

# FÉNYSZENNYEZÉS ÉS ÉPÍTÉSZET

Szöveg, fotó: **Kolláth** Zoltán

A Tejút látványa a Zselici Csillagoségbolt-park fölött

47

A modern kor egyik problémája a fényszennyezés. Sokan nem ismerik még ezt a jelenséget – hiszen természetesnek veszik, hogy fényárban élünk, s csak a világítás pozitív aspektusait veszik figyelembe. De mára egyértelművé vált, hogy a túlzott világításnak is megvannak az árnyoldalai, sőt kifejezetten veszélyes is lehet. Megfelelő irodalom és szabályozás hiányában nehéz eligazodni, mi az, ami még elfogadható, és mi az, ami kerüendő. Írásommal egy kis útmutatót szeretnék adni ahhoz, mire kell figyelni a kültéri (és sokszor a beltéri) világítások esetében. A téma azért is időszerű, mert az elmúlt időszakban a világítástechnika rohamléptekben fejlődött. Olcsóbbá vált a fény, kevesebb energia felhasználásával többet lehet világítani – és ez sajnos nem a megtakarításokat, hanem inkább a „többet”, a növekedést hozta magával. A mérések szerint éves szinten pár százalékkal növekszik a fényszennyezés mértéke. A technika fejlődésével lehetővé vált az is, hogy tetszőleges színekben világítsunk. Ez újabb kockázatot von maga után, hiszen a spektrum különböző részei jelentősen eltérő ökológiai és egészségügyi hatásokkal járnak.



## Szabályozás

Építészeti vonatkozásban a legfontosabb meglévő szabályozás az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet (OTÉK) hatályos változata. A rendelet 54. § (2) bekezdése kimondja:

„Az építmény megvilágítását, a köz- és díszvilágítást, a fényreklámot és a hirdetőberendezést úgy kell elhelyezni és kialakítani, hogy a fényhatás

- az építmény és a helyiségek, valamint a környezet rendeltetésszerű és biztonságos használatát ne akadályozza,
- a közlekedés biztonságát ne veszélyeztesse,
- az emberi egészséget és a környezetet ne károsítsa, és
- fényszennyezést ne okozzon.”

A szabályozás általánosan fogalmaz, sajnos nehéz megmondani, hogy mi az, ami az emberi egészséget már károsítja. Utalás esik a fényszennyezésre, és mint korábban a rendeletből hiányzó fogalmat definiálja is az OTÉK: „Fényszennyezés: olyan mesterséges zavaró fény, ami a horizont fölé vagy nem kizárólag a megvilágítandó felületre és annak irányába, illetve nem a megfelelő időszakban világít, ezzel káprázást, az égbolt mesterséges fénylését vagy

káros élettani és környezeti hatást okoz, beleértve az élővilágra gyakorolt negatív hatásokat is.”

Kezdjük azzal, hogy a definíciót részletesen értelmezzük. Nagyon fontos kitétel, hogy csak oda világítsunk, ahol a fény hasznosul, azaz a megvilágítandó felületre. Mikor világítunk a „horizont fölé”? Meg kell magyarázni ezt is, mert találok már olyan vezető építészszel, aki ezt a talajszint feletti méterben szerette volna értelmezni. Természetesen nem erről van szó, hanem irányról, amit a vízszinteshez képesti szögben kell értelmezni. Ez azért is fontos, mert a vízszinteshez közeli irányba távozó fény okozza a legtöbb fényszennyezést. Egyrészt azért, mert káprázást okozhat, de ez utazik a legtávolabbra is a légkörben, és onnan visszaszóródva máshol is eléri környezetünket. Az erősen horizont fölé irányuló fény – például a járdasíkba épített fényvetők sugarai – többnyire nem hasznosul, csak töredékében. Jó esetben a világűrbe távozik, de jelentős mértékben ez is visszajut a levegő molekuláin és egyéb részecskéin szóródva a felszín irányába. Ezzel csak az égbolt kifényesedését szolgálja. Ez utóbbi azt is jelzi, hogy az éjszakai égbolt fényességének mesterséges része jól megha-

