű kék LED technológiák a korábbi lépcsőfokoknak tekinthető fehér LED-termékekkel kombinálva nagyobb teljesítményű fehér fényű termékeket tettek lehetővé, így a fehér LED-es autofényszórólámpákat és az energiahatékony, A-búrás fehér LED-lámpákat. A termékekkel és a piacokkal összefüggő lefelé irányuló költségnyomás nagy motivációt jelentett az egyre nagyobb áramsűrűségű kék LED-ek kifejlesztésére, a lumenenkénti költségek csökkentésére, és ez felhívta a figyelmet a hatásfokelésnek nevezett fizikai jelenségre. Ez a hibaokok korábbi megismerésével együtt ösztönözte azokat a tudományos kísérleteket, amelyek megállapították, hogy a hatásfokelés jelentős része az InGaN Auger-rekombinációjának tulajdonítható [58].

A tudomány, a technológia és a társadalmi hasznosítás közötti erőteljes ciklusok sokkal sűrűbbek, amint azt a 2.13 ábra mutatja, amelyen csak igen kevés eredményt tüntettünk fel. De még e kis számú eredményt szemlélve is látható, hogy milyen sűrű és fontos volt a kölcsönhatás. Ezenkívül – amint ezt a jelen tanulmányban mindenütt hangsúlyozzuk – a szilárdtest-világítás legfontosabb teendőit még alig sikerült elvégezni, még jelentős kihívások és lehetőségek fogják táplálni ezeket a ciklusokat a jövőben.

2.6.2 A szilárdtest-világítás alapvető területein túl

A 2.6.1 fejezet ismertette a szilárdtest-világítás alapvető területein belüli fontos ciklusokat: az általános világításra alkalmas, energiahatékony fehér fény (társadalmi hasznosítás), a kék LED-ek (technológia) és az AllnGaN anyagok kémiaja és fizikája (tudomány) terén. Valójában mindegyik központi terület saját maga is létrehozott új ciklusokat és szélesebb

kölcsönhatásokat, amelyek túlesordulnak a szilárdtest-világítás „magterületein”. Ezeket a szélesebb együttműködések a 2.14. ábrán látható három panel szemlélteti.

A fehér világítással kapcsolatos együttműködések

Ahhoz, hogy a fehér fényű világítás realizálhassa költséghatékonysági és felhasználási lehetőségeit, a tudomány számos területét kellett feltárni az AllnGaN anyagok kémiaján és fizikáján, valamint a kék LED-ek technológiáján túl – amint azt a 2,14(a) ábrán látható. Megjegyezzük, hogy a tudomány együttműködési területei tekintetében az általános világításra használt fehér fény elsősorban a környezettel van kölcsönhatásban, de azután végső soron a két emberi fotoreceptorcsatorna egyikével is. E csatornák egyike az a vizuális képképző csatorna, amely az emberi szem foveájában található pálcikákból és csapokból származik, és amelynek tudománya kritikus fontosságú volt ahhoz, hogy megértsük, hogyan lehet legjobban „testre szabni” a fehér fény használatát. A második a nem vizuális csatorna, amely csak az elmúlt 15 évben felfedezett, eredendően fotoérzékeny retinális ganglionsejtekből épül fel [59].

A kölcsönhatásban álló technológiai területek tekintetében talán a legfontosabbak a zöld/sárga/borostyánsárga fény kibocsátásához alkalmas alternatív anyagok és architektúrák – akár a félvezetőkből történő közvetlen emisszióról, akár a hullámhosszoknak magasabb energiájú fotonok alacsonyabb energiaállapotba történő átmenetével előálló lefelé konvertálásával keletkező, indirekt emisszióról van is szó. A félvezetőkből származó közvetlen emisszió tekintetében számos előny származik a szilárdtest-világítás alapvető területéről, az AllnGaN anyagok révén.

Történetek előrelépések azonban a nem-AllnGaN anyagok területén is, különösen a szerves LED-eknél. Valójában az OLED-ek maguk is a tudomány és a technológia egymás közötti kölcsönhatásának hosszú történetéből származnak. A polimerek elektromos vezetőképességét 1862-ben Letheby mutatta ki, a szerves molekulák elektrolumineszcenciáját pedig Andre Bernanose figyelte meg az 1950-es években. Újabban kis szerves molekulákból származó fluoreszcenciával Ching Tang és

[55] O. Ambacher, J. Smart, J. R. Shealy, N. G. Weimann, K. Chu, M. Murphy, W. J. Schaff, L. F. Eastman, R. Dimitrov, L. Wittner és M. Stutzmann: „Two-dimensional electron gases induced by spontaneous and piezoelectric polarization charges in N- and Ga-face AlGaIn/GaN heterostructures”, *Journal of Applied Physics*, vol. 85, no. 6, pp. 3222-3233, 1999

[56] C. G. Van de Walle és J. Neugebauer: „First-principles calculations for defects and impurities: Applications to III-nitrides”, *Journal of Applied Physics*, vol. 95, no. 8, pp. 3851-3879, 2004

