

Tartalom

1 Rövid hírek

- A LightingEurope iránymutatást tesz közzé az energia-címkézési adatbázishoz (EPREL)
- Közvetlenül a meghajtóba építhető, vezeték nélküli Tridonic basicDIM Wireless modul
- DALI tápegységgel szerelt Tridonic LED-meghajtók
- A Tridonic Casambi Ready RF modulokkal egészítette ki vezeték nélküli basicDIM választékát
- A Fael LUCE új LEDMASTER ONE lámpatestei világítják meg a teljesen felújított limai San Marcos stadiont
- A Fael LUCE útvilágítása a sharjahi Al Murooj 50°C-os környezeti hőmérsékletéhez

2 Zhaga-hírek

3 A 2019. évi angliai Világítástervezési Verseny kitüntetett alkotásai, 1. rész

4 A LED-ek emberi egészségre gyakorolt potenciális veszélyei – előzetes vélemény, 3. rész – A bőroptika alapjai

A LightingEurope iránymutatást tett közzé az energiacímkézési adatbázishoz (EPREL)

(Forrás: <https://www.lightingeurope.org/PressRelease>, 2019.máj. 7.)

Annak érdekében, hogy a vállalatok hatékonyan tudjanak megfelelni az EPREL-re vonatkozó új jelentési kötelezettségeiknek, a LightingEurope iránymutatásokat és információkat tett közzé tagjai számára, amelyek részletezik a jelentésekben érintett termékeket és a jelentendő paramétereket.

2019. január 1-jétől a világítástechnikai termékekre vonatkozó Energiacímkézési Rendelet (EK 874/2012) hatálya alá tartozó valamennyi világítási terméket az európai piacon történő forgalomba hozatal előtt regisztrálni kell az EPREL-be. Az újabb mérőföldkö: 2019. június végéig az EPREL-nek tartalmaznia kell az összes olyan, energiahatékonysági címkével ellátott termékre vonatkozó információt is, amelyeket 2017. augusztus 1. óta hoztak forgalomba az EU piacán.

A világítástechnikai vállalatok minden évben óriási mennyiségű terméket visznek az EU piacára, és az a kihívás, hogy mindössze néhány hónap alatt eleget tegyenek ennek a törvényi kötelezettségnek valóban rendkívüli.

„A LightingEurope irányelvei elmagyarázzák, hogy hogyan kell az EPREL szabályait a világítástechnikai termékekre alkalmazni. Ellátják tagvállalatainkat minden olyan információval, amely egy termék regisztrálásához szükséges – a világítási termékekre vonatkozó adott törvényi kötelezettségektől az ICT (információs és kommunikációs technológiai) feladatokig, amelyeket meg kell oldani, ha számítógépekről a tartalmat az EPREL-re akarják feltölteni.” – magyarázta Ourania Georgoutsakou, a LightingEurope főtitkára.

A LightingEurope és tagvállalatainak szakértői az adatbázis jellemzőinek kialakítása során felvették a kapcsolatot az Európai Bizottsággal. Ennek az érdekképviseleti munkának köszönhetően a lámpatestek címkéje nem került az EPREL hatálya alá, az időkorlátokat felülvizs-

gálták, hogy több időt jusson a vállalatok számára, és az adatbázis néhány technikai elemét módosították, hogy lehetővé tegyék a világítástechnikai termékek energiacímkézési rendeletének hatálya alá eső összes lámpa megfelelő regisztrálását.

„A tagvállalatok egy olyan élő dokumentumra támaszkodhatnak, amelyet szakértőink a jogi követelmények pontos értelmezése és a Bizottság által rendelkezésre bocsátott legfrissebb módosításokkal kapcsolatos információk birtokában rendszeresen frissítenek. A Bizottsággal rendszeresen kommunikálunk, hogy megosszuk kéréseinket és megkapjuk a frissítéseket” – foglalta össze Ourania Georgoutsakou.

Az EPREL iránymutatásai közvetlenül elérhetők a LightingEurope tagvállalatai és az egyes országok világítástechnikai szövetségének tagjai számára. A részletek megismerése érdekében a világítástechnikai vállalatok közvetlenül felvehetik a kapcsolatot a nemzeti világítástechnikai szövetségekkel.



Közvetlenül a meghajtóba építhető, vezeték nélküli Tridonic basicDIM Wireless modul

(Forrás: www.tridonic.com, 2019. jan. 9.)

A Tridonic LED-meghajtójának prémium (PRE) családját basicDIM Wireless modullal szerelte fel. Ezzel gyors, kényelmes, helytakarékos, vezeték nélküli világításvezérlésre van lehetőség bármilyen további vezetékezés nélkül.

A prémium (PRE) családba tartozó, beépített basicDIM Wireless modullal készülő, új LED-meghajtók Bluetooth-technológiát használnak adott hálózat max. 127 eszközével történő vezeték nélküli kommunikációhoz. Többé már nem kell különálló vezeték nélküli modul a lámpatestek vezeték nélküli vezérléséhez. Csúpn egy olyan meghajtóra van szükség az egyes lámpatestekhez, amelyekbe már be van építve a basicDIM Wireless modul.

Az ily módon felszerelt lámpatestek Bluetooth segítségével vezérelhetők, csoportokba sorolhatók és fényáramuk 1 és 100% között változtatható. Lehetőség van világítási jelenetek beállítására is vagy – megfelelő meghajtóval állítható fehér alkalmazások is összeállíthatók. A kimeneti áramok is könnyen beállíthatók I-SELECT 2 áthidaló dugasz segítségével.

Háromféle változat különböző lámpatestekhez

A „Casambi Ready” meghajtók háromféle változata kapható, amelyek sokféle lámpatesthez alkalmasak:

– Az SC PRE (CC) basicDIM Wireless állandó áramú meghajtó négyféle – 10-45W (150-1400 mA) – változatban készül. Beépíthető lámpatestekbe, vagy opcionális mechanikai feszültségmentesítővel ellátva külön is felszerelhető például az SLE, CLE vagy DLE LED-modulokkal együtt. A kimeneti teljesítmény típusától függően 10, 17, 25 vagy 45W

– Ugyancsak négyféle változatban – 35W-tól 150W-ig – készül a basicDIM Wireless 24V állandó feszültségű PRE (CV) LED-meghajtó is mechanikai feszültségmentesítővel ellátott, miniatűr változatban. Ezek például az LLE FLEX modulokkal kompatibilisek. Kimeneti teljesítményük típusától függően 35, 60, 100 vagy 150 W.

– Az állítható fehér PRE (TW) LC 38W 2 CH DT8 basicDIM Wireless meghajtó külön szerelendő, kétcsatornás, állandó áramú eszköz, kimeneti teljesítménye 38W.

Applikáció a világításvezérléshez

Az új PRE meghajtók különösen az irodák, egészségügyi intézmények és üzletek

TRIDONIC



LC 10 W 150–400 mA bDW SC PRE2; LC 100 W 24 V bDW SC PRE2; LC 38W 350–1050mA bDW TW SR PRE2

üzemeltetői számára lesznek értékesek, akik gyors és kényelmes módon – külön kábelezés nélkül – szeretnék modernizálni világításukat. Ezzel ugyanis egy hatékony, olcsó, nagy teljesítőképességű eszköz birtokába kerülnek, amely könnyen vezérelhető Bluetooth segítségével. Használatukat tovább egyszerűsíti az ingyenes App 4remote BT applikáció és az opcionális felhasználói interfész.

DALI tápegységgel szerelt Tridonic LED-meghajtók

(Forrás: www.tridonic.com, 2019.febr. 5.)

A Tridonic prémium (PRE) családjának mindössze 11 vagy 16 mm magasságú, új meghajtói igen nagy szabadságot kínálnak a tervezőknek ahhoz, hogy változatos formájú lámpatesteket konstruáljanak. A szokásos széles fény szabályozási tartományon és one-4-all interfészen túl készülnek rövid hatótávolságú kommunikációval, NFC-interfészszel ellátott változatok is. A 16 mm-es típusok el vannak látva beépített DALI-tápegységgel (po4a) is.

Az új PRE-meghajtókat a legfejlettebb technológiával tokozzák, így a prémium-család valamennyi funkciója igen kis helyekre építhető be. A csökkentett méretű házak ugyanolyan hosszúságúak és szélességűek (360mm x 30mm-esek), mint korábban, magasságuk azonban a 21 mm helyett most már csak 11 vagy 16 mm. A csatlakoztatott lámpatestek számára lényegében villogásmentes (<5% villogású) fény szabályozást kínálnak a 100 és 1% kö-

zötti fényerősség-tartományban, és el vannak látva intelligens interfészekkel – kis hatótávolságú kommunikációra alkalmas NFC-vel és beépített po4a DALI-tápegységgel. Az NFC és a companionSUITE szoftvercsomag kombinációja lehetővé teszi, hogy a lámpatestgyártók a meghajtókat gyorsan és vezeték nélkül programozzák a gyártás során. Egyszerre maximum 10 meghajtót lehet vezeték nélkül konfigurálni egyetlen lépésben antenna segítségével. A po4a (kiegészített one4all) interfész ellátja tápfeszültséggel az érzékelőket, leegyszerűsítve ezzel az érzékelővel vezérelt világítási rendszerek megvalósítását – plusz DALI-vezetésekre az érzékelőkhöz többé már nincs szükség.

Rugalmas beállítási opciók

A lapos házakba szerelt karcsú meghajtók tipikus alkalmazása az irodai környezetek lineáris és nagy területet megvilágító lámpatestei. Alkalmasak az EN 50172-nek megfelelő tartalékvilágításokhoz is. Valamennyi meghajtóra nézve általánosak az alkalmazás-optimalizált működési tarto-



A Tridonic Casambi Ready RF modulokkal egészítette ki vezeték nélküli basicDIM választékát

(Forrás: www.tridonic.com, 2019.ápr. 4.)

A lámpatestek közötti Bluetooth-alapú kommunikáció számára a Tridonic a basicDIM Wireless portfólióját kiegészítette két új, vezeték nélküli Casambi Ready modullal, amelyek könnyen és rugalmasan beépíthetők a meglévő rendszerekbe, és – megfelelő érzékelőkkel – jelentős potenciális energiamegtakarítást kínálnak. Alkalmasak a világítási rendszerek egyedi beállítására is.

Kis méreteiknek köszönhetően mind a passzív, mind az állandó feszültségű basicDIM Wireless modul könnyen beépíthető a világítási rendszerekbe. Automatikusan létrehoznak egy max. 127 fénypontból álló kommunikációs hálózatot. A hálózatban lévő lámpatesteket azután vezeték nélkül lehet kapcsolni, dimmelni és csoportokba sorolni. Igény szerinti világítási jeleneteket is fel lehet építeni.

Táplálás DALI vagy 12-24V DC segítségével

A 40,4mm x 36,3mm x 14,0mm-es modul kényelmesen beépíthető azokba a lámpatestekbe, amelyek még nincsenek ellátva basicDIM Wireless meghajtókkal.

A táplálás a standard DALI-vezetéken, vagy közvetlenül az új prémium (PRE) po4a DALI meghajtó segítségével oldható meg.

A kommunikáció Bluetooth felhasználásával történik. Ez azt jelenti, hogy a vezeték nélküli modul külső átvjáró igénybevétele nélkül képes összekapcsolni a lámpatesteket. A jelenlét és a környező fény érzékelésének beépítéséhez csatlakoztatható basicDIM Wireless érzékelőhöz is.

A 72,6mm x 30mm x 18mm-es basicDIM Wireless PWM CV-4CH modul táplálása 12-24V-os egyenfeszültséggel történik. Maximum négy csatornát lehet kapcsolni és dimmelni Bluetooth segítségével – például négy lineáris LLE FLEX szalagot, vagy akár teljesen különböző, állandó feszültségű LED-modulokat is. A modullal a meglévő LED-szalagok könnyen dimmelhetők anélkül, hogy külön DALI-vezetékekre vagy meghajtókra lenne szükség. A maximális kimeneti áram 6A, amely a 4 csatorna között tetszőleges arányban megosztható.

A modulok bármit vezérelhetnek – egy egyszerű lámpatesttől maximum 127 fénypontot tartalmazó világítási rendszerekig – például irodákban vagy tantermekben. A vezérlés intuitív módon az ingyenes 4remote BT applikáció segítségével, Android vagy iOS rendszerű okostelefonokkal



mányok a maximális kompatibilitás érdekében, a kis (<0.15W) készletvesztéseknek köszönhető nagy energiamegtakarítás és a nagy (>92 %) hatásfok. A meghajtók mindkét hosszban készülnek 50 és 75W teljesítménnyel, 100 és 400 mA között szabályozható kimeneti áramokkal. A kimeneti áram beállítására négy opció áll rendelkezésre: vezeték nélkül NFC-vel a Tridonic web-alapú companionSUITE szoftverével, DALI-val masterCONFIGURATOR felhasználásával, a megfelelő I SELECT 2 áthidaló ellenállással vagy a ready2mains programozóval.



basicDIM Wireless Passive Module / basicDIM Wireless PWM CV 4CH



basicDIM Wireless Sensor 5DP

végezhető. Az applikáció a Google Play Store vagy az Apple App Store áruházban érhető el, és támogatja a firmver vezeték nélküli frissítését.