tározza a fényszennyezés általános, globális állapotát. Ezért is került be ez a jelenség is a definícióba. Jelentős energiamegtakarítást, és ezzel együtt a fényszennyezés csökkenését lehetne azzal elérni, ha a világítások szintje az időponthoz igazodna, és csak a megfelelő időszakban világítanánk. Az első rész a geometriai és időbeli korlátozást indikálja: megfelelő irányba és időben kell világítani. Ehhez hozzátehetjük azt is, hogy mindig a megfelelő, szükséges mértékben, és nem többet. Egy fontos fizikai kritérium kimaradt a szabályozásból, de erről később részletesebben is írok.

A definíció második része már a nem megfelelő világítás káros hatásait sorolja fel. Az égbolt kifényesedése mint egyik következmény már előkerült. A káprázás közismert jelenség, erre külön is léteznek szabályok, szabványok. A lényeg az, hogy a nem megfelelő irányba jutó fény akár a megfigyelő szemébe is kerülhet. Ha a megfigyelendő környezethez képest ez a hatás erősebb, akkor a megvilágítás látási zavart vagy kényelmetlenséget okozhat. Extrém esetben ez balesetveszélyes is lehet azáltal, hogy nem veszünk észre egy akadályt vagy veszélyforrást. Több helyen tapasztaltam már, hogy pl. az épület lépcsője nem látszik a káprázás miatt...

Talán a „káros élettani és környezeti hatás” az a pont, ami a legnehezebben megfogható, számszerűsíthető. Viszont ez az a hatás, ami leginkább kockázatot jelent a nem megfelelően tervezett és/vagy kivitelezett világítás esetében. Mindannyian ismerjük a jelenséget, amikor a repülő rovarok a lámpa körül keringenek. Naivan azt gondolhatnánk, hogy szükségük van a fényre, de ez nincs így – a fény, elsődlegesen a természetes fények, pl. a Hold látványa navigációs támpont lehet. A mesterséges fény megjelenésével hamis támpontok kerülhetnek előtérbe, miáltal a rovar csapdába esik. A kódolt navigációs elv segítségével nem tud onnan megszabadulni, vagy pedig nem tud rövid idő alatt a sötétebb, távoli környezethez alkalmazkodni, és visszatér a világítás közelébe. Mindez akkor történik, amikor éppen a táplálékszerzés lenne a célja. Ennek elmaradása és a folyamatos energiafelhasználás (repülés) a vesztét okozhatja. Az éjszaka virágport gyűjtő rovarok esetében a fénycsapda az éjszakai megporzás elmaradásához is vezethet – ami a legújabb tudományos vizsgálatok szerint a nappali megporzást is hátrányosan érinti. Mindez csak ízelítő volt a káros környezeti hatásokból. A számszerűsítés hiányában is oda kell figyelni ezekre az aspektusokra azzal, hogy betartjuk a józan ész által is diktált szabályokat.

#### Ami a szabályozásból kimaradt

Amikor az OTÉK 2017-es módosítását előkészítették, már tudtuk azt, hogy a színképi vonatkozásokra is figyelni kell. Sajnos ez a javaslatom kimaradt a végső szövegből, mert még nem volt közismert, hogy milyen irányt vesz a világítástechnika. Azóta több olyan szabályozás vagy javaslat született a nagyvilágban, amelyben a mesterséges világítás kék tartalmát igyekeznek visszaszorítani. Habár a hazai szabályozásban mindez nem szerepel, érdemes figyelembe venni ezeket a kritériumokat is. A kék tartalom többféleképpen számszerűsíthető. Normál fényforrások esetében – amelyek

fénye a fehérhez közeli – a korrelált színhőmérséklet egy meghatározó mennyiség. A mértékadó javaslatok 3000 K-ben maximálják a színhőmérsékletet. Budapest Világítási Mestertervében is – bár nem az egész városra kiterjedően – ez az érték szerepel.