[57] M. R. Krames, O. B. Shchekin, R. Mueller-Mach, G. O. Mueller, L. Zhou, G. Harbers és M. G. Craford: „Status and future of high-power light-emitting diodes for solid-state lighting”, *Journal of Display Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 160-175, 2007

[58] J. Iveland, L. Martinelli, J. Peretti, J. S. Speck és C. Weisbuch: „Direct measurement of Auger electrons emitted from a semiconductor light-emitting diode under electrical injection: identification of the dominant mechanism for efficiency droop”, *Physical Review Letters*, vol. 110, no. 17, pp. 177-406, 2013

[59] G. C. Brainard, J. P. Hanifin, J. M. Greeson, B. Byrne, G. Glickman, E. Gerner és M. D. Rollag: „Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor”, *The Journal of Neuroscience*, vol. 21, no. 16, pp. 6405-6412, 2001

[60] C. W. Tang és S. A. Vanslyke: „Organic electroluminescent diodes”, *Applied Physics Letter*, vol. 51, no. 12, p. 913, 1987

[61] J. H. Burroughes, D. D. C. Bradley, A. R. Brown, R. N. Marks, K. MacKay, R. H. Friend, P. L. Burns és A. B. Holmes: „Light-emitting diodes based on conjugated polymers”, *Nature*, vol. 347, no. 6293, pp. 539-541, 1990

Steve Van Slyke állított elő fényt az Eastman Kodaknál 1987-ben [60], és 1990-ben hatékony fény előállításáról számolt be polimerekből egy Richard Friend és Jeremy Burroughes által vezetett csapat a Cambridge University-nél [61]. A felhasználás további négyszeres javításához vezető utat 1998-ban a Princeton University és a University of Southern California közötti együttműködés demonstrálta; kimutatták, hogy a nehéz atomokat tartalmazó foszforeszkáló molekulák bevezetése triplet-gerjesztésekből származó fénykivonáshoz vezet [62]. A polimerek vezetőképességének lényeges növeléséért 2000-ben Heeger, MacDiarmid és Shirakawa kémiai Nobel-díjat kapott „a vezető polimerek felfedezéséért és kifejlesztéséért.”

A hullámhosszak lefelé konvertálásával előálló indirekt emisszió tekintetében voltak előrelépések mind a „hagyományos” fényporanyagok, mind a feltörekvőben lévő kvantumpont anyagok terén. A hagyományos fényporanyagok közé tartozik az itrium-alumínium-gránát (YAG), amelyet a katódsugárcsövekhez és a szcintillátorokhoz fejlesztettek ki az 1960-as és 70-es években, valamint a 2004-ben egy teljesen új anyagrendszerben (nitridoszilikátokban) kifejlesztett új vörös fénypor – mint kulcsfontosságú előrelépés [63]. A kvantumpont anyagoknak először pusztán tudományos érdekességük volt mint „mesterséges atomoknak”, amelyeknek diszkrét elektronikus állapotok voltak, és éles lumineszkáló átmenetek jöttek létre közöttük, most azonban már komolyan veszik a szilárdtestvilágításnál, különösen azért, mert hullámhosszuk hangolható és keskeny az emissziós vonalzélességük [64, 65, 66].

Váratlan módon ezek a fehér fényű világítás számára igen kívánatos együttműködési területek igen kívánatosak lettek a megjelenítők számára is – egy olyan társadalmi felhasználás számára, amely igen csak különbözik a megvilágításhoz szükséges fehér fénytől. Mivel a megjelenítők nagyobb lumenenkénti költséget képesek támogatni, mint az általános világítás, segítik az OLED-ek és a hullámhosszak kvantumpontos (QD) lefelé konvertálásának fejlesztését is. Várható, hogy amint az OLED-ek és a QD-k egyre jobban beépülnek a megjelenítőkhöz, egyre kifinomultabbakká válnak, teljesítőképességük javul és gyártási költségeik csökkennek. Noha a fehér fényű világítás bizonyos szempontból sokkal igényesebb, mint a megjelenítők, alacsonyabb költségű fénypontokat és nagyobb fényáramokat igényel, a megjelenítőkhöz használt OLED-ek és a QD-k tanulási görbéi előnyt fognak élvezni

abból, ha esetleg ténylegesen felhasználják azokat a fehér fényű világításnál.

A kék LED-ek technológiájából származó együttműködések

A kék LED-ek technológiájának fejlődésével az AlInGaN anyagok kémiáján és fizikáján túli tudományterületek és a fehér fényű világításon túli számos társadalmi felhasználás is fontossá vált, amint azt a 2.14(b) ábra mutatja. A tudomány együttműködési területei vonatkozásában a kék LED-ek technológiája alapvetően az AlInGaN anyagokon alapuló félvezető eszköztechnológia, ezért az AlInGaN anyagok kémiájával és fizikájával és a félvezető heterostrukturák tudományával való metszéspont kritikussá vált a kék LED-ek technológiája számára, amint azt a 2.6.1 fejezetben ismertettük.