A két új vezeték nélküli modul az 5DP basicDIM Wireless érzékelővel együtt teszi teljessé a Tridonic választékát. A Casambi Ready vezérlési technológia lehetővé teszi a változatos interakciót a helyiségben lévő összes lámpatesttel az applikáció vagy a felhasználói interfész segítségével anélkül, hogy bármilyen további vezetékezésre lenne szükség. A vezeték nélküli kommunikációs hálózat automatikusan feláll.

A Fael LUCE új LEDMASTER ONE lámpatestei világítják meg a teljesen felújított limai San Marcos stadiont

(Forrás: a Fael LUCE eNews c. kiadványa, 2019. március)

Peruban a limai San Marcos stadion teljes rekonstrukción esett át a Pánamerikai Játékokra, így a stadionban most már mindenütt a Fael LUCE lámpatestei világítanak. A dél-amerikai stadionokra jellemző különösen kis szögű és hátra hajló tribünök okán a stadion világítása meglehetősen nagy kihívást jelentett. Az igen magas oszlopokra számos fényvetőt szereltek fel az új, nagyteljesítményű LEDMASTER ONE típusokból.

Emellett a teljes projekt – beleértve a lámpatestek irányának beállítását is – még nehezebbnek bizonyult a szigorú műszaki követelmények betartása és az atlétikai pálya következtében. Az eredmény azonban igen látványos lett.

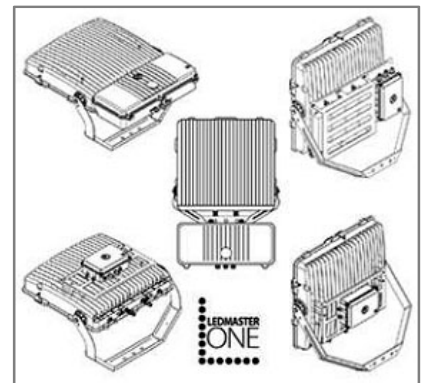
LEDMASTER ONE – rugalmasság és nagy teljesítmény

A nagyteljesítményű LEDMASTER ONE fényvető – annak mind szimmetrikus, mind aszimmetrikus változata – egyre nagyobb sikereket ér el Olaszországban és szerte a világon kitűnő teljesítőképességének és teljesítményszintjeinek köszönhetően.



De a legnagyobb elismerést a világítástervezők és mérnökök körében a kapható sokféle teljesítmény-fokozat és a lököfeszültség-védelmi kiegészítők váltották ki, ami lehetővé teszi számukra, hogy válasszanak a között, hogy a berendezés valamennyi részét elhelyezik a lámpatest szerelőlapján, vagy néhány centiméteres vagy akár 100 méteres távolságban szerelik fel azokat. A között is választhatnak, hogy a távolban felszerelt – IP66 védetségű – meghajtókat szabadon, vagy az IP20 védetségűeket külön elektromos szekrényekben helyezik-e el.

E rugalmasság folytán mód van arra, hogy az új lámpatesteket a meglévő statikai szerkezeti elemekre szereljék fel, ezzel minimálisra csökkentve a tervezési és módosítási költségeket.



LEDMASTER ONE = nagyfokú szerelési rugalmasság



A Fael LUCE útvilágítása a sharjahi Al Murooj 50°C-os környezeti hőmérsékletéhez

(Forrás: a Fael LUCE eNews c. kiadványa, 2019. március)

Éppen most fejeződött be az egyesült arab emírségekbeli Sharjah Al Murooj városának lakónegyedében az útvilágítás felújítása.

A Proximo City útvilágító lámpatestekkel végzett korszerűsítés különlegessége kétségtelenül az volt, hogy a lámpatesteknek eleget kellett tenniük a helyi közúti és szállítási hatóság által előírt 50°C-os környezeti hőmérsékletre vonatkozó minősítésnek.

A Proximo-család által megvilágított utak és autópályák kilométerei egyre nőnek szerte a világon.

A lámpatestek háromféle – Proximo, Proximo City és Proximo Way – változatban, 29W-tól egészen 302W teljesítményfokozatig készülnek.



Felülről lefelé: a Fael LUCE Proximo, a Proximo City és a Proximo Way útvilágító lámpatestei

(Forrás: <https://www.zhagastandard.org>, Press Releases, 2019.01.31.; 02.26.; 04.02.)

A Zhaga és a DiiA megállapodott egy intelligens lámpatest-interfész közös tanúsítási programjában

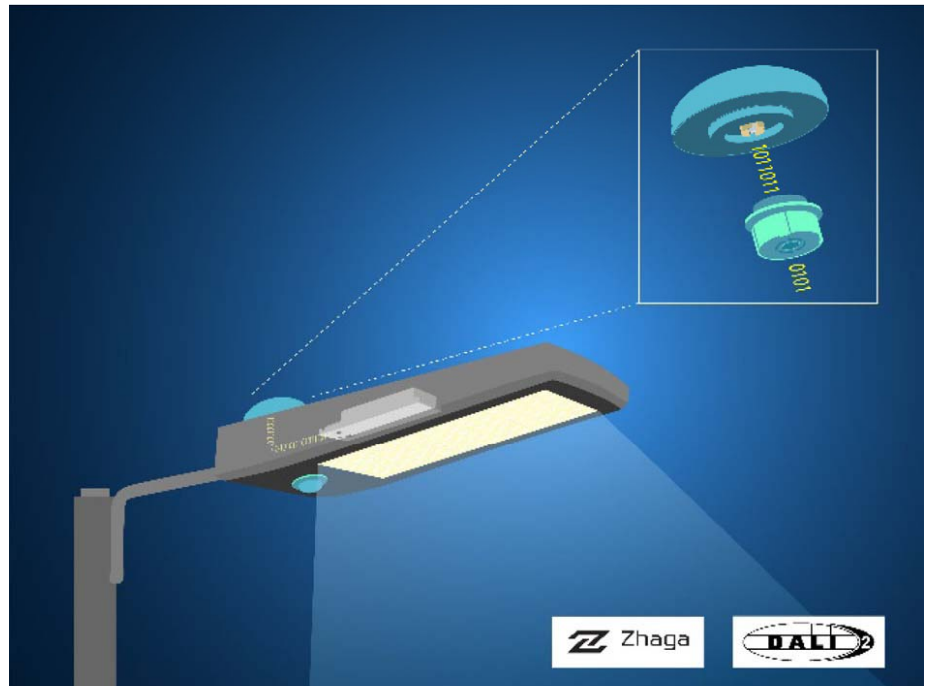
A Zhaga konzorcium (Zhaga) és a Digitális Világítási Interfész Szövetség (DiiA) közös tanúsítási program összeállításán dolgozik az interoperabilis lámpatestek és komponensek számára, amelyek lehetővé teszik az intelligens, időtálló LED-es lámpatestek kifejlesztését, amelyek csatlakoztathatók a Tárgyak Internetéhez (IoT)

A tanúsítási program a Zhaga és a DiiA egymást kiegészítő specifikációin fog alapulni, amelyek együttesen definiálják az intelligens lámpatest-interfészt. Ez az interfész leegyszerűsíti a plug-and-play interoperabilitással rendelkező LED-es lámpatestek kommunikációs/érzékelő csomópontokkal való ellátását. Először a kültéri világításra összpontosítanak, de a beltéri megoldásokkal kapcsolatosan is folynak fejlesztések.

A közös tanúsítási program magában foglalja a kültéri LED-es lámpatesteket és komponenseket – meghajtókat, érzékelőket és kommunikációs csomópontokat. A tanúsítási jel egyértelműen jelzi majd a kölcsönös alkalmazhatóságot, interoperabilitást. További részletek 2019 második negyedévében látnak majd napvilágot.

„Közös tanúsítási programunk az egész értékláncnak bizalmat fog kínálni a többféle beszállítótól származó termékek interoperabilitásával kapcsolatosan” – hangsúlyozta Ruud van Bokhorst, a DiiA vezérigazgatója. „Le fogja csökkenteni az átláthatatlanságot és hozzáadott értéket kínál a lámpatestgyártók és kereskedelmi végfelhasználók számára – lehetővé téve ezzel az intelligens lámpatestek digitális funkcióinak korszerűsítését.”

Az intelligens lámpatest-interfész a lámpatesten belüli kommunikációhoz alkalmas DALI protokollon alapul, ideértve a beépített DALI tápegységekkel, valamint a DiiA-nal az adatoknak az eszközkezelés, az energiaraportok és a diagnosztika számára szükséges tárolásával/visszakeresésével kapcsolatos közelmúltban közzétett specifikációit. Ezekre a specifikációkra hivatkozások találhatók majd a Zhaga második kiadásban megjelenő 18. könyvében is, amely definiálja a mechanikus csatlakozási interfészt és az interoperabilitás feltételeit. A nyílt szabványokon alapuló és egy robusztus tanúsítási program által támogatott interoperabilitás messzemenő következményekkel jár, ami értékeremtéshez,



valamint a kültéri világítással és az intelligens városokkal kapcsolatos projektek bizonyultságának csökkentéséhez vezet.

Amint arra Dee Denteneer, a Zhaga Konzorcium főtitkára rámutatott: „A városoknak plug-and-play interoperabilitásra van szükségük a kültéri lámpatestek és a kommunikációs/érzékelő csomópontok között, hogy hatékonyra és időtállóvá tegyék az intelligens városaikban kiépített alkalmazásokat. A DiiA-val való együttműködés lehetővé teszi számunkra, hogy ennek az interfésznek minden aspektusát kihasználjuk, és a közös tanúsítási program és tanúsítási jelölés megerősíti a plug-and-play interoperabilitást ügyfeleink számára.”

Háttér

Az érzékelők vagy a kommunikációs csomópontok kiépítésének vagy frissítésének megkönnyítésével az intelligens lámpatest interfész olyan időtálló lámpatestek kifejlesztését teszi lehetővé, amelyek lépést tudnak tartani a digitális hálózati és érzékelési technológia gyors fejlődésével. A lámpatestek a megfelelő vezeték nélküli kommunikációs csomópontokkal képesek együttműködni egy külső világításvezérlő hálózattal és bekapcsolódhatnak a Tárgyak Internetébe.

Az intelligens lámpatest-interfész a csatlakozó dugóhoz és aljzathoz, valamint a elektromos csatlakozók kiosztásához a 18. Zhaga-könyvben specifikált mechanikai formátényezőket használja.

A kommunikációs/érzékelő csomópontok

és a LED-meghajtók egy lámpatesten belüli DALI-busz segítségével csatlakoztathatók, ami a jól bevált és szabványosított DALI protokoll felhasználásával lehetővé teszi a kétirányú kommunikációt.

A LED-meghajtó alkalmas a működési és diagnosztikai adatok, valamint a lámpatesteknek a raktározás nyomon követéséhez és a kapcsolatos folyamatokhoz szükséges információk tárolására és lejelentésére (DALI Part 252 és 253, illetve 251). A beépített busz-tápegységekre és a kiegészítő tápegységekre vonatkozó DiiA specifikációk (DALI Part 250 és AUX specifikációk) a Zhaga-aljzathoz csatlakoztatott kommunikációs/érzékelő csomópont tápellátási követelményeit is tartalmazzák



A Zhaga megerősíti azt a tervét, hogy a 18. sz. könyvet átadja az IEC-nek

A Zhaga konzorcium megerősítette azt a tervét, hogy a specifikáció 2019 közepére várható befejezését és a Közgyűlés jóváhagyását követően átadja a 18. könyv 2.0-as verzióját az IEC-nek. Ez a könyv a kültéri lámpatestek intelligens interfészét ismerteti és specifikálja a tápellátási, kommunikációs és mechanikai szempontokat. A döntés az 1., 7., 10., 12. és 14. számú könyvek folyamatban lévő átadását követő lépés.

Legutóbbi taggyűlésén a Zhaga konzorcium megerősítette azt a döntését, hogy a

18. számú Zhaga-könyv 2.0-ás verzióját az IEC rendelkezésére bocsátja. Ez a lépés követi a Zhagának azt a gyakorlatát, hogy a sikeres és elfogadott specifikációkat átadja az IEC-nek. Ily módon a Zhaga szélesebb konszenzust, nagyobb közönséget és teljes harmonizációt tud biztosítani az IEC meglévő és elfogadott szabványaival és gyakorlataival. A 18. sz. könyv 2.0-ás verziójának átadása a piac által már sikeresen adoptált 1., 7., 10., 12. és 14. sz. könyvek IEC-nek való átadását követi.