A színhőmérséklet nem minden fényforrás esetében jelent jó metrikát. Ilyen esetekben a rövid hullámhosszú (kék) tartományban kibocsátott teljesítmény százalékos arányát szokták limitálni. Egy lehetséges példa (amit a csillagos égbolt parkok esetében kell teljesíteni), hogy az 550 nm alatti tartományban a teljes teljesítmény maximum 25%-át sugározhatja a fényforrás.

A legfrissebb ajánlásokban még szigorúbb kritériumok szerepelnek. Hogy miért van erre szükség? Azért, mert az élővilágot a látható tartományban leginkább a kék tartományban kibocsátott fény zavarja. Erősebb a rovarokat érő csapdázó hatás.

Nem kell messzire mennünk a káros hatások vizsgálatok. A legfrissebb kutatási eredmények szerint azokon a helyeken, ahol a kültéri világításban a hideg fehér fények dominálnak (4000 K színhőmérséklet körüli és feletti LED-ek), nagyobb arányban fordul elő a mell- és a prosztatatarák, mint a klaszikus nátriumlámpákkal megvilágított területeken. A fiziológiai mechanizmus régóta ismert. A melatonin hormon fontos szerepet játszik a napi ciklusunk szabályozásában. Normál esetben éjszaka termelődik, segíti a nyugodt alvást. A megjelenő fények leállítják a melatonin termelését, és természetes körülmények között éppen ez segít a reggeli ébredésben. Azonban az alvás közben bennünket érő fény ugyanezt a hatást válthatja ki: hamarabb leáll a melatonin termelése, és nem tudunk rendszeresen, pihentető módon aludni. A nem megfelelő minőségű alvás is jelentős egészségügyi kockázati tényező, de van ennél egy nagyobb probléma is. A melatonin nemcsak az alvási ciklusunkat szabályozza, hanem erős antioxidáns is. Jelentős szerepet játszik bizo-

nyos daganatos sejtek kialakulásának megakadályozásában. Ezek elsődlegesen a mellrákhoz és a prosztatata daganatához kapcsolódnak, de a vastagbélrák is ebbe a csoportba sorolható.

A következő lépés a probléma megértéséhez a szem működésében rejlik. Normál nappali látásunkat a retina közepes és hosszú hullámban érzékeny csapjai határozzák meg. (Igazából a kétféle csap színképzékenysége nagyon hasonló: az egyik kicsivel a zölddebb, a másik kicsivel a vörös irányba tolódik el. A szemben a kép feldolgozása különbözteti meg ténylegesen a színeket.) A kékben érzékeny csapok – amik már tényleg jóval rövidebb hullámhosszokon működnek – lényegesen kevesebb számban szerepelnek, összességében 10% az arányuk, de ez az éles látás tartományában lecsökken mindössze 2%-ra. A nappali látásunk színképi érzékenységét így a másik két csaptípus határozza meg. Ennek a maximuma 555 nm-nél van. A szürkületben elveszítjük színes látásunkat, mert a csapok már nem eléggé érzékenyek, szerepüket egyfajta pálcika veszi át, amely sokkal érzékenyebb. Színérzékenységünk eltolódik a rövidebb hullámhosszok irányába: a maximális érzékenységük 507 nm-en van. Az utóbbi évtizedekben fedezték fel a kutatók, hogy más fényérzékelők is vannak szemünkben – ezek a fényérzékeny ganglionsejtek. A látásban közvetlenül nem vesznek részt, viszont információt juttatnak az agyba. Ez szabályozza a cirkadián ritmusunkat – más néven a biológiai óránkat – a melatonin hormon termelésének irányításán keresztül. A fényérzékeny ganglionsejtek érzékenységi maximuma a kék tartományban van, 460 nm környékén.