A kék LED-ek technológiájának számos, egymást erősítő társadalmi felhasználása van, és ez a fő oka annak, hogy ilyen nagy hatású felfedezésként tartják számon. Az egyik ilyen nagy hatás természetesen az energiatakarékos általános világítási célú fehér fény. Az úton – amint azt a fentiekben ismertettük – az egyik fontos közbeső lépcsőfokot a sokféle méretű megjelenítő jelentette; a kis méretűek az okostelefonokhoz és a mobil alkalmazásokhoz, a közepes méretűek a tv-készülékekhez és a számítógépek monitoraihoz, a nagyobb méretűek pedig a kültéri videoképernyőkhöz. Mivel a LED-ek szilárdtestvilágítási fényforrások, a világítás intelligenssé, „csatlakoztatottá” és a Tárgyak Interneténeke részévé vált [67]. A kertészetek világítása egy másik olyan alkalmazás, ahol a kék/fehér LED-ek elkezdnek teret nyerni, és amelynek fontossága jelentős mértékben növekszik, amint a városi lakossághoz közeli beltéri gazdálkodás egyre vonzóbbá válik.

Együttműködések az AlInGaN tudománnyal

Az AlInGaN anyagok kémiája és fizikája esetén a lehetőségeik realizálásához ugyancsak fontos volt a kék LED-eken túli technológia számos területének feltárása, amint azt a 2.14(c) ábra mutatja. Megjegyezzük, hogy a társadalmi felhasználás szélesebb területeit nem soroltuk fel, noha sok ilyen van. Mindenesetre még a technológia szélesebb területeivel kapcsolatos kölcsönhatások korlátozásával is igen nagyok a lehetőségek. A kék LED-ek kulcsfontosságú szilárdtestvilágítási területe természetesen a legfontosabb kölcsönható technológia, de a kék lézerdiónak is van szinergikus jelentősége. Megjegyezzük,

hogy a kék lézerdiónak kritikus fontosságú volt az optikai tároláshoz (Blu-ray diszkekhez) – még akkor is, ha most a szilárdtestvilágításnál veszik figyelembe. A kéktől eltérő hullámhosszakon sugárzó, de AlInGaN anyagokon alapuló fényemitterek is kölcsönösen hasznot jelentenek. Ezek közé tartoznak a zöld/sárga/borostyánsárga és UV LED-ek, valamint a „zöld/sárga/borostyánsárga” hézagokat kitöltő és Stokes-veszteségek és UV nélküli fehér fényt előállító zöld/borostyánsárga/vörös lézerdiónak a gyártási és biocid alkalmazásokhoz. A teljesítmény- és az igen környezetbarát elektronika feltörekvő területeknek számítanak a GaN és az AlGaIn anyagok számára, amelyek mindketten előnyt élveznek az AlInGaN tudománnyal való átlapolódásuk folytán. Ez a terület egyszer majd összevethető lehet a kék LED-ekkel, ami a piac méretét és gazdagságát illeti – sokféle alkalmazás mellett: váltakozó- és egyenáramú tápegységek, DC/AC inverterek és teljesítményátkapcsolás a jövő intelligens táphálózata számára [68]. Végezetül megjegyezzük, hogy az AlInGaN eszközök szintézise és gyártástechnológiája egyaránt elősegíti az AlInGaN anyagok kémiájának és fizikájának fejlődéséhez szükséges heterostrukturákat, de előnyöket is élveznek ebből.

[62] M. A. Baldo, D. F. O'Brien, Y. You, A. Shoustikov, S. Sibley, M. E. Thompson és S. R. Forrest: „Highly Efficient phosphorescent emission from organic electroluminescent devices”, *Nature*, vol. 395, no. 6698, p. 151, 1998

[63] U. Kyota, N. Hirosaki, Y. Yamamoto, A. Naito, T. Nakajima és H. Yamamoto: „Luminescence properties of a red phosphor, CaAlSiN₃: Eu²⁺, for white light-emitting diodes”, *Electrochemical and Solid-State Letters*, vol. 9, no. 4, pp. H22-H25, 2006

[64] A. P. Alivisatos: „Semiconductor clusters, nanocrystals, and quantum dots”, *Science*, vol. 271, no. 5251, p. 933, 1996

[65] B. D. Mangum, T. S. Landes, B. R. Theobald és J. N. Kurtin: „Exploring the bounds of narrow-band quantum dot downconverted LEDs”, *Photonics Research*, vol. 5, no. 2, pp. A13-A22, 2017

[66] K. T. Chimizu, M. Bohmer, D. Estrada, S. Gangwal, S. Grabowski, H. Bechtel, E. Kang, K. Vampola, D. Chamberlin, O. B. Shchekin és J. Bhardwaj: „Towards Commercial Realization of Quantum Dot based White LEDs for General Illumination”, *Photonics Research*, vol. 5, no. 2, pp. A1-A6, 2017

[67] E. F. Schubert és J. K. Kim: „Solid-state light sources getting smart”, *Science*, vol. 308, no. 5726, pp. 1274-1278, 2005

[68] J. Tsao, S. Chowdhury, M. Hollis, D. Jena, N. Johnson, K. Jones, R. Kaplar, S. Rajan, C. Van de Walle, E. Bellotti, C. Chua, R. Collazo, M. Coltrin, J. Cooper, K. Evans, S. Graham, T. Grotjohn, E. Heller, M. Higashiwaki, M. Islam, P. Juodawlkis, M. Khan, A. Koehler, J. Leach, U. Mishra, R. Nemanich, R. Pilawa-Podgurski, J. Shealy, Z. Sitar, M. Tadjer, A. Witulski, M. Wraback és J. Simmons: „Ultrawide-Bandgap Semiconductors: Research Opportunities and Challenges”, *Advanced Electronic Materials*, 2017.