A Zhaga 18. sz. könyvének 2.0-ás verziója ismerteti a kültéri lámpatestek intelligens interfészét és specifikálja a tápellátási és kommunikációs szempontokat a könyv 1.0-ás verziójában már ismertetett mechanikai szempontokon túlmenően. A könyv leegyszerűsíti az alkalmazástechnikai modulok – érzékelők és kommunikációs csomópontok – plug-and-play interoperabilitással történő beépítését a LED-es lámpatestekbe. Ez az interoperabilitás nagy előnyt jelent majd a teljes értéklánc számára. Csökkenteni fogja a bonyolultságot és hozzáadott értéket teremt a lámpatestek gyártói, felszerelői és – ami feltehetően még fontosabb – a világítástervezők számára. A 18. sz. Zhaga-könyv 2.0-ás verziója lehetővé teszi, hogy bármelyik tanúsított modul bármilyen tanúsított lámpatesthez alkalmas legyen.

„A Zhaga küldetése az interoperabilitásról szól” – jegyezte meg Dee Denteneer, a Zhaga főtitkára – „és amit a 18. sz. könyvünkben kívánunk elérni, az ‘egy világításhoz alkalmas, USB-szerű ipari szabvány’”. A Zhaga 18. sz. könyve 1.0-ás verziójának – amelyben csak a mechanikai interfész volt specifikálva – átadása az IEC-nek nem felelne meg céljainak. Ezért csak akkor kezdeményezzük majd az átadást, ha a 2.0-ás változat elkészül, mivel az a kiadás garantálja a teljes interoperabilitást.”

Amint azt a 2019. jan. 31-i sajtóközleményben írtuk, a 18. számú Zhaga-könyv 2.0-ás verziója a Digitális Világítási Interfész Szövetséggel (DiiA) való együttműködésnek és a DiiA specifikációk felhasználásának az eredménye. Ezeket a DiiA specifikációkat egy külön eljárás keretében adjuk majd át az IEC-nek a DALI protolloknak megfelelő állandó gyakorlatot követve. A Zhaga az átadást a specifikáció befejezését és közgyűlés jóváhagyását követően a legnagyobb prioritás szem előtt tartásával fogja átadni – várhatóan 2019 közepe táján.



Az IoT Ready Alliance beolvad az ÚJ Zhaga konzorciumba és tőkét kovácsol belőle

A Zhaga és az IoT Ready Alliance örömmel jelenti be, hogy megegyeztek erőfeszítéseik egyesítésében, és ezután egyetlen szervezetként, a Zhaga konzorcium keretében fognak tevékenykedni. A cél az, hogy felgyorsítsák az érzékelők lámpatestekbe történő beépítéséhez szükséges interfész-specifikációk harmonizált, globális kidolgozását és megszüntessék az iparágban fennálló félreértéseket.

2018 nyarán a Zhaga konzorcium és az IoT Ready Alliance párbeszédet folytatott annak megvizsgálására, hogy hogyan lehetne a lámpatestekbe építhető érzékelőkkel kapcsolatos szabványosítási tevékenységeiket összehangolni. 2019 elején a szervezetek megállapodtak abban, hogy az lenne a legjobb, ha az interfész-specifikációk egyetlen összeállítását elfogadásának megkönnyítését és az iparágban tapasztalható félreértések megszüntetését célzó erőfeszítéseiket összehangolnák.

Amint azt az IoT Ready Alliance elnöke, Neeraj Purandare nyilatkozta: „A legjobb megoldás az volt, hogy kihasználjuk az ÚJ Zhaga nagyságát arra, hogy ösztönözzük őket a szabvány kidolgozásának folytatására és hogy beolvasszuk az IoT Ready Alliance-t azzal a céllal, hogy tagjai csatlakozzanak a Zhagához.”

A döntés hátterében az a tény állt, hogy az ÚJ Zhaga 2018 decemberében egy kiszélesített munkaterülettel kezdett foglalkozni, amelynek célja a Tárgyak Interneté és a szolgáltatási iparág új, növekvő területeit célozta meg. Az ÚJ Zhaga az interoperabilitásra összpontosít, és többek között egy erős program kidolgozásán munkálkodik az intelligens alkatrészek – például érzékelők és kommunikációs modulok – interfészei vonalán.

„A Zhaga felkéri az IoT Ready Alliance valamennyi tagját, hogy lépjen be a Zhaga tagjai közé, és vegyen részt munkacsoportjainkban” – nyilatkozta Dee Denteneer, a Zhaga konzorcium főtitkára. A harmonizációnak egyértelműbb és erősebb lesz a hangja a piac számára, és ösztönzi az intelligens világítás innovációjának elfogadását. Bizom abban, hogy megerősítjük új tevékenységeinket az amerikai piacon.”

A Zhaga nagy érdeklődést tapasztalt legfrissebb specifikációjuk, a 18. sz. könyv iránt, amely meghatározza a kültéri lámpatestek és az intelligens érzékelő/kommunikációs csomópontok közötti interoperabilitást.

Egy másik, elfogadáshoz közel álló specifikáció a 20. sz. könyv, amely a beltéri lámpatestek és érzékelő/kommunikációs modulok intelligens interfészéről szól.

A Zhaga-ról röviden Zhaga

A Zhaga világítástechnikai vállalatok globális szövetsége, amely LED-es lámpatestek komponenseihez alkalmas interfészek szabványosításával foglalkozik – ideértve a komplett LED-modulokat (LED engine-eket), (egyszerű) LED-modulokat. LED-tömböket, foglalatokat, elektronikus előtétet (LED-meghajtókat) és csatlakozó rendszereket. Mindez segít a LED-es világítás ellátási láncának, valamint a LED-es lámpatestek tervezésének és gyártásának leegyszerűsítésében. A Zhaga tovább dolgozik az interoperabilis komponensek, az intelligens és csatlakoztatott világítás, valamint a szervizelhető lámpatestek egymással összefüggő témáin alapuló előírások kidolgozásán.

A DiiA-ról röviden Digital Illumination Interface Alliance

A Digitális Világítási Interfész Szövetség (Digital Illumination Interface Alliance – DiiA) egy nyitott, globális világítástechnikai konzorcium, amelynek célja a digitálisan címezhető világítási interfész (DALI) technológián alapuló világításvezérlő megoldások piacának növelése. A DiiA működteti a nemzetközi IEC 62386 szabvány legfrissebb verzióján alapuló DALI-2 tanúsítási programot. A DALI-2 tanúsítás a DiiA és a Zhaga konzorcium közös PR-tevékenységének ígéretével jelentősen javítani fogja az interoperabilitást és a további funkcióképeességeket a piacon kapható jelenlegi DALI rendszerekkel összevetve. A DiiA teszt sorozatokat dolgoz ki a DALI-2 termékfelelősségi teszteléshez, és új specifikációkat állít össze további DALI-2 funkciókhoz.

Az IoT Ready Alliance-ról röviden



Az IoT-Ready Alliance™ vezető világítástechnikai, épületfelügyeleti és a Tárgyak Internetéhez kapcsolódó vállalatok és szervezetek szövetsége, amelyek közös szabvány kidolgozásán tevékenykednek a Tárgyak Internetéhez csatlakoztatható lámpatestek számára. E szabvány lehetővé fogja tenni az új LED-es lámpatestek számára, hogy olyan szabványos foglalattal legyenek ellátva, amelyekhez intelligens érzékelőket lehet könnyen csatlakoztatni a felszerelt lámpatestek esetén is.

kitüntetett alkotásai, 1. rész

(Forrás: <http://awards.lighting.co.uk/winners-2019>)

Három projekt Kínából, kettő-kettő Ausztráliából és az Egyesült Királyságból, egy pedig Japánból, az Egyesült Arab Emírségekből és Tajvanból kapta meg Londonban a 43. „Lighting Design Awards 2019” világítástervezési verseny legmagasabb elismerését. A győztesek a díjakat a londoni Troxy*-ban megrendezett „feketenyakkendős” eseményen vehették át 600 formatervező, építész és beszállító jelenlétében. (*A hajdani sörfőzde helyén a múlt század harmincas éveiben emelt, műemlék védelem alatt álló, art deco stílusú épület. A 3100 fő befogadására alkalmas terme először filmvetítésekre szolgált, ma a legkülönbözőbb koncerteknek, konferenciáknak és egyéb eseményeknek ad otthont. – A Szerk.)



Az év legjobb szállodavilágítási projektje

A Muh Shouou Xix hotel világítása,
Hangzhou, Kína
Világítástervező: Prolighting

Kína Hangzhou tartományában, a lápos Xixi földön épült 7000 m²-es Muh Shouou Xixi üdülőszállót 36 000 m²-es park veszi körül. Az architektúra és a táj egyfajta dialógust folytat a környező hegyekkel és folyókkal, és a szálloda világítási kiírása ugyanezt kérte.

A világítástervezés lényegi eleme a természetes fény felhasználása volt a projekt minden szakaszában. Az architektúra és a táj megvilágítása a felületek nyersanyagainak textúráját kiemelő megvilágítással használja ki a helyszín tervezési ritmusát. Az üveg anyagszerűségével térérzetet generál és beengedi a napfényt. A minimalista koncepció révén felerősödik a lápos terület eredeti környezeti háttere – jól visszatükrözve ezzel az ember és a természet harmonikus együttlétét.

A szállodához vezető utat mindkét oldalon zöldellő növényzet övezi. Az út fő megvilágítását egyedi tervezésű lámpatestek biztosítják. A kanyargós terület mentén a fák és a fények véletlenszerűen jelennek meg.

A világítási megoldás, amelynek alapja a természetes anyagokból készült építőkövek felületén létrejövő fény-árnyék játéka, gazdag, de visszafogott belső tereket alakít ki, és azáltal, hogy az ablakokon keresztül pillantást vehetünk a lápos táj erdeinek fáira, lehetővé teszi a természet számára, hogy összekösse a bentlakókat a természetes világgal.



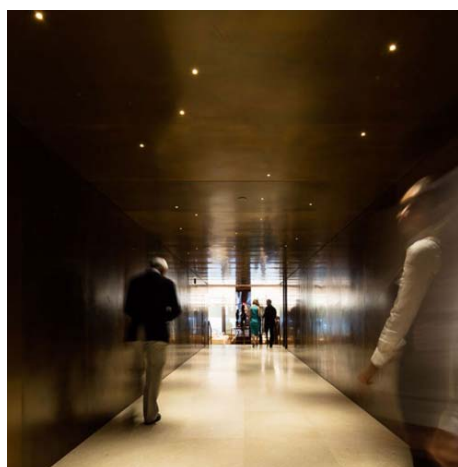
Az év legjobb étteremvilágítási projektje

A Four Seasons (négy évszak) étterem világítása, New York, USA

E New York Cityben lévő ikonikus étterem világításának elsődleges célja az volt, hogy magas színvonalú étkezési élményt nyújtson a vendégek számára – olyan helyet, ahol mindenki „jól néz ki és jól érzi magát”. Ezért a fő étkezési helyiségben kerültek az erős mélysugárzó fényeket. Helyettük egymást keresztező bronzcsövek egyedi, dekoratív installációja gondoskodik lágy, indirekt világításról, 10-200 lx erősségű fényszinteket hozva létre az ebéd és vacsora közötti átmenethez. Az architektúrális világítás tervezője és az egyedi lámpatestek gyártója közötti szoros együttműködés biztosította, hogy az esztétikus megjelenés, a színhőmérséklet, a fényszint és a dimmelési tartomány megfelelő legyen, és elégítse ki a szigorú tartalékvilágítási követelményeket, azaz semmiféle kiegészítő világítás ne zavarja az eredeti mennyezeti síkot. Az asztalokon egyedi, akkumulátoros asztali lámpák gondoskodnak szép, intim világításról. Az étkezőhelyiség ablakaiba aranszálás hálójával borított paneleket erősítettek, alsó tartókereikbe sűrűfényt adó LED-es lámpatestekkel. A háló kívülről „magánszférát” kölcsönöz az étteremnek, ugyanakkor jól kiemeli az anyagot a környezetéből.

Az étteremmel ellentétben a bár és a folyosó sötétebb felületeivel és a hangulatos környezetet kiemelő, minimális, visszafogott spotfényeivel drámaibb élményt nyújt. A bárban a padlóba süllyesztett és az elszívőrendszer rácsaiba rejtett, sűrű fényű lineáris lámpatestek jól kiemelik a körbefutó üvegfelület fűtő üveggyöngyeit – az eredeti étteremtérre emlékeztető csillogással egészítve ki a látványt. A középpontban kialakított bárt asztali lámpák és a pult alá szerelt, sűrű fényű lineáris lámpatest emeli ki – vizuálisan rögzítve ezzel a helyiség közepén. A visszafogott megvilágítású folyosó „íz-öblítőként” szolgál a kontrasztos bár és az étkezőhelyiség atmoszférája között, a vendégeket a bronz belsőteret kiemelő, véletlenszerűen elhelyezett LED-es pontfényekkel vezetve a félhomályból a fénybe.

Az egész étterem világítása – ahol csak lehetett – zökkenőmentesen épül be az architektúrális részletekbe, csak a dekoratív lámpatestekre engedve rálátást. Eredeti megoldásként a mosdóba vezető folyosónak farácsozatú mennyezete van, amelyen keresztül alulról kap megvilágítást a rácsozat mögötti fa mennyezet.