Milyen tanulságot vonhatunk le a fentiekből? Ha jól szeretnénk látni valamit, akkor célszerű azt a nappali látás érzékenységi tartományában megvilágítani. A kifejezetten kékes fény nem járul hozzá lényegesen ehhez a spektrális sávhoz, viszont a melatonin hormon termelésére gyakorolt hatása miatt ne-

Egy műemlék épület kapujába ültetett fényvető Egerben. Méltó ez a világítás ehhez a bejárathoz? Az OTÉK előírásainak egyértelműen nem felel meg



gativ szerepe lehet. Nem véletlen tehát, hogy a szabályozásokban oda kell(ene) figyelni a fényforrások két emissziójának arányára.

#### Az OTÉK és a valóság

Habár az OTÉK sok szempontból egyértelmű iránymutatást ad, hatálybalépése óta folyamatosan megjelennek olyan megoldások, amelyek gyökeresen ellentmondanak a szabályozásnak. A legkirívóbb példa a járdasíkba épített fényvetők használata. Itt a fény kizárólag a horizont síkja fölé vetül. Leszámítva azt a – sokszor elhanyagolható – fényáramrészt, ami a megvilágítandó felületre jut, az égbolt irányába távozik. Egyértelmű, hogy kerülni kellene ezt a megoldást – sokszor csak rossz megszokás, divat az, ami miatt választják. Funkciója megkérdőjelezhető. Pusztán építészeti szempontból is ellentmondásos, ha erősen alulról világítanak meg egy épületet. Hasonlóan ahhoz, milyen természetellenesnek tűnik, ha alulról világítanak meg egy emberi arcot vagy mellszobrot, az épületek esetében is a felülről érkező napfény határozza meg az optimális megvilágítás irányát. Eger sétálóutcájában, a Dobó utcában lényegében minden bejárati kapu „kapt” egy járdasíki fényvetőt. A fotó jól

Kommentár nélkül: mozgássérültrámpába telepített fényvető a kaposvári pályaudvar bejáratánál. A kápráztató hatás egyértelmű



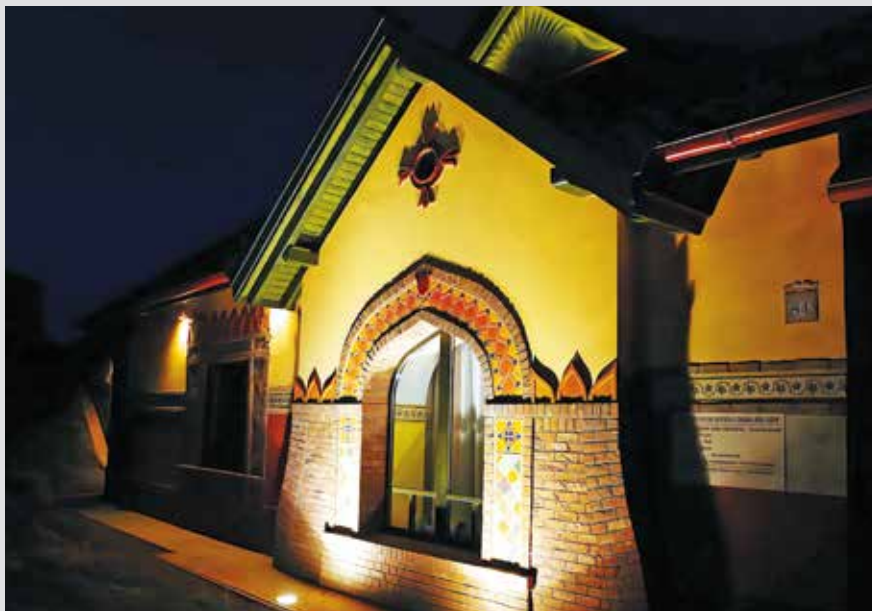
mutatja, mennyire zavaró a fények és árnyékok erős kontrasztja. Az esztétikai hiba is elegendő, de a kapun kilépő embert is azonnal erős kápráztató hatás éri, ami balesetveszélyes is lehet. Sajnos az előbbi jelenség általánosan elterjedt. Majd minden városban találunk hasonló eseteket. A kaposvári vasútállomás felújításakor szintén új díszvilágítást kapott – beleértve az emlegetett megoldást. De azt túl is szárnyalja a mozgássérültrámpa közepén elhelyezett

fényvető – épp ott nehezíti meg kápráztató hatásával a közlekedést, ahol segíteni kellene a mozgásban. Ez az eset az OTÉK rendelkezéseit gyakorlatilag minden pontjában megsérti.