4 A 2017. évi „Világítás a holnap számára”

tervezési verseny díjazottjai, 1. rész

A 2002-ben indított Lighting for Tomorrow – Világítás a holnap számára – tervezési verseny 2017. évi megmérettetését az Amerikai Világítástechnikai Társaság (ALA), az Energiahatékonysági Konzorcium (CEE) és az Underwriters Laboratory (UL) szervezte. A versenyt rajtuk kívül több mint egy tucat amerikai és kanadai energiahatékonysági szervezet is támogatta. (Forrás: www.lightingfortomorrow.com, 2017. szept.)

A „Világítás a holnap számára” (Lighting for Tomorrow) világítástechnikai verseny, arra ösztönzi a gyártókat, hogy olyan lakásvilágítási termékeket fejlesszenek ki, amelyek sikeresen ötvözik a formatervezés és az energiahatékonyság előnyeit. A kivételes új termékek elismerésével a Lighting for Tomorrow célja a fogyasztói elvárásoknak való megfelelés és azoknak a piaci akadályoknak a ledöntése, amelyek gátolják az energiahatékony lakossági világítástechnikai termékek bevezetését és használatát.

A 2017. évi elismeréseket az Amerikai Világítástechnikai Társaság tavaly szeptember 12-én a Brit Kolumbia-i Vancouverben megrendezett éves konferenciáján hozták nyilvánosságra.

A zsűrihez több mint 130 termék érkezett – LED-es beltéri és kültéri lámpatestek, retrofit LED-szettek, LED-es cserelámpák, OLED-ek, világításszabályzó és csatlakoztatott világítási termékek és mennyezeti ventilátoros lámpatestek. A zsűri örömmel látta a formatervezők és a konstrukciók terén elért fejlődést és a szilárdtest-technológia előnyeinek felhasználását.

A 2017. évi verseny több kulcsfontosságú technológiai fejlődést és piaci trendet tükrözött:

A piac új életre kelt módon segíti az egyszerűséget és a felhasználóbarát megoldásokat a csatlakoztatott vagy az intelligens világítási termékek terén. Egy dekorációs lámpatest sikerét gyakran az a mód segíti, ahogy a tervező a különböző anyagokat felhasználja a LED-ekkel együtt, valamint ahogy kombinálja a funkcionális világítást a kifinomult művészi megjelenéssel.

A lapos fénylő felületekkel rendelkező mennyezeti, valamint a hagyományos, karcos, szekrény alá szerelhető lámpatestek még laposabbak lettek az optikai műanyagoknak és az apró LED-eknek köszönhetően, amelyek egyforma élvilágítással szolgálnak nagy diffúz felületek számára.

Az izzószal-utánzatú LED-lámpák nagyobbak, „izzószálaik” tekintetében még dekoratívabbak lettek, némelyikük még funkcionális fényforrásként is működik, nem csupán fénylő díszként a homályos környezetben.

Dekorációs LED-es lámpatestek

Győztesek

Iridium függeszték, Blackjack Lighting
Tervező: Stephen Blackman



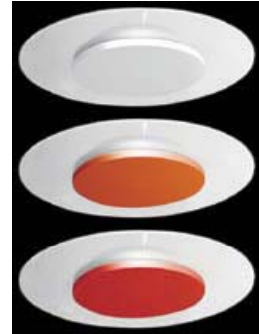
Az élvilágító LED-panelek fontos szerepet játszanak Stephen Blackman számos formatervezésénél. „Körbeburkolt, élvilágító megoldásával” a Blackjack Lighting Iridium függesztéke új utat reprezentál a fényvezető technológiában. Az eredmény: kellemes, szoborszerűen megvilágított forma. A lámpatest merész fémformái kétoldalas struktúrát képeznek, amelyet lézerrel vágott optikai akrilból kialakított sima, lapos panelek fognak össze. A kitűnő megvilágítás és megkapó esztétikai jegyekkel rendelkező lámpatest fehérre festett akril fényvezetői megfelelő anyagokból készülnek, amelyek növelik a lámpatest esztétikai megjelenését, miközben gondoskodnak a fény egyenletes eloszlásáról. A dimmelhető és nagy páratartalmú helyekre is felszerelhető Iridium 70mm-es átmérővel, polírozott króm és maratott arany kivitelben készül.

A zsűri véleménye: A lámpatest gondoskodik a LED-ek változatosságáról és egyediségéről, miközben kitűnő, minden irányban elosztott megvilágítást nyújt.