A lámpatesteket a rácsozat kerülete mentén rejtették el, varázslatos, lágy pillanatot hozva létre a helyiségbe való belépés előtt.

Világítástervező: Suzan Tillotson, Erin Dreyfous, Megan Trimarchi – Tillotson Design Associates; Világítási berendezések: USA Illumination, Lukas Lighting, Flos, Luminii, Electrix, Moda Light, Interlux, Apure, Lutron; Fotó: Fernando Guerra és John Muggenborg

Az év legjobb szabadidős intézmény világítási projektje

A New Shanghai színház világítása, Shanghai, Kína

Világítástervező: Unolai Lighting Design + Associates

A fény és a sötétség között az architektúra által koreografált és a világítással felerősített, időtlen románc keltette életre az Új Shanghaji Színházat.

A shanghaji utcakép egyik historikus részére beágyazva, kőhomlokzatú burkolatok bensősége invitál egy emberi léptékű átjáró felé, ahol egyedi falikarokkal kiemelt, fodros bronz falak csábítják a látogatókat a küszöb átlépésére.

Apró bemélyedések „lebegővé” alakítják át ezeket a falakat, a színházi függönyök gazdag redőire emlékeztetve. Belépve, a látogatók szemeit egyből egy boltozatos tetőablak vonzza magára.

A fény meghatározó szerepet játszik mindenütt: a fénylő üregek jól ellensúlyozzák a nehéz tömeget, a stratégiaileg megnövelt tetőablakok pedig elmélyítik a fény és árnyék közötti drámai dialógust.

A tetőablakokba építve a színházban mindenütt stratégiaileg kikalkulált elektromos fény tölt be támogató szerepet – hosszabb dallamokat bontva ki az architektúrára eső napfény állandóan változó játékából.

A fényes égboltot feltáró boltozatos bemélyedésekkel ellensúlyozott nehéz tömeg révén a fény főszerepet játszik az épület drámájában. A hatás elérésére meghatározó fontosságú volt az építészekkel való szoros együttműködés.

A környezet általános megvilágítása hideg természetes fény, amelyet stratégiaileg kiválasztott és a nap mozgásához igazított LED-es lámpatestek egészítenek ki. Ezzel szemben a kiemelő fény a napfény elektromos pandanjaként meleg színhőmérsékletű. Teátrális szikrák táncolnak a falak mentén, és súlytalanul lebegnek az épület tektonikus tömegében hirtelen előtűnő nyílásokban.

A napfény hatásával kapcsolatosan igen alapos vizsgálatokat végeztek, hogy a hét tetőnyíláson keresztül „láthatatlan módon” megnövelhessék a napfény hatását. A terület szigorú korlátokat állított a vízszintes irányú napfény bejutásával szemben, ezért ezek a tetőablakok kulcsfontosságúak voltak a belső és külső tér drámai dialógusának kialakításában.

A világítással kapcsolatos kihívás az volt, hogy hogyan lehet ezeket a tetőablakokat

HOLUX Hírek N°190 p.8



maximális hatékonysággal kihasználni, ezzel hozzájárulva a vizuális élményhez és a belső tér funkcionális megvilágításához, ugyanakkor minimalizálva az energiafelhasználást és csökkentve az épület hozzájárulását a fényözönhöz ebben a túlzott fényeiről híres városban.

A nap járásának tanulmányozásához készített számos modell segítségével szereztek információt a LED-es lámpatesteknek a tetőablakokon belüli pontos elhelyezéséhez, paramétereikhez és fényük irányának beigazításához.

Technikai kihívást jelentett az is, hogy a mennyezetre szerelt lámpatestek ne látszódnak, ideértve az architektúra egészének esztétikai megjelenését meghatározó

mélysugárzókat is. Az épület rendeltetéséhez szükséges minimális megvilágítási szintek elérése érdekében mindenütt kreatív megoldási módszereket alkalmaztak. Az apró bemélyedések a fényt a padló síkjára „tükrözik” az orientálódási igények kielégítése érdekében.

Fontos szerepet játszottak az anyagmakettek is abban, hogy a fény indirekt módon visszatükröződjön a felületekről, megnövelve ezzel a függőleges megvilágítást.

A magasabb helyeken egyedi dekoratív függesztőket helyeztek el, míg a keskenyebb átjárókban lineáris rejtett világítást szereltek a padló és a mennyezet bemélyedéseibe, a közöttük lévő teret pedig egyedi falikarokkal töltötték ki.

4 A LED-ek emberi egészségre gyakorolt

potenciális veszélyei – előzetes vélemény, 3. rész

(Forrás: www.lightingeurope.org, a Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks (SCHEER) 2017. júl. 17-én közzétett tanulmánya)

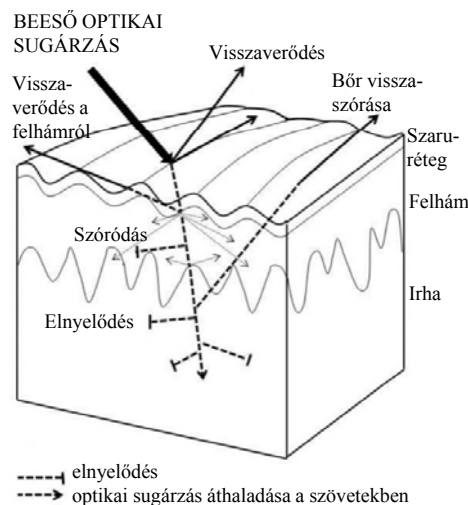


6.6 A bőroptika alapjai

6.6.1 A bőr felépítése

Az emberi bőrt három fő réteg alkotja: epidermisz (felhám), dermisz (irha) és különböző funkciókat ellátó szövetekből álló szubkután (bőrálja) szövet (a különböző részek rövid leírását lásd az eredeti tanulmány II. mellékletben).

1975-ben Fitzpatrick kidolgozott egy bőr-típus-skálát a fototerápiás kezelés tervezéséhez. A skálát azóta szélesebb körben elfogadták (Fitzpatrick 1988) a bőr ultraibolya sugárzással szembeni érzékenységeinek indikálására (l. az eredeti tanulmány III. mellékletét).



8. ábra – Optikai útvonalak a bőrben
(Forrás: E. Bruzell)

6.6.2 A bőr optikai tulajdonságai

A bőr optikai tulajdonságai összetettek, a beeső fény különböző hullámhosszúságának visszaverődéséből, elnyelődéséből és szóródásából erednek (Anderson és Parrish, 1981, Lister et al., 2012, Liu, 2012). A bőr optikai útvonalai a 8. ábrán láthatók).

A levegő $n_D = 1,0$ értékű és az epidermális (felhám) felületnek a stratum corneumra (szarurétegre) vonatkozó $n_D = 1,55$ -ös törésmutatója közötti különbség miatt a beeső optikai sugárzásnak egy kis része visszaverődik. Ez a normál bőrrel szembeni visszaverődés mindig 4% és 7% között van a teljes, 250 és 3000 nm közötti spektrumban mind fehér, mind fekete bőr esetén. Hasonló – levegő és szövet közötti határfelületek – is előidézhetik a diffúz és a visszafelé szórt sugárzás belső visszaverődéseit a felhám és az irharétegben, és hozzájárulhatnak a bőr megnyugvásához.

Az *elnyelődés* (abszorpció) a fényenergia csökkenése. Az abszorpció a bőrben jelenlévő kromoforoknak – urokánsavnak, melaninnak, (oxi-/deoxi-) hemoglobinnak, bilirubinnak, porfirineknek – köszönhető. A víz – noha minden szövetben bőségesen található – nem tartozik a jelentős fényelnyelők közé a látható tartományban, de elnyeli az infravörös sugárzást. Két molekula számít a bőr legnagyobb fényelnyelő anyagának: a melanin és a hemoglobin. A melanin – mind az eumelanin (barna), mind a feómelanin (vörös), amelyek az embereknél szinte kizárólag a felhám és a szubkután szövetekben találhatók – abszorpciós spektruma foko-

zatosan csökken az ultraibolya (UV-B, 280 nm) és a közeli infravörös (750 nm) tartományok között. A hemoglobin az irhában a fény domináns elnyelője.

Az oxi-hemoglobin abszorpciós spektrumának három csúcsa van: egy domináns a 420 nm-es kék tartományban és két további az 500-600 nm-es zöld-sárga tartományban (a kék és a zöld-sárga sávok kombinációja következtében a hemoglobin vörös színű lesz).

A szóródás a fény irányának, polarizációjának vagy fázisának a megváltozása, és vagy felületi hatás (pl. visszaverődés vagy fénytörés), vagy olyan molekulákkal/részecskékkel kialakuló kölcsönhatás okozza, amelyeknek optikai tulajdonságai eltérnek a környezetétől („részecskeszóródás”). A részecskeszóródás fő forrásai a bőrben a rostos fehérjék: a felhám és az irhában lévő kollagének. Emellett más struktúrák/anyagok – pl. a felhám és az irhában lévő melanoszómák – is hozzájárulhatnak a bőrben kialakuló fényelnyeléshez. A szóródást befolyásolja a rostok mérete – növekszik a rostok átmérőjének növekedésével és a hullámhosszának csökkenésével.

A felhám fontos funkciója van a rövid tartományú (280-315 nm-es) UV-B sugárzás többségének és a 315-400 nm-es UV-A sugárzás jelentős részének abszorbeálásában, amit az UV-sugárzásnak a melanin és urokánsav általi elnyelődése és a keratinok általi szóródása eredményez. Az

UV sugárzás ellen hatékony védelmet nyújt a szaruréteg vastagsága, amit az UV-sugárzásnak való kitettség által kiváltott epidermális hiperplázia okoz.

Az *irha* főként kollagénekből és elasztinból áll, és erősen erezett. A fényt a hemoglobin abszorbeálja és a nagy kollagénrostok (körülbelül 10-szer akkora, mint a felhám keratinrostjai) szórják szét.

Az ún. *bőrálja* (szubkután) szövetek zsírszövetek és erezzel. A zsír rendkívül diffúz optikai közeg, és a véréredényekben lévő hemoglobin elnyeli a fényt. De a 400-700 nm-es látható fény behatolása a bőrbe körülbelül 3 mm-es mélységre korlátozódik, így a látható fénynek csak kis része hatol be a bőr alatti szövetbe.

6.6.3 A fény behatolása a bőrbe

A fény behatolási mélysége a bőrbe a hullámhossz és a bőr összetevői (melanin, keratin, kollagén, hemoglobin, zsír) elnyelődésének/szóródásának függvénye.

UV – Az UV-B többségének behatolását a bőrbe a felhám blokkolja. Általában úgy tartják, hogy az UV-B sugárzásnak csak 10%-a éri el a hámszövet alaprétéget, míg az UV-A sugárzás 50%-a jut el az irharétegig.

Látható fény – A látható fény behatolása a bőrbe a hullámhossz növekedésével nő. De ez a behatolás 0,8-3 mm-re korlátozódik.

Az *infravörös* sugárzás elérheti a bőr alatti szöveteket.

Amikor az optikai sugárzás eléri a szövetet, a sugárzás egy része szétszóródik a környezetben (5-7% merőleges sugárzás formájában, és szinte állandó minden hullámhosszon) (Sandell et al., 2011), más részei különböző rétegekben abszorbeálódnak, a többi pedig az egymást követő szövetrétegek belsejébe továbbítódik, amíg a beeső energia el nem oszlik.

Az első optikai kölcsönhatás a bőrrel a felületen lévő szarurétegen jön létre, ahol a beeső sugárzás bizonyos része szétszóródik a környezetbe, mert a szaruhártya törésmutatója ($n_p = 1,55$) sokkal nagyobb, mint a levegőé. Ez az összetevő a merőleges sugárzás 5-7%-át képviseli, és többnyire állandó minden hullámhosszon.

A mérséklődés (diffúziós visszaverődési együttható) a beeső sugárzás bőrből visszaverődő részének töredéke.

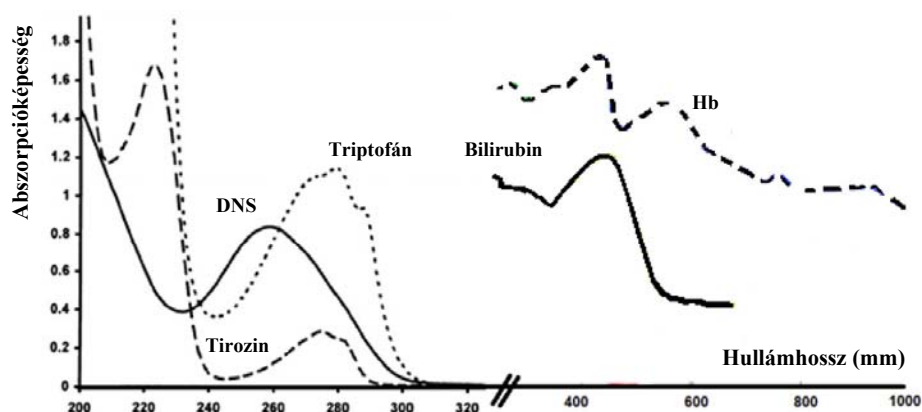
Az átvitel a beeső sugárzásnak a bőrön áthatoló része. A szabályos visszaverődés az a sugárzás, amely behatol a bőrbe és később visszaszóródik (Sandell et al., 2011).