A lámpatest mérési adatai

- Teljesítmény: 42,11 W
- Fényáram: 2030,91 lm
- Fényhasznosítás: 48,23 lm/W
- Színhőmérséklet (CCT): 2877K
- Színvisszaadási index (CRI): 94,5
- Energy Star® minősítés: 2018-ra várható
- Garancia: 3 év

Dharma, Project Greener Planet



A Dharma egy „három az egyben” termék. Akár modern, süllyesztett formában, akár falikarként, akár szárakkal ellátva függesztékként is felszerelhető. Formája igen változatos, alkalmas a legtöbb belső tér dekorálására. A fényszabályozási lehetőség segít a megfelelő környezet kialakításában, míg a színes „kapszula” könnyen kicserélhető valamilyen más színűre a kívánt hangulat megteremtéséhez. A kapszula fehér, narancssárga, vörös és standard ezüst színben készül.

A zsűri véleménye: Ennek a szépen megformált fali vagy mennyezeti lámpának jó a fényárama, szabályozható és energiahatékony. Érdekes és rugalmas formája változatos felhasználást tesz lehetővé, és nagyszerű élvilágító hatásról gondoskodik, ami egyedülálló a LED-eknél.

A lámpatest mérési adatai

- Teljesítmény: 15,57 W
- Fényáram: 1510 lm
- Fényhasznosítás: 96,98 lm/W
- Színhőmérséklet (CCT): 2994K
- Színvisszaadási index (CRI): 82,4
- Energy Star® minősítés: van
- Garancia: 5 év

Dicséretben részesült

Post, AFX, Inc.

Tervező: Grant Chappelle



A *Post* egyedülálló falilámpa, amely két-féle színek kombinációjával, két színtónusú házzal készül, amelyeknek nyílásai lágy, indirekt megvilágításról gondoskodnak. A lámpatest szatinírozott nikkell bevonattal, szürke, vagy fehér középső csíkkal készül. **A zsűri véleménye:** Ez a lámpa egyedülálló stílust vonultat fel a lakásvilágítási piac számára; szabályozható és hangulat-teremtő megjelenésével. elegáns kiegészítője lehet az otthonoknak-

A lámpatest mérési adatai

- Teljesítmény: 15,621 W
- Fényáram: 473,3 lm
- Fényhasznosítás: 30,4 lm/W
- Színhőmérséklet (CCT): 3013K
- Színvisszaadási index (CRI): 92,2
- Energy Star® minősítés: 2018-ra várható
- Garancia: 5 év

A zsűri formatervezési díjával kitüntetett alkotás

Zephyr LED-es függeszték, Hubbardton Forge



A LED-es *Zephyr* függeszték elegáns, szerves megjelenésével tűnik ki. A hőkezelt, texturált acél átváltozik alakos, szalagszerű fényvezetővé, amely lézerral kivágott akril mintázatot követ és mindkét végén konzisztens fényszintről gondoskodik – csodaszépen megvilágítva a kézműves kikészítésű acél finom részleteit.

A zsűri véleménye: Ez egy valóban inspiráló formatervezés, amely „sarkkőként” testesíti meg a LED-technológia adta innovációt és művészetet. Tökéletes példája annak, hogy hogyan lehet a LED-eket izgalmasan, új módon felhasználni. Ez a termék demonstrálta a LED-ek

felhasználásának legkreatívabb formáját a 2017. évi versenyben, ötvözve a technológiai innovációt és formatervezést, és megfelelő nagyságú fényt szolgáltatva. Mivel ezek a fantáziadús ötletek a fény művészi felhasználását eredményezik, várakozással tekintünk a LED-technológia további optimalizálására, valamint az energiahatékonyság növelésére.

A lámpatest mérési adatai

- Fényáram: 1260 lm
- Fényhasznosítás: 84 lm/W
- Színhőmérséklet (CCT): 2700K
- Színvisszaadási index (CRI): 90
- Energy Star® minősítés: nem alkalmazható
- Garancia: élettartamra korlátozott

Funkcionális világítás

Győztesek

3-fejű, LED-es, mozgásérzékelős fénycsilló, Good Earth Lighting, Inc
Tervező: Alex Kowalenko



A 3-fejű, LED-es, mozgásérzékelős fénycsilló „kettő az egyben” biztonsági és területvilágítási beállítást kínál. A (kis

fényerősségű) területvilágítás sötétedéstől hajnalig működik, a biztonsági (teljes fényerősséggel működő) világítás pedig akkor kapcsolódik be, amikor mozgás érzékelhető, elbátortalanítva ezzel a betolakodókat attól, hogy megközelítsék otthonunkat. A kettős érzékelő 240°-os szélességben érzékeli a mozgást max. 30 méterről, illetve 360°-ban lefelé, max. 4,3m-ig – lefedve valamennyi hagyományos vakfoltot. A beépített időzítő és érzékenységszabályozó segítségével a fogyasztó igényeinek megfelelően beállítható. További biztonság érdekében a beállítás manuálisan felülírható. Az alumíniumöntvényből készült szerkezet és az ütésálló lencsék nem rozsdásodnak a zord időjárás hatására. Az egyetlen csavarral felerősíthető, előre szerelt gyorscsatlakozók megkönnyítik és meggyorsítják a felszerelést. A lámpatest univerzális módon falra, eszre vagy felületre is felszerelhető, így a legváltozatosabb biztonsági világításnak tekinthető. Tíz éves korlátozott garancia. Fehér és bronz kikészítéssel kapható.

A zsűri véleménye: A sötétedéstől hajnalig beállítható működés, a karcsú megjelenés és az ár – mind-mind fantasztikus. Ez a termék lenyűgöző részletességet és állíthatóságot mutat.

A lámpatest mérési adatai

- Teljesítmény: 33,97 W
- Fényáram: 3286,39 lm
- Fényhasznosítás: 97,26 lm/W
- Színhőmérséklet (CCT): 5161K
- Színvisszaadási index (CRI): –
- Energy Star® minősítés: van
- Garancia: 10 év

Kettős AC LED-es, színopciós fénycsilló, WAC Lighting



A legjobbat kihozva a mérész, figyelemfelkeltő lakásvilágítás, az üzletek és kereskedelmi vitrinek területéről a *DUO AC 120V LED Light Bar* ideális pultok és

szekrények megvilágítására. A lámpatest hőérzékeny, romlandó és színérzékeny ruházat és kollekciók megvilágítására készült. *Energy Star* minősítéssel rendelkezik, tökéletesen alkalmas szekrények alá szerelve helyi megvilágítási célokra. A 98% hatásfokú reflektor felhasználásával a ház belsejéből kilépő LED-fény a keverőkamra belsejében szétterül az egyenletesen elosztott megvilágítás biztosítására. Több kiterjeszhető résszel rendelkezik a vezetékezés megkönnyítésére. Az optimális hőelvezetés érdekében extrudált alumíniumból készült, mindössze 2,5cm-es profil 5-féle méretben kapható – a 20cm-es, 6W-os és 330lm fényáramot szolgáltató típustól a 76cm hosszúságú, 17,5W-os és 1095lm fényáramú típusig. Szerelésbarát módon közvetlenül, a lámpatest felnyitása nélkül felszerelhető csavarokat kínál, és a vezetékek is könnyen csatlakoztathatók a lámpatest hátoldalán. Egy kapcsoló állításával 2700 és 3000K színhőmérséklet között lehet választani a világítási igényünknek megfelelően. A lámpatest színvisztaadási indexe 90+, fényerőssége gond és kápráztatás nélkül, folyamatosan szabályozható elektronikus kifesztéssel vagy TRIAC segítségével.

A zsűri véleménye: Jó fényű, karcsú kialakítás, színét kapcsoló segítségével változtatja.

A lámpatest mérési adatai

- *Teljesítmény:* 6-17,5 W
- *Fényáram:* 330-1095 lm
- *Fényhasznosítás:* 61,77 lm/W
- *Színhőmérséklet (CCT):* 2751-3072K
- *Színvisztaadási index (CRI):* 95,1
- *Energy Star® minősítés:* van
- *Garancia:* 5 év

Oculux, WAC Lighting



A WAC Lighting vadonatúj sülyesztett LED-es *Oculux* lámpatestje 5cm átmérővel, állítható kerek vagy négyzetes kivitelben, illetve egyenesen lefelé irányított változatban készül. A légmentes házba épített *Oculux* 10cm-nél keskenyebb helyekre is beszerelhető. Kültéren és beltéren egyaránt használható.

Ez az *Energy Star®* és *Title 24* minősítéssel rendelkező, sülyesztett spotlámpa

HOLUX Hírek N°175 p.18

8cm átmérőjű nyílásba szerelhető. Egyetlen fényforrása van, amelynek fénye ELV, TRIAC vagy 0-10V-os szabályozóval állítható. Alumíniumöntvényből készült pereme és alumínium hűtőbordája van. Szálciszolt nikkell, fehér vagy homályosított felülettel készül, sugárzási szöge 15-45°. Teljes fényárama 700lm, a sugárnyaláb közepén mérhető fényerősség (CBCP) 3245 cd. A mélysugárzó 2700 vagy 3000K korrelált színhőmérsékletben kapható, 120V-os hálózatról működtethető, és az 50W-os MR16-os lámpákkal összevethető paraméterei vannak. Az új *Oculux* LED-es mélysugárzók és sínlámpák már piacra kerültek.

A zsűri véleménye: Nagyszerű színével és kiváló színvisztaadásával ez az intelligens termék nem annyira egyértelműen LED-es lámpa, mint a piacon kapható hasonló opciók. Kicsi, de hatékony mélysugárzó specialitás!