A szövetek – beleértve a bőrt is – abszorpciós spektrumát a kettős kötésekre (a bőr kromoforjaiba) bevont és a biológiai szövetekben vizet tartalmazó összes, biológiailag fontos molekula jelenléte határozza meg. A bőr általános optikai tulajdonságai a fotonoknak az endogén vagy exogén eredetű specifikus kromoforokkal rendelkező sokféle biomolekula (bilirubin, béta-karotin, aromás aminosavak (triptofán, tirozin), urokánsav, nukleinsavak és melanin) általi abszorpciótól és szóródástól függenek. A vér optikai abszorpciójához főként a hemoglobin – mind oxidált, mind dezoxidált formában – járul hozzá. Az oxihemoglobinnak van egy 405 nm-hez közeli abszorpciós sávja (Soret-sáv), és a jellegzetes kettős csúcsú abszorpciója a 545–575 nm-es területen figyelhető meg; a dezoxihemoglobin erősen abszorbeál a 430 nm közelében és egy 550 nm-nél adódó keskeny sávban (Anderson et al., 1982; Parrish and Jaenicke 1982; Cheong et al., 1990).

Az aminosavaknak 275 nm környékén van abszorpciós maximumuk, a nukleinsavak maximális abszorpciója 260 nm-en adódik a felhamban és a szaruhártyában megfigyelhető kromoforok következtében (l. a 9. ábrát).

A melanin az emberi bőr felhámrétegének kromoforja és bizonyos biológiai szövetek egyik legnagyobb fényelnyelője. A melaninnek két típusa van: az eumelanin, amely fekete-barna és a piros-sárga feomelanin. Abszorpciós spektrumuk széles, nincsenek specifikus csúcsaik, és hatékonyan elnyelik a sugárzást a 300 és 1200 nm közötti teljes spektrumban. A spektrum UV-hez közeli és a látható fény tartományában a melanin kivételével az alapvető bőr-kromoforok többek között a bilirubin, a vitaminok, flavinok, flavin fermentumok, karotinoidok, fikobilinok és a fitokróm, valamint az elasztin és a kollagén rostok (Utz et al., 1993).

A bőr három fő látható rétegből áll a felszíntől számítva: a ~20 µm vastagságú szaruhártyából, a vérmentes, 100 µm-es felhamból és az 1-4 mm vastagságú, erezett irharétegből. A bőr átlagos fényszórási tulajdonságait a hálószerű irha szóródási tulajdonságai határozzák meg a réteg akár 4 mm-t is elérő vastagsága, valamint a fel-



9. ábra – Különböző biológiai kromoforok* abszorpciós spektrumai az emberi bőrből (Forrás: R.M. Ion) (*a molekula azon része, amely az anyag színét adja)

hám és a hálószerű irha összevethető szóródási együtthatója miatt (Genina and Tuchin, 2011).

A szubkután bőraljának a test méretétől függően 1-6 mm vastagságú zsíros szövetének az abszorpcióját a hemoglobin, a lipidek és a kb. 11%-nyi víz abszorpciója határozza meg (Jacques, 2013).

A 600 és 1500 nm közötti hullámhosszra a szórás dominánsabb az abszorpciónál, és a behatolási mélység 8-10 mm-re növekszik. Johnson és Guy 1972-es tanulmány szerint egy felhamból és irhából álló minta esetében a behatolás mélysége 632,8 nm-es hullámhosszon 0,15-0,2 mm, 675 nm-en pedig 0,21-0,4 mm.

6.7 Az optikai sugárzás hatása a bőrre

A téma a SCENIHR „A mesterséges fény egészségre gyakorolt hatásai” című tanulmányában került ismertetésre (SCENIHR, 2012). A III. mellékletnek ennek a 2012 óta publikált néhány új információval kiegészített rövidített változatát közöljük.

A SCHEER-nek nincs tudomása általános felhasználásra szánt UV-LED fényforrásokról – eltekintve néhány, bizonyos kozmetikai célokra szánt eszköztől (l. a III. mellékletet). Az UV működő lámpák és/vagy LED-ek nem tűnnek olyan eszközöknek, amelyek jelentősen növelnék a nem melanoma eredetű bőrrák kockázatát élettartamuk során. Ugyanakkor nem állnak rendelkezésre adatok a bőr korai öregedésének lehetőségéről, és figyelembe kell venni a szakterületen dolgozók szemével kapcsolatos kockázatot is. A gyógyászati és a munkahelyi használatra szánt eszközökben lévő LED-fényforrások értékelése nem tartozik a jelen tanulmány hatálya alá.

A D-vitamin termelést az emberi bőrben a LED-ekből származó UV-sugárzásnak való kitettséget követően in vitro tanulmányozták nagy teljesítőképességű folyadék-kromatográfiával (HPLC-vel), ami azt mutatta, hogy megvan a lehetőség D2 és D3 vitamin szintézisére, ha az UV LED-fényforrás elég nagy teljesítményű. Az UV-B azonban rákkeltő hatása az emberekre és a közegészségügyi szervezetekben dolgozóakra, ezért a SCHEER (SCHEER, 2016) nem javasolja a mesterséges fényforrásokból származó UV sugárzás felhasználását a D-vitamin szintek növelésére.

6.7.2 A LED-ek szakirodalomban közölt hatásai (fotodermatoozis)

6.7.2.1 Ellenőrzött tanulmányok

Egy ellenőrzött tanulmány (Fenton et al., 2013) megvizsgálta a fotóérzékenységet egy egybúras kompakt fénycső (15W GE Bix™ Electronic 220–240V; 50/60Hz; 120mA; FLE TBX/XM827 183 JA/S; 900lm), egy kétbúras kompakt fénycső (15W Osram Duluxstar Mini Ball 827 Lumilux Warm White 220-240V; E27; 50/60Hz; 850lm), illetve egy LED-lámpa (10W 0026172 Hi-Spot RefLED PAR30; E27; 15 000 óra; 100-250V; 50-60Hz; 20lm Warm White 830/3000K; 400lm) által kibocsátott fénynek való kitettség után. A tesztelt alanyoktól adott távolságra elhelyezett lámpák emissziós spektrumát mérték és regisztrálták 250 és 400 nm között. Kétszáz pácienset (közülük 103 aktív fotóérzékenyt) tettek ki egybúras, közülük 11-et kétbúras kompakt fénycső hatásának. 101 pácienset (közülük 45 aktív fotóérzékenyt) tettek ki a LED-fény hatásának, és vizsgálták 20 egészséges kontrollszemélyt is. A páciensek belső alkarján lévő, nem napbarnított bőrt tették ki

a fény hatásának, míg az egészséges kontrollszemélyek hátán lévő „barnítatlan” bőrfelületet vizsgálták. Minden alany 5 cm-re volt a lámpától. Az egyik expozíciós helyet UVR-védőfóliával borították. A kompakt fénycsöves csoportban 32 páciensnél jelentkeztek válaszok (késleltetett papulák, erythema (bőrpír) és azonnali urticariális (csalánkiütéses) képletek), míg a LED-es csoportnál egyetlen páciens mutatott válaszreakciót. Az egészséges önkéntesek közül kettő pozitív bőrpír választ mutatott 24 órával a besugárzás után. A LED-csoportban pozitív választ mutató páciensnél napsütéses csalánkiütést diagnosztizáltak, és az illető látható fényérzékenységet mutatott.

A SCHEER megjegyzi, hogy a LED-besugárzás a teljes emissziós tartományban ismeretlen volt. A LED-ek UV-kibocsátása elhanyagolható volt a kompakt fénycsővékéhez képest.

Egy másik kísérleti tanulmány (Fenton et al., 2014) egy kompakt fénycső (*GE BiacTM Electronic, FLE15TBX/XM/827, 220-240V, 50-60Hz, 15W, 120mA, 900lm – GE Lighting, Northampton, Egyesült Királyság*), egy energiatakarékos halogénlámpa (*Osram Halogen ES Classic Spot R63, 64546 R63 ES, 240V, 42W, 630lm – Osram, München, Németország*) és egy LED (*Hi-Spot RefLED PAR30, 0026172, 100-250V, 50-60Hz, 10W, 400lm – Sylvania, Raunheim, Németország*) fényének való kitettséget vizsgálta. A tesztelt alanyoktól adott távolságra elhelyezett lámpák emissziós spektrumát mérték és regisztrálták 250 és 400 nm között. A teszten tizenöt lupusz eritematózusban (LE) (krónikus autoimmun-betegségben) szenvedő és öt egészséges önkéntes vett részt, és tesztelték a lámpák fényének való ismételt kitettség bőrre adott választát. A páciensek hátán lévő nem napbarnított bőrfelületet tették ki 5 cm-es távolságban elhelyezett lámpák hatásának. Az egyik kitettségi helyet UVR-védőfóliával borították. A szerzők a következőkről számoltak be: „A fényforrások egyike sem indukált a bőrben lupusz eritematózusos károsodást. A kompakt fénycsöves besugárzás helyén a 15 lupuszos páciens közül hatnál, az 5 egészséges közül kettőnél észleltünk késleltetett bőrpírt. A bőrpír erősebb és tartósabb volt a lupuszos pácienseknél. Az energiatakarékos halogénlámpák esetén egy lupuszos páciensnél mutatkozott pozitív késleltetett bőrpír. A kompakt fénycső, a LED és az energiatakarékos halogénlámpa esetén egyetlen lupuszos páciensnél jelentkezett azonnali abnormális

bőrpír-válasz. A további vizsgálatok azt mutatták, hogy ennél a páciensnél napsütéses csalánkiütés is fellépett. Mindenki más negatív választ adott a LED-fénynek való kitettségre.” A SCHEER megjegyzi, hogy a LED sugárzása, amelynél egyébként az UV-sugárzás elhanyagolható volt a kompakt fénycsőhöz és az energiatakarékos halogénlámpához képest, a teljes kibocsátási tartományban nem volt ismert.

6.7.2.2 Esettanulmányok

Montaudié et al. (2014) egy LED-terápiával kiváltott napsütéses csalánkiütésről számol be. Egy olyan 55 éves nő enyhe rosaceáját (fény hatására kialakuló dermatózis, bőrbántalom) kezeltek 415 nm-es LED-fénnyel, akinél a nap fényének való korábbi kitettségek nem váltottak ki csalánkiütést. A fotóteszt megerősítette a napfény hatására kialakult csalánkiütést. A SCHEER megjegyzi, hogy a besugárzást, a kezelési távolságot és a LED-spektrumot nem közölték.

Tiao és munkatársai 2015-ben beszámoltak egy olyan krónikus bőr autoimmun-betegségben (CLE – lupusz eritematózusban) szenvedő páciensről, akinél fogászati kezelés után bőrkütiést figyeltek meg. A páciens állítólag egy ilyen típusú fény esetén nem szándékolta hullámhossz-tartományú UV-B-t kibocsátó „műteti fény” hatásának tették ki. A SCHEER megjegyzi, hogy a fényforrás spektrális jellemzőit nem közölték. Nem tudjuk, hogy a páciens reakcióját vajon nem a fogászati anyagok (fotó)alergiás reakciója, a fogászati kikeményítő (tipikusan néhány ezer mW/cm² erősségű) LED-fény kék komponensének hőhatása, vagy a rendellenességre többféle gyógyszert szedő beteg gyógyszer kiváltotta fényérzékenységi reakciója okozta-e.

6.7.3 Következtetések

A kereskedelemben kapható LED-ek fénye pozitív bőrreakciót válthat ki bizonyos, napsütés kiváltotta bőrpírban szenvedő pácienseknél, ha rövid távolságból kontrollált körülmények között ilyen fény hatásának teszik ki őket. Az ilyen választ kiváltó dózis nem ismert.

A SCHEER arra a következtetésre jutott, hogy a látható és az IR fényt kibocsátó fényforrásoktól származó hőhatások valószínűtlen módon okoznak káros egészségügyi hatást az egészséges bőrben a világitási célú és a megjelenítőben használt

LED-ek esetében. Felléphetnek azonban hatások a fényforráshoz túlzottan közel az igen intenzív fényforrások esetén – például az erős, infravörös közeli fényt kibocsátó fényforrásoknál. Ha a szaunák és a melegedő kabinok IR-LED-ekkel vannak felszerelve, ezek az eszközök fájdalomküszöb alatti bőrpírt okozhatnak.

A SCHEER nem ismeri a cserzőberendezésekben használt UV-LED-eket, de az ilyen eszközök ugyanolyan rákkeltő potenciállal rendelkezhetnek, mint a hagyományos fényforrások, amennyiben ugyanolyan besugárzási szintről van szó, mint az UV-LED-ekre lecserélt sugárforrásoknál. A működő-kikeményítő LED-es eszközök hatására nem valószínű, hogy rák alakul ki, hacsak az arra fogékony személyeknél már eleve nem növelik meg a kockázatot.