A lámpatest mérési adatai

- *Teljesítmény:* 8,754 W
- *Fényáram:* 580,08 lm
- *Fényhasznosítás:* 66,26 lm/W
- *Színhőmérséklet (CCT):* 2700K
- *Színvisztaadási index (CRI):* 89,8
- *Energy Star® minősítés:* van
- *Garancia:* 5 év

Silo X20 sínlámpa, WAC Lighting



A WAC Lighting *Silo X20* elnevezésű LED-es sínlámpája igen nagy fényáramot szolgáltat kicsiny, nem hivalkodó formájával, széles tartományban dinamikusan állítható sugárzási szögével. Alumíniumöntvényből készült karcsú, optikailag és hőelvezetés szempontjából méretezett teste egyetlen LED-fényforrást tartalmaz. Ideálisan alkalmazható lakásokban, vendéglátó és kereskedelmi létesítményekben. Erős, irányított fényt kínál – letisztult, egyszerű formában. A lámpatestbe a LED mellett a meghajtó is be van építve, és tartalmaz lensét is, amellyel a helyszínen beállítható a kívánt sugárnyaláb. 3000K színhőmérsékletű fényt bocsát ki 15-50°-os szögben, amely a helyszínen a lámpafej elején állítható az igényeknek megfelelően.

A *Silo* fényerőssége ELV dimmerrel szabályozható, élettartama 50 000 óra.

Ez a „teljesítmőképességre tervezett” lámpa architekturális szálciszolt nikkell, sárgaré, fekete és fehér kikészítéssel kapható. Tartalmaz lensét és káprázaskorlátozó kiegészítőt is. L, J, J2 és H és rugalmas sínrendszerekre szerelhető.

A közvetlenül a hordozón kialakított (COB) LED-dekkel szerelt lámpatest maximális fényárama 1080lm, a sugárnyaláb közepén mérhető fényerősség (CBCP) 6840 cd. Teljesítményfelvétele mindössze 20W, ugyanakkor egy 75W-os halogén MR16 lámpa helyettesítésére alkalmas. Színvisztaadási indexe 90+. A lámpatest borostyánsárga, kék, zöld, vörös és fehér színű, valamint homályosított, szélesen és keskenyen sugárzó lensékekkel készül. A káprázást keresztlamellák, kámszak és méhsejt kiképzésű fényterelő csökkentik. Kaphatók projektor-kiegészítők is.

A zsűri véleménye: Ez egy olyan lámpatest, amely könnyedén képes többféle dolgot elvégezni, így biztosítva a valódi sokoldalúságot és értéket. A rugalmasság és a beállíthatóság a káprázáscsökkentéssel és a minőségi optikával együtt valódi tőkét képvisel!

A lámpatest mérési adatai

- *Teljesítmény:* 20,34 W
- *Fényáram:* 1040,38 lm
- *Fényhasznosítás:* 51,15 lm/W
- *Színhőmérséklet (CCT):* 3000K
- *Színvisztaadási index (CRI):* 90,7
- *Energy Star® minősítés:* rövidesen
- *Garancia:* 5 év

Dicséretben (Honorable Mention) részesült

Szekrény alá szerelhető, 30cm átmérőjű, igen karcsú, dimmelhető LED-es lámpatest beépített kézmozdulat-érzékelővel, *L'Image Home Products Inc.*



A szekrény alá szerelhető, ultra keskeny, kézmozdulatokkal aktiválható LED-es lámpatest kényelmes és elegáns, kortárs formatervezést tükröz, könnyen szerelhető és energiát is megtakarít.

A mindössze 0,6cm átmérőjű, karcsú konstrukció lényegében láthatatlan felszerelt állapotban is, különleges módon a fényhatásra fókuszálva ezzel.

A lámpa teljes fényerősség esetén átlagosan 255lm fényáramot állít elő, lágy fehér fényt szolgáltat, és mindössze 3,86W energiát fogyaszt. A beépített érzékelő a lámpát a kéz mozgására be- vagy kikapcsolja. Kezünket az érzékelő alatt tartva a fényerősséget változtatni is lehet. A dimmer emlékszik a fényerősség legutolsó beállítására, és erre az értékre áll be, ha a lámpát kikapcsolás után újra bekapcsoljuk.

A lámpa a készletben lévő közvetlenül bedugaszolható adapter és a különböző felszerelési opciók (kétoldalas ragasztószalag vagy felszerelő eszköz) segítségével „csináld magad” módon felszerelhető.

A lámpa Energy Star minősítéssel rendelkezik, névleges élettartama 50 000 óra. A készlet tartalmaz különböző méretű összekötőkábelt és közvetlen csatlakozókat is a lámpatest bekötéséhez, így a termék rendkívül testre szabhatóvá és sokoldalúvá válik, és igen sokféle helyiségben használható – konyhában, nappaliban, a műhelyben vagy otthoni irodában.

A zsűri véleménye: Ez a költséghatékony lámpa innovatív, kézmozdulattal működő fényszabályozásával és karcsú kialakításával ideális opció az otthonok falmélyedéseihez.

A lámpatest mérési adatai

- **Teljesítmény:** 3,86 W
- **Fényáram:** 255 lm
- **Fényhasznosítás:** 66,2 lm/W
- **Színhőmérséklet (CCT):** 2987K
- **Színvisszaadási index (CRI):** 83
- **Energy Star® minősítés:** van
- **Garancia:** 3 év

Retrofit- (csere)lámpák

Győztesek

Nostalgic T6 teljesen dimmelhető, izzószál-utánzatú LED-lámpa, Bulbrite Industries Inc.