6.8 Cirkadián ritmusok

A látás befolyásolásán kívül a szemünkbe jutó fény többféle, nem képfőmáló funkcióval is rendelkezik. Ilyen például a pupillák fényreflexe és a biológiai órákhoz eljuttatott inputok. A föld forgása következtében a fény (nappali) és a sötétség (éjszakai) fázis jelenléte szinte minden szervezetben, beleértve az embereket is, egy belső óra kialakulását eredményezte. E „biológiai” óra által kialakított ritmusnak van egy körülbelül kb. 24 órás ismétlődése, ezért gyakran cirkadián ritmusnak nevezik (circa = körülbelül, diem = nap). Ez a biológiai időmérő rendszer a testünk számos folyamatára napali-éjszakai ritmusokat alakít ki, beleértve a viselkedést (alvási/ébredési ciklust), endokrin szabályozást, immunválaszokat és az energia anyagcseréjét. A cirkadián ritmusunkban bekövetkező zavarok negatív módon befolyásolják az egészségünket és növelik a balesetek kockázatát. A biológiai órát erősen befolyásolják a külső fényviszonyok, beleértve a mesterséges fényt is. Ezeket az eredményeket a SCENIHR 2012-ben „*A mesterséges fény egészségügyi hatásai*” címmel összegezte. A jelen tanulmányban a SCHEER a LED-fényforrások hatásaira fókuszál. A cirkadián ritmusok létrejöttének mechanizmusát és normál funkcióit a jelen tanulmány V. melléklete foglalja össze.

6.8.1 A cirkadián ritmus fény általi szinkronizálása és szabályozása

Az agyunkban lévő központi órát szinkronizálni kell a külvilággal, amely fényjel-

zésekkel történik. Fényjelzések hiányában a központi óra megőrzi „saját” ritmusát, amely rendszerint egy kicsit rövidebb vagy hosszabb, mint 24 óra. Néhány nap múlva az illető cirkadián ritmusa „elveszti a szinkronját” a külvilággal (*Dijk and Archer 2009; Dibner, Schibler et al. 2010*). A perifériális órákat többféle jelzés szinkronizálja, ideértve az idegsejteknek és a hormonoknak a központi órából érkező jelzéseit, de a táplálkozás ideje is fontos jelzés néhány perifériális szövet számára (*Patton and Mistlberger 2013*).

A retinában lévő több fényérzékes receptor a fényjelet idegsejti jellé alakítja át (a további részleteket lásd a következő fejezetben). A fény hatása a cirkadián ritmusra a következőktől függ: 1) időzítés, 2) intenzitás, 3) időtartam, 4) a fényhatás spektruma és 5) a korábbi fénynek való kitettség. Az intenzitás és az időtartam tekintetében a kísérletek azt mutatták, hogy a cirkadián rendszer válaszával dózisfüggő a kapcsolat (*Duffy and Czeisler 2009*). Fontos, hogy viszonylag alacsony (<100lx) intenzitás-szintek és rövid (néhány másodperctől néhány percre tartó) időtartamokat használtak fel a cirkadián rendszerre kifejtett hatás vizsgálatához (*Glickman, Levin et al. 2002, Duffy és Czeisler 2009, Lucas, Peirson et al. 2014*).

Ami az időtartamot és a fénynek való megelőző kitettséget illeti, a fényingerek nagyobb hatást gyakorolnak a cirkadián rendszerre, amikor a sötét fázisban jelennek meg. A késő éjszakai/reggeli fények előretolják a cirkadián ritmus fázisát, míg az esti órákban megjelenő fény késlelteti azt. Ez fontos dolog a cirkadián ritmus megzavarása tekintetében, mivel az esti órákban a fény hatásának való tartós kitettség fáziseltolódást okoz, ami „időzónaváltás-szindrómát” okozhat (lásd a 6.9.4 fejezetet – „A cirkadián ritmus fény hatására bekövetkező zavarainak következményei”). A fény hatása ezenkívül függ a fénynek való megelőző kitettségtől, mivel a fényhez való adaptáció a cirkadián rendszer tekintetében is fellép (*Duffy és Czeisler 2009, Kozaki et al. 2016*).

Végezetül a fotoreceptorok nem egyformán érzékenyek a fény valamennyi hullámhosszára, ezért a fény spektruma döntő fontosságú.

6.8.2 A fény spektrumának szerepe a cirkadián ritmusok szabályozásában

Úgy tűnik, hogy a fény különböző hullám-

hosszai eltérő hatást gyakorolnak a biológiai órára. Ezt a retina fotoreceptorainak spektrális érzékenysége okozza, ami a retina eredendően fényérzékes ganglion idegsejtjei (ipRGC) révén a suprachiasmaticus magokat (SNC – agyunk biológiai óráját) látja el bemenőjelekkel. A retina fotoreceptorai magukban foglalják a képfőmálós látásra szolgáló pálcikákat és csapokat. A pálcikák és csapok hiánya esetén azonban néhány nem képfőmálós funkció (cirkadián beágyazódás, pupilla fényreflexe) megmarad, ami egy további fotoreceptor jelenlétét jelzi. A melanopszint körülbelül 15 évvel ezelőtt azonosították a retina eredendően fényérzékes ganglion sejtjeiben lévő fehérjeként (ipRGC), amely felelős a cirkadián rendszer inputjaiért és más nem képfőmálós funkciók biztosításáért (*Hattar, Liao et al. 2002, Duffy és Czeisler 2009, Hatori és Panda 2010, Tosini, Ferguson et al. 2016*). Az in vitro végzett kísérletek azt mutatták, hogy a melanopszinnak 480 nm körül van a spektrális érzékenységi csúcsa (*Panda, Provencio et al. 2003, Panda, Nayak et al. 2005, Qiu, Kumbalasiri et al. 2005, Torii, Kojima et al. 2007, Bailes és Lucas 2013*).

Ugyanakkor in vivo az ipRGC-kben a többi fotoreceptorból vett jelek ugyancsak szerepet játszanak az ipRGC-k kimenetének meghatározásában és a cirkadián rendszer későbbi inputjánál. A viszonylagos hozzájárulás még mindig vizsgálat alatt áll, amit még jobban megnehezít az a megállapítás, hogy ez kontextusfüggőnek tűnik (*Lucas, Peirson et al. 2014*). Ezenkívül a fotoreceptor által felfogott fény spektrális összetételét befolyásolják a szem anyagának spektrális átviteli tulajdonságai, amelyek például függnek az életkortól (*Lucas, Peirson et al. 2014, Gimenez, Beersma et al. 2016*).

Összefoglalva: a cirkadián rendszer spektrális érzékenysége külső és belső tényezők bonyolult összjátéka, és még nem teljesen tisztázott. Mindenesetre a kísérletek azt mutatták, hogy általánosságban véve a cirkadián ritmusokat erősebben befolyásolja a rövid hullámhosszú (460-490 nm-es) fény (*Duffy és Czeisler 2009, Benke és Benke 2013*), a pontos csúcs pedig valószínűleg az érintett egyéntől és körülményektől függ.

6.8.3 Az optikai sugárzás hatása – beleértve a LED-eket is

Annak részletei, hogy miként vizsgálták az emberek cirkadián ritmusait (például a melatonin-ritmus kiértékelését) az ismertetett

tanulmányok többségénél, az V. mellékletben található. Amint azt a fentiekben tárgyaltuk, a cirkadián rendszert a bejutó fény szabályozza. A cirkadián rendszert nem csupán a napfény befolyásolja, hanem a mesterséges fényforrásokból érkező optikai sugárzás is. Egyes mesterséges fényforrások hatással vannak a cirkadián rendszer aspektusaira, és mint „szinkronizáló eszközök” összemérhetők a természetes fényvel. Például a mesterséges fényforrásoknak való kitettséget vizsgáló tanulmányok a melatonin-ritmusokra és az azt követő alvásra gyakorolt hatásokról számoltak be (*pl. Wright, Lack et al. 2001, Wright, Lack et al. 2004, Cajochen, Frey et al. 2011, Wood, Rea et al. 2013, Chang, Aeschbach et al. 2014, Gronli, Byrkjedal et al. 2016, Rangtall, Ekstrand et al. 2016*). Ez egészségügyi következményekkel járhat, ha este és éjszaka – amikor nincs természetes fény – csak mesterséges fény világít. Este és éjszaka a fénynek való kitettség késleltetheti a cirkadián óra fázisát. Ez a késleltetés megzavarhatja a cirkadián ritmust (részletesen lásd a jelen tanulmány V. mellékletében: „A cirkadián ritmus fény hatására bekövetkező zavarainak következményei”). Ezek a hatások bármilyen mesterséges fényforrásnál előfordulhatnak, a legutóbbi tanulmányok azonban azt mutatják, hogy ez a hatás felerősödik bizonyos típusú LED-eknél, amelyek nagy mennyiségű rövidhullámú fényt bocsátanak ki. Amint azt a fentiekben ismertettük ui., a cirkadián rendszer érzékenyebb a rövid hullámhosszú fényre.

8.3.1 A cirkadián ritmus LED-fényforrások hatására bekövetkező zavarai

A LED-ek széleskörű használata viszonylag újkeletű. Ezért csak kevés tanulmány vizsgálta együtt a LED-ek és a hagyományos fényforrások hatásait a cirkadián ritmusra. Fontos megjegyezni, hogy a LED-ek mint hagyományos fényforrások nem képeznek homogén osztályt; hatásuk ezért a cirkadián ritmusra függ az illető fényforrás specifikus tulajdonságaitól. Néhány tanulmány vizsgálta a (kék) LED-ek cirkadián ritmusra kifejtett hatását a hagyományos fényforrásokkal való összehasonlítás nélkül (*pl. Wright, Lack et al. 2004, Kayaba, Iwayama et al. 2014*), s ezek azt mutatták, hogy a rövid hullámhosszú fényt kibocsátó LED-ek ugyanúgy befolyásolják a cirkadián ritmust, mint más, rövid hullámhosszú fényt kibocsátó fényforrások.

A rendelkezésre álló kevés tanulmány

többsége LED-es háttérvilágítású képernyőket vizsgált. Például a Cajochen és munkatársai által elkészített tanulmány egy kereskedelembe kapható LED-es háttérvilágítású képernyőből származó fehér fénynek való kitettséget vizsgált hidegkatódos fénycsőves (CCFL) háttérvilágításával összehasonlítva (Cajochen, Frey et al. 2011). Spektrális méréseket végeztek, amelyek azt mutatták, hogy a LED-es képernyő 400 és 480 nm közötti sugárzása nagyobb volt ($0,241 \text{ W}/(\text{sr m}^2)$ a $0,099 \text{ W}/(\text{sr m}^2)$ -rel összevetve). A résztvevőket arra kérték, hogy este 5 órán keresztül, ellenőrzött laboratóriumi környezetben nézzék ezt a képernyőt. A nem LED-es háttérvilágításúhoz képest a LED-es késleltette a szürkületi melatonin-kezdetet (DLMO), és körülbelül 2 órán keresztül fokozta az esti melatonin-szintek elnyomását. Ezenkívül a LED-es képernyőnek való kitettség csökkentette az álmoság szubjektív és objektív mértékét és megkönnyítette a kognitív feladatok elvégzését a nem LED-es képernyőnek való kitettséghez képest. Ezek az eredmények azt mutatják, hogy az ilyen típusú LED-ekkel megvilágított képernyőknek nagyobb a közvetlen hatása a cirkadián rendszerre, mint a CCFL-es háttérvilágításúaknak.

A Wright és munkatársai által elvégzett kutatás ugyancsak azt mutatta, hogy a LED-ek késleltethetik a cirkadián ritmust a melatonin-szintek tekintetében (Wright, Lack et al. 2001). Ebben a tanulmányban azonban a fehér LED-típus által okozott fáziskésés nem különbözött a hagyományos fehér fényű fénycső által előidézettől.

A tanulmány foglalkozott egy kék/zöld LED-del is, amely nagyobb mértékben befolyásolta a cirkadián ritmust a melatonin-termelésben a fehér LED-del vagy a fehér fényű fénycsővel összehasonlítva. A szerzők arról számolnak be, hogy a fehér LED hullámhossz-tartományában van egy csúcs 460 nm-en és van egy másik, szélesebb is 560 nm-en. A kék/zöld LED hullámhosszában a csúcs 497 nm-en figyelhető meg, és van egy, a csúcs felének megfelelő másik a 485-510 nm-es sáv szélességénél. A fényforrások fényének való kitettség éjszaka (éjféltől éjjel 2 óráig) 2 óra hosszat tartott. Azaz a kitettség akkor kezdődött, amikor a melatonin-szint már magas volt. Ez ellentétes a Cajochen és társai által végzett kutatással, ahol a kitettség este történt – amikor a melatonin-szintek éppen elkezdene emelkedni –, és hosszabb ideig, 5 órán át tartott. 24 és éjjel 2 óra között mindegyik fényforrás csökkentette a melatonin-szinteket. Egy plusz fényforrással

másnap mindegyik kísérleti csoportnál fáziskésést figyeltek meg a melatonin-ritmusban. A kék/zöld LED-ek fényének való kitettség okozta a legnagyobb, 42 perces késleltetést. A fehér fényű fénycsőnek és LED-eknek való kitettség után megfigyelhető késleltetés hasonló (mindkettőnél 22 perc) volt. Összefoglalva: ez a tanulmány azt mutatja, hogy valamennyi felhasznált fényforrás befolyásolta a melatonin cirkadián-ritmusát, s közülük a kék/zöld LED-eknek volt nagyobb a hatása.

Hasonló eredményekre jutottak egy másik tanulmányban is, amelynél kék LED-ek fényének való kitettséget hasonlítottak össze fehér fényű fénycső fényének való kitettséggel (West, Jablonski et al. 2011). Fehér fényű LED-et nem vizsgáltak. Az eredmények azt mutatják, hogy a kék LED fényének növelésével fokozódott a melatonin-termelés csökkenése. Ráadásul a kék LED-ek a melatonin-szinteket kisebb fényerőségeknél befolyásolják, mint a fehér fényű fénycső.

E tanulmányok együttesen azt mutatják, hogy a LED-ek által a cirkadián-rendszerre kifejtett bármilyen további hatás a kibocsátott optikai sugárzás jellemzőitől és a LED-ek felhasználásától (azaz a napszaktól és az időtartamtól) függ – hasonlóan a többi fényforráshoz. Fontos megjegyezni, hogy a hagyományos fényforrásokhoz képest előnyösebb emissziós spektrummal is rendelkezhetnek (Aube, Roby et al. 2013, Lu, Chou et al. 2016) – a kitettség időpontjától (a napszaktól) és a LED-ek jellemzőitől függően.

Emellett néhány tanulmány megvizsgálta a LED-eket tartalmazó „való világ” eszközzeit is, például a táblagépeket (Wood, Rea et al. 2013, Chang, Aeschbach et al. 2014, Gronli, Byrkjedal et al. 2016, Heo, Kim et al. 2016, Rangtell, Ekstrand et al. 2016). Ezeknél a vizsgálatoknál nem végeztek összehasonlítást LED-eket nem tartalmazó eszközökkel. Mindenesetre némi bepillantást engednek a valóságban előforduló folyamatokra, ahol a LED-es háttérvilágítású képernyők használata óriási mértékben megnőtt az elmúlt években (Gradisar, Wolfson et al. 2013).

A tanulmányok többsége a melatonin-termelésre, a melatonin-szintekre, az álmoságra és/vagy az alvás minőségére kifejtett hatást figyelt meg. Az egyik tanulmányban azonban semmiféle hatást nem figyeltek meg (Rangtell, Ekstrand et al. 2016). A szerzők úgy vélik, hogy mindezt a napi 6,5 órás erős fénynek való kitettség okozhatja, kontroll-csoportot

azonban nem vizsgáltak (Rangtell, Ekstrand et al. 2016).

Chang és munkatársainak 2014-es tanulmánya volt az első, amely LED-es háttérvilágítású képernyőnek való ismételt kitettség cirkadián ritmusra kifejtett hatását vizsgálta. Ennél a vizsgálatnál a résztvevőket arra kérték, hogy iPad®-on megjelölt és hagyományos könyvet olvassanak 4 órán keresztül lefekvés előtt, öt egymást követő napon. A „normál könyvet olvasók” fontos kontrollcsoportot képeznek, mivel így a fénytől függetlenül lehet ellenőrizni a (kognitív) aktivitás szintjét. A melatonin-szintekre, az elalvási időre, az alvás szubjektív és objektív minőségére és a felkelési utáni álmoság szintjére kifejtett hatásokat vizsgálták. 5 nap után a hatodik napon az iPad®-ot használók esetén 1,5 órás késleltetést figyeltek meg a melatonin-ritmusban a hagyományos módon olvasókhoz képest. Ez a megfigyelés fontos tényező az egészségügyi következményekkel kapcsolatos lehetséges tanácsadások kidolgozása szempontjából.

Összefoglalva: a rendelkezésre álló tanulmányok azt mutatják, hogy a fehér fényű LED-ek spektrális emissziójuk eltérő felépítése miatt a hagyományos fényforrásokhoz képest nagyobb hatást gyakorolhatnak a cirkadián ritmusra. Azok a fényforrások, amelyek több rövidhullámú fényt bocsátanak ki – mint ahogy ez a helyzet a legtöbb fehér LED esetén –, nagyobb hatást gyakorolnak a cirkadián rendszerre ugyanolyan fényerősség, időtartam és napszak és azonos megelőző fénynek való kitettség esetén. Újabban azonban már kaphatók olyan új LED-ek, amelyek kevesebb rövid hullámhosszúságú fényt bocsátanak ki, ami csökkenthetné ezeket a hatásokat a jövőben, ha ezeknek a LED-eknek a használata szélesebb körben elterjed. Ezen túlmenően nem világos, hogy a biológiai órára gyakorolt hatások a való világban fellépő ismétlődő kitettségek esetén továbbra is fennállnak-e. Fontos azt is megjegyezni, hogy az erős rövid hullámhosszúságú mesterséges fénynek való kitettség a nap során fokozhatja a cirkadián órára gyakorolt hatást.

6.8.4 A cirkadián ritmus fény általi megzavarásának következményei

A fentiekben ismertetett tanulmányok azt mutatták, hogy a mesterséges fényforrásoknak a cirkadián ritmusra kifejtett hatása a kibocsátott optikai sugárzás spektrális jellemzőitől függ. A tanulmányokban meg-

vizsgált néhány LED nagyobb hatást fejtett ki a cirkadián ritmusokra, mint a hagyományos fényforrások – fényük eltérő spektrális felépítése következtében. Nem jelentek meg azonban olyan tanulmányok, amelyek a LED-ek este vagy éjszaka történő használatának egészségi konzekvenciáit vizsgálnák. Az egyéb mesterséges fényforrásokkal kapcsolatos tanulmányokban megjelent negatív konzekvenciák az V. mellékletben olvashatók.

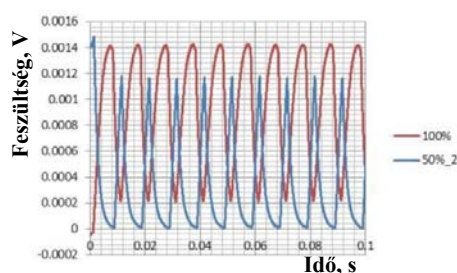
6.8.5 Sérülékeny és érzékeny populációk

Ismeretes, hogy az idősebbeknek kevésbé robusztus a cirkadián ritmusuk (Cornelissen and Otsuka 2016), ezért általában érzékenyebbek lehetnek a mesterséges fény által okozott cirkadián zavarokra. Az is ismert, hogy a serdülők gyakrabban késői (esti) kronotípusúak (napszaki preferenciájúak) (Roenneberg, Kuehnle et al. 2007). Az esti kronotípus és a mesterséges fénynek való kitettség kombinációja az este folyamán fokozott hatást gyakorolhat az alvásra.

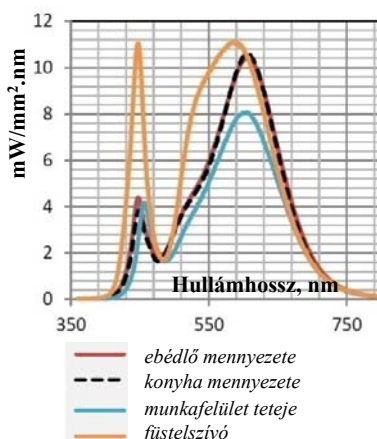
6.8.6 Következtetések

A jelenleg rendelkezésre álló tanulmányok azt mutatják, hogy a mesterséges fény – jellemzőitől függően – befolyásolhatja a cirkadián rendszert. A nagyobb mennyiségű rövid hullámhosszúságú fényt kibocsátó fényforrások – mint a LED-ek néhány típusa – nagyobb hatást fejtenek ki a cirkadián ritmusra ugyanolyan optikai sugárintenzitás, kitettségi időtartam és napszak esetén. A kitettség az este folyamán rosszabb alvást és negatív egészségügyi kockázatot eredményezhet, bár a bizonyítékok korlátozottak. Számos tanulmány utal arra, hogy a biológiai óra deszinkronizálása és a megnövekedett metabolikus (anyagcsere) kockázati tényezők között kapcsolat áll fenn.

Nem világos azonban, hogy a fokozott esti fény okozhatja-e ezeket. A jelen „következtetések” azonban korlátozott számú tanulmányon alapulnak, amelyeket többnyire laboratóriumi körülmények között végeztek. Fontos kérdés marad, hogy vajon a LED-ekből fényének és a beltéri világítás és a képernyők mesterséges fényének általában van-e hatása a valóságban a cirkadián rendszerre a természetes fényforrásokkal összevetve. Azt sem tudjuk, hogy a cirkadián rendszert ért hatások megmaradnak, növekednek vagy csökkennek-e ismételt és végül krónikus kitettség esetén, mint ahogy az a valóságban előfordul.



10. ábra – Teljes és 50%-ra leszállított kimeneti fényárammal működő LED fénykibocsátása az idő függvényében



11. ábra – Konyhában felszerelt háztartási célú LED által kibocsátott fény spektruma

6.9 Időleges fényváltozás (villogás) és potenciális egészségügyi hatásai

Az elektromos hálózatról működő legtöbb fényforrás hajlamos bizonyos időbeli fényváltozásra. Az izzólámpához hasonló fényforrásoknak azonban termikus tehetetlenségük van, ami azt jelenti, hogy a változás mértéke kb. 10%-ra korlátozódik. Az egyenfeszültségű tápforrásról működtetett LED-ek nem villognak, hacsak például az észlelt fényerősség növelésére modulációt nem alkalmazunk. A hálózati (Európában 50 Hz-es) feszültségről működtetett LED-ek <10%-100%-os fényváltozást mutathatnak. Ilyen változásokat okozhatnak a fényszabályozó rendszerek is.

A villogás kifejezést általában a fényforrás észlelhető fényváltozásának leírására használják. Vannak, akik hajlamosak a fényérzékeny epilepsziára, amelyet a fényváltozás vagy a gyorsan változó képek válthatnak ki. Az érzékenység a villogási frekvencia és feltehetőleg a tényleges vagy (a felületről visszaverődött fényt is magában foglaló) virtuális forrás által elfoglalt látómező részarányának függvénye. A fényérzékeny epilepszia előfordulási gyakorisága évi 1,5/100 000 fő, amely a 7 és 19 éves populáció között évi 7/100 000 főre

növekedett (Quirk et al., 1995). A képernyőn megjelenő villogó képeknek való kitettséggel kapcsolatos aggodalmak már léteznek a LED-ek képernyőtechnológiában történő felhasználása előtt is (Wilkins et al., 2004). Olyan tanulmányok azonban nem jelentek meg, amelyek arra utaltak volna, hogy a LED-technológia következtében a tünetek fokozottabban jelentkeztek volna. A fényérzékeny epilepsziában szenvedőknél a szokásos kiváltó tényező a szórakoztatásban használt vagy egy oldalról megvilágított fassorral szegélyezett sugárúton autóval történő áthaladás közben észlelt villogó fény. Megjelent azonban egy újabb tanulmány (Brna and Gordon, 2017) egy serdülőkorúról, akinek az okostelefonnal végzett többszöri vakuzás (a „vörösszemhatás” csökkentésére) kiváltotta a szimptomákat.

A kb. 5 Hz alatti és a kb. 60 Hz feletti villogási sebességnél a fényérzékeny epilepsziára hajlamos pácienseknek egy ilyen epizódra érzékeny hányada kisebb mint 5%; az érzékenységi csúcs 20 Hz körüli (Binnie et al., 2002).

A hálózatról működtetett területvilágítás 100 Hz-en villoghat (Európában), amely meghaladja a fényérzékeny epilepszia szempontjából aggodalomra okot adó frekvenciaértéket. A fényváltozás mértékétől függően azonban vannak olyanok, akik érzékelhetik ezt a villogást, különösen a perifériális látómezőben. Jóllehet nem ismertek ezzel kapcsolatban közzétett tanulmányok, egyes vélemények szerint néhány ember nagyon érzékeny a 100 Hz körül villogó fényre, amely fejfájást, migrént és általános rossz közérzetet okozhat.

A fenti ábrákon egy olyan páciens otthonának LED-világításáról készült értékelés látható, aki konyhájuk LED-es mélysugárzóinak közelében migrént és arca leégését tapasztalja (PHE, 2017). A 10. ábra azt a helyzetet mutatja, amikor teljes, 100%-os, illetve amikor 50%-ra leszállított fényerősséget állítanak be

A konyhában/ebédlőben lévő LED-es világítás spektruma a 11. ábrán látható.

Az Egyesült Államok Villamos és Elektronikai Mérnökeinek Intézete (IEEE) 2015-ben az Egyesült Államokban közzétette „az IEEE nagy fényerejű LED-ek moduláló áramára vonatkozó ajánlott értékei a szemlélők egészségügyi kockázatának mérséklésére” című ajánlását (IEEE, 2015). A dokumentum a frekvencia és a százalékos fényváltozás függvényében

bemutatja a káros egészségügyi hatások kockázatát.