Egy, a tenyerünkben elférő lámpa, amely mégis tökéletes „energiával” szolgál! A Bulbrite cég „Nostalgic T6” elnevezésű, izzószál-utánzatú LED-lámpája meleg fehér fényt szolgáltat, és kikészítése hasonlít a hagyományos, nosztalgikus izzólámpához – a LED-ek minden előnyével felruházva. Ez a kivételesen energiatakarékos, Energy Star minősítésű lámpa 2,5W-ot fogyaszt és 160lm fényáramot bocsát ki – kitűnő fényhasznosítás mellett. Feje E12-es, nedves helyiségekhez használható UL-besorolással rendelkezik, alkalmas zárt lámpatestekhez is, és kompatibilis valamennyi dimmertípussal, így kiválóan alkalmas autóbusszlámpákhoz, falikarokhoz, csillárokhoz és mennyezeti lámpatestekhez. A 10 USD alatti áron kapható lámpa a funkció, a stílus és az energiahatékonyság tökéletes elegye – mindezek egy egyszerű kis bűrába zárva.

A zsűri véleménye: Ezt a T6-os csóllámpát új, izzószál-utánzatú bűra és biztos tulajdonságok jellemzik, amelyek vonzó áron elégítik ki a piaci igényeket.

A lámpa mérési adatai

- **Teljesítmény:** 2,5 W
- **Fényáram:** 163,6 lm
- **Fényhasznosítás:** 76,06 lm/W
- **Színhőmérséklet (CCT):** 2316K
- **Színvisszaadási index (CRI):** 82,8
- **Energy Star® minősítés:** van
- **Garancia:** 5 év

17W-os Refine PAR38-család, Green Creative



A Refine PAR38 lámpákat olyan alkalmazásokhoz tervezték, amelyek nagy teljesítményű világítást és pontos színvisszaadást igényelnek. Ezek az Energy Star minősítésű lámpák mindössze 17W-ot fogyasztanak és 1430lm fényáramot bocsátanak ki az iparban vezető adatnak számító 84lm/W fényhasznosítás mellett. A keskenyen sugárzó típus 7500 kandelás fényerőssége is a legnagyobbak számít a többi, nagy színvisszaadási indexű, 120W-os hagyományos lámpák cserelámpái között. Valamennyi Refine-típust szabadalmaztatott háromrészes optika jellemzi, amely reflektorból, fókuszáló és fénynyalábformáló lencséből áll, amelyek egyenletes, egyforma megvilágításról gondoskodnak. A CRI=90, R9=65 és R13=90 színvisszaadási indexű lámpák éles, élénk színekről gondoskodnak árak, műtárgyak és élelmiszerek megvilágításához. Szintűrésük MacAdam 4, így az egyes lámpaegyedek minimális színeltérést mutatnak. Teljesen dimmelhető, zárt bűrájú lámpák, élettartamuk 50 000 óra, 2700, 3000 és 4000K színhőmérsékletben, illetve 15, 25 és 40°-os sugárzási szöggel készülnek. Kaphatók 120-277V-os és GU24 fejű változatban is.

A zsűri véleménye: Ilyen nagy fényű LED-es PAR-lámpa ritkaság. Ennek a típusnak jó a fényárama és a színe, és sugárzási szögei jól alkalmazhatók lakásvilágítási célokra is.

A lámpa mérési adatai

- **Teljesítmény:** 16,99 W
- **Fényáram:** 1723,1 lm
- **Fényhasznosítás:** 101,44 lm/W
- **Színhőmérséklet (CCT):** 3056K
- **Színvisszaadási index (CRI):** 92,9
- **Energy Star® minősítés:** van
- **Garancia:** 5 év

HOLUX Kft. 1135 Budapest, Béke u. 51-55.

HOLUX Központ és Műnökiroda Tel.: (06 1) 450 2700 Fax: (06 1) 450 2710
 HOLUX Vevőszolgálat Tel.: (06 1) 450 2727 Fax: (06 1) 450 2710
 HOLUX Üzletház Tel.: (06 1) 450 2718 Fax: (06 1) 320 3258
 HOLUX Fényszaküzlet Körmeny Tel.: (06 94) 594 315 Fax: (06 94) 594 316
 HOLUX Fényszaküzlet Nyíregyháza Tel.: (06 42) 438 345 Fax: (06 42) 596 479
 HOLUX Fényszaküzlet Pécs Tel.: (06 72) 215 699 Fax: (06 72) 215 699
 HOLUX Fényszaküzlet Szeged Tel.: (06 62) 426 819 Fax: (06 62) 426 702
 www.holux.hu www.fenyaruhaz.hu e-mail: hoso@holux.hu

A kiadványunkban közölt információkat a legnagyobb körültekintéssel igyekeztünk összeállítani, az esetleg mégis előforduló hibákért felelősséget nem vállalunk. A közölt adatok változtatásának jogát minden külön értesítés nélkül fenntartjuk.

Minőségirányítási rendszer



A MEE Világítástechnikai Társaság tagja