A frekvencia növekedésével egy másik – „fantom tömb”-nek nevezett – hatás valószínűsíthető. Ez gyakran meg tapasztalható, ha éjszaka egy autó mögött közlekedünk. Ha az autónak LED-es féklámpája vagy normál hátsó helyzetjelző lámpái vannak, a hirtelen szemmozgás a fényforrás képeinek egész sorát észlelheti. A hatás akkor is előállítható, ha egy statikus, villogó fényforrás (pl. LED-es útjelző oszlopok, macskaszemek) mellett haladunk el. Roberts és Wilkins (2013) kimutatta, hogy fantomtömböket max. 2 kHz körüli villogási frekvenciáig lehet észlelni, amely néhány szemlélő esetén valószínűleg bizonyos körülmények között nagyobb is lehet. Elképzelhető, hogy a nagy frekvenciájú (100 Hz-es vagy a fölötti) villogással szembeni érzékenység oka a fantom-tömb jelenség – még akkor is, ha a tömb nem érzékelhető.

A fénycsövek iparba történt bevezetését követő legnagyobb gondot a stroboszkop-hatás jelentette – amelyet néha „kocsikerek-effektusnak” is hívnak –, amelynek a forgó tárgy állónak tűnik. Ezt az üzemekben úgy küszöbölték ki, hogy a fénycsöveket különböző fázisokon működtették és/vagy izzólámpás helyi világítást alkalmaztak. A LED-es világítás a fényváltozás mértékétől függően ugyanilyen hatást válthat ki. Nagyobb aggodalomra adhat okot azonban a villogó LED-es világítás használata az otthonokban és egyéb, nem ipari környezetekben, ahol a tudatosság feltehetőleg alacsony. Előfordulhat, hogy egy élelmiszerkeverő lapát álló helyzetűnek tűnik, ha az egyetlen fényforrás egy villogó LED vagy ugyanazon a frekvencián működő LED-csoport.

Az International Commission on Illumination 2017 februárjában szervezett egy workshopot az időleges fényváltozás következményeinek megvitatására és arra, hogy miként lehet a veszélyes és a kockázatos szinteket számszerűsíteni (CIE, 2017).

A LED-eket alapvetően egyenfeszültségű tápegységekről lehet működtetni. Azonban úgy tűnik, hogy még adott LED-es lámpatestre között időleges fényváltozás esetén sincs garancia arra, hogy hasonló lámpatestek azonosnak fognak mutatkozni – még ugyanolyan alkatrészsorszám esetén sem (CIBSE, 2016).

6.9.1 Következtetés

A LED-világítás a fényváltozás mértékétől függően stroboszkópos hatást válthat ki.

A villogó LED-es világítás otthoni és más, nem ipari környezetekben, ahol a tudatosság feltehetőleg alacsony, aggodalomra adhat okot. Jóllehet nem jelentek meg erre vonatkozó esettanulmányok, egyes vélemények szerint néhány ember nagyon érzékeny a 100 Hz körüli villogó fényre, ami fejfájást, migrént és általános rossz közérzetet okozhat.

6.10 Kitétséggel és az egészségügyi kockázattal kapcsolatos forgatókönyvek

– *Kitétségi szituációk különböző LED-es beltéri világítások esetén*

Sokan a nap és az este (esetleg még az éjszaka) jelentős részét töltik a képernyőket nézve, amelyek LED-es háttérvilágításúak is lehetnek. A TV-képernyőket 1 m-es vagy még nagyobb, a számítógépek monitorait 50 cm körüli, a táblagépek vagy telefonok kijelzőit még kisebb távolságokban szemléljük. Vannak olyan applikációk is, ahol a vonatkozó képernyőt vagy okostelefont mindössze néhány centiméterről nézzük, például a virtuális valóságot utánzó headset-ek esetén. O'Hagan és munkatársai 2016-ban kiértékeltek a különböző képernyők sugárzásait, és arra a következtetésre jutottak, hogy a kitétségi szintek az ICNIRP kék fénynek való kitétségre vonatkozó határértékének kevesebb mint 10%-át érték el – még hosszabb használat esetén is. Mivel az értékelés a forrás sugárzásának szempontjából történt, a következtetés független volt a nézési távolságtól. A háztartási LED-es világítás kék fényének a szem retinájára kifejtett fotokémiai veszélye a vonatkozó ICNIRP kitétségi határérték 10-20%-a (a közepes fényerősségű izzólámpák 14%-ával szemben), ha a kitétség meghaladja a 3 óra körüli időtartamot (O'Hagan et al., 2016).

– *Kitétségi szituációk különböző kültéri LED-es világítások (útvilágítások) esetén*

Napjainkban számos útvilágítási lámpatest alakítanak át vagy cserélnek le LED-esre, amelyeknek hálózati meghajtójuk energiatakarékos. Ha azonban csak ezt a tényezőt vesszük figyelembe, a felszerelt LED-es világítás optikai spektrum, fényeloszlás és kápráztatás szempontjából gyengébb minőségű lehet.

A CCT korrelált színhőmérséklet egy optikai sugárforrás kék tartalmának mérőszáma: minél nagyobb, annál nagyobb a fényforrás kék komponense. A CCT a Plank-sugárzónak az a hőmérséklete, amely a legközelebb esik az adott fényforrás által kibocsátott értékhez (CIE, 2011). A LED-es útvilágítás CCT értéke

kb. 7000K-tól kb. 2700K-ig változik. Ha ezt összevetjük a nagynyomású nátriumlámpákéval, amelyeket számos útvilágításnál LED-esre cserélnek, a nagy CCT értékű cserelámpatestek harsányaknak és közel a napfényvel egyenértékűeknek tűnhetnek. A holdfény színhőmérséklete 4000K körüli, ezért lehet azzal érvelni, hogy a mesterséges útvilágításnak nem szabad ezt az értéket meghaladnia. Fontos azonban, hogy a világítási rendszer legyen alkalmas az út használatára (pl. az autópályák indokolhatják a lakóterületek útjainál alkalmazottnál nagyobb színhőmérsékletű világítást). A kápráztatásnak két fő forrása lehet: túl nagy a fénysűrűség vagy a fénysűrűség-eltérés (IES, 2011). A jó világítási gyakorlatnál – ha csak éppen nem ez a fényforrás célja – a fényt a kápráztatás megelőzése érdekében szét kell teríteni vagy el kell takarni, hogy ne lehessen közvetlenül rálátni. Néhány LED-es útvilágító lámpatestnél a LED-elemek nincsenek takarva, így az utat használók a normál látómezőben előre nézve láthatják azokat. Az ilyen fényforrások hozzájárulhatnak a zavaró káprázáshoz (IES, 2011). Ahol a LED-elemeket besüllyesztenek vagy fényüket szórják a fénysűrűség csökkentése érdekében, ilyen problémákról nem számoltak be. A gépjárművek LED-fényei, különösen a nappali menetfények és fényszórók zavaró vagy rontó káprázás forrásai is lehetnek. Az utóbbit a szembe szóródó fény okozza, és főként a nagyobb mennyiségű kék fényt kibocsátó fényforrásoknál és az idősebb szemlélőknél gyakori. A fényforrások ködben is előidézhethetnek nagyobb káprázási szintet. E kérdések számszerűsített értékelésével azonban nem találkozunk a hivatkozások között.

6.11 Általános következtetések

A Bizottság arra a következtetésre jutott, hogy nincs bizonyíték arra, hogy a normál használatra (általános világításra és megjelölőkhöz) szánt LED-ek közvetlen egészségkárosító hatással lennének az általános egészséges populációra. A gépjárművek LED-lámpái – különösen a nappali menetfények és fényszórók – okozhatnak időszakosan zavaró vagy rontó káprázást. A nagyobb mennyiségű rövid hullámhosszúságú fényt kibocsátó fényforrások – közöttük a LED-ek néhány típusa is – nagyobb hatást fejtenek ki a cirkadián ritmusokra ugyanolyan optikai sugárzás, kitétségi időtartam és napszak esetén. Jelenleg nem teljesen tisztázott, hogy a cirkadián ritmusok zavarai egészségkárosító hatásúak lennének.

7. AJÁNLÁSOK A KÖVETKEZŐ KUTATÓMUNKÁKHOZ

A SCHEER által közzétett kutatások áttekintése értékes következtetésekhez vezetett és bizonyos hiányosságokat tárt fel a LED-ek által az emberi egészségre gyakorolt potenciális kockázatokra vonatkozó ismeretekben. Ezek a hiányosságok részben kiküszöbölhetők lennének, ha további kutatás folyna a megoldatlan problémák felismerése érdekében a következőkben ismertetett területeken.

A szemre gyakorolt hatás

Nincs elegendő ismeret arról, hogy az emberek milyen mértékben vannak kitéve a LED-es fényforrásokból származó aktuális és az összes optikai sugárforrásból származó tényleges optikai sugárzásnak – az egészségre gyakorolt hatások felméréséhez információra van szükség az általános egészséges populáció kitettségéről. Javasoljuk, hogy a kitettség értékelésénél különböző korcsoportokat – csecsemőket, kisgyermeket, serdülőket és idős korú felnőtteket – vegyenek figyelembe.

Felismerték, hogy a korai szakaszban piacra került LED-lámpák jelentős mennyiségű kék fényt sugároztak ki. További kutatások irányulnak a LED-lámpák tökéletesítésére, hogy azok ebből a szempontból hasonlatossá váljanak a hagyományos típusokhoz, például az izzólámpákhoz. A jelenlegi EN 62471 szabvány nem veszi figyelembe a kék fényre különösen érzékeny népesség-csoportokat, ezért nem tartalmaz specifikus ajánlásokat azokra a populációkra, amelyeknek a kék fény kiszűrésére szolgáló természetes mechanizmusuk csökkent értékű (gyerekek, szemlencse-

hiányosak vagy beültetett szemlencsével rendelkezők). Ugyanakkor felismerték, hogy az általános populációnak a LED-ekből származó optikai sugárzásnak való kitettsége valószínűleg jelentéktelen a kültéri természetes fénynek való kitettséghez képest, de figyelembe kell venni bármilyen további egészségügyi megterhelést.

A nagy fényerősség, a villogás, a fantomtömb és a stroboszkóp hatások is releváns tényezők a kockázatelemzés szempontjából, amelyekkel a további vizsgálatok során foglalkozni kell. Meg kell vizsgálni, hogy valóban vannak olyan népességcsoportok, amelyek különösen érzékenyek a LED-lámpák villogó fényére – okozza azt a LED meghajtóáramkörének konstrukciója vagy fény szabályozó áramkör használata? Meg kell vizsgálni a nagy fényerősségű gépjármű világítás felhasználását, hogy van-e potenciális káros hatásuk a balesetek számának növekedésére. Figyelembe kell venni a huszonnégy órás kumulatív kitettséget, és további kutatást kell végezni a hosszú távú, alacsony szintű kitettségnek az életkorral kapcsolatos makuladegenerációra kifejtett hatásaival kapcsolatban.

Az egészséges bőrre gyakorolt hatások

A bőrbe való behatolás mélysége elsősorban az optikai sugárzás hullámhosszától függ. Kutatásokat kell végezni a bőrre gyakorolt hőhatásokkal és a bőrrel kapcsolatban az infravörös LED-es fényforrásokat tartalmazó infravörös szaunák/melegedő kabinok esetében.

Ezenkívül meg kell vizsgálni a kitettség és a dózisszintek bizonyos fotodermató-

zisban szenvedő betegekre kifejtett hatását.

Cirkadián rendszer

Fontos kérdés, hogy a LED-ekből származó optikai sugárzásnak és a beltéri világítás és a képernyők mesterséges fényének lesz-e hatása a cirkadián rendszerre a valóságban a természetes fényforrásokkal összehasonlításban. Kutatásokat kell végezni a kibocsátás hullámhosszainak, a kitettség idejének és időtartamának és bármilyen zavaró tényezőnek – pl. a kitettséget megelőzően végzett tevékenységnek és az illetők életkorának – a figyelembe vételével kapcsolatban. Ezenkívül jelenleg nem ismert, hogy a cirkadián rendszerre kifejtett hatások megmaradnak, fokozódnak vagy csökkennek-e az ismételt és a tartós kitettség után, mely utóbbi a valóságra jellemző. Ezenkívül meg kell vizsgálni azt is, hogy a LED-ek és/vagy a mesterséges fény által a cirkadián rendszerben okozott potenciális zavarnak vannak-e olyan negatív egészségügyi hatásai, mint amilyenek más cirkadián zavarok – például a többműszakos munka következtében – előfordulnak.

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

HOLUX Központ és Műhelyiroda 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 Kőrmend 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 Szeged Tel.: (06 62) 426 819 Fax: (06 62) 426 702
www.holux.hu www.fenyaruhaz.hu e-mail: hoso@holux.hu

Minőségirányítási
rendszer



A MEE Világítástechnikai Társaság
tagja