A kaposvári eset azért is érdemel figyelmet, mert az Európában elsőként létrejött Zselici Csillagoségbolt-park közvetlen közelében van. A területen az elsődleges veszélyeztető forrást Kaposvár fényei jelentik.

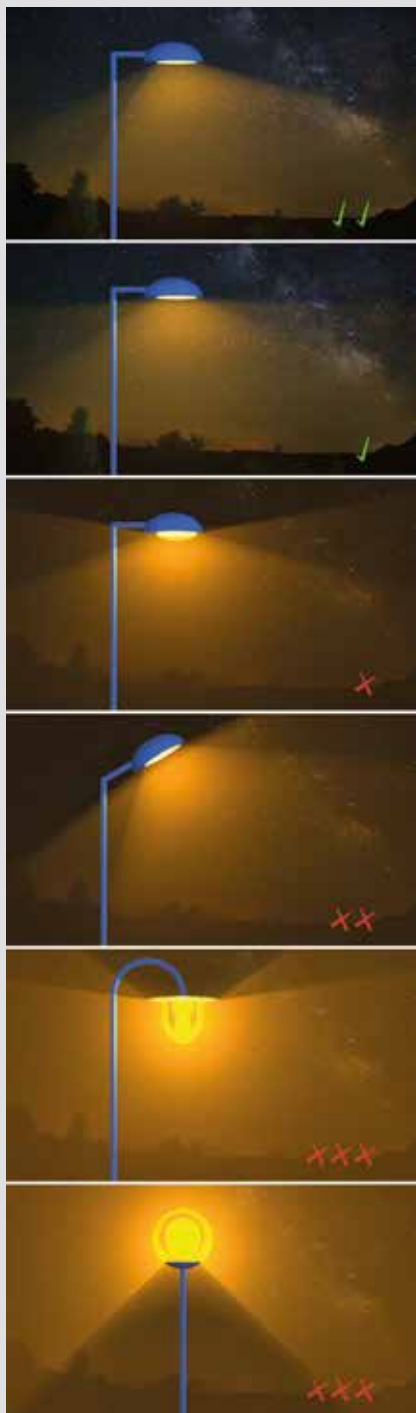
Tanulságos az is, miként kerül engedélyezésre egy ilyen világítás, holott egyértelműen látható volt, hogy az nem egyeztethető össze az OTÉK előírásaival. Sajnos a jó szándék ellenére is születnek rossz megoldások, egyszerűen azért, mert az OTÉK rendelkezéseit nem feltétlenül értelmezik megfelelően, és a fényszennyezés fogalomköre még mindig kevésbé ismert. A legfontosabb következtetés, hogy kiemelten kellene foglalkozni a téma oktatásával mind az építészek, mind a témában illetékes, a közigazgatásban dolgozó szakértők körében.

Felmerül a kérdés: hol kellene határt szabni az alkotói szabadságnak, sok esetben az építészeti önmegvalósításnak? Például készülhet egy egyedi, szép épület – amit az alkotója sötétedés után is látni-láttatni szeretne. Sok esetben érthető a dolog, városi környe-



▲ A bárdudvarnoki óvoda díszvilágítása. Érthetetlen, hogy a csillagos égbolt park közvetlen szomszédságában megvalósulhatott

▼ Jó és rossz lámpák. Ábra: Kolláth Zoltán



zetben a díszvilágításra is szükség van. De mi a helyzet akkor, ha mindez a nemzetközileg is elismert és védett csillagos égbolt park peremén lévő településen valósul meg – ráadásul közpénzből –, és az épület egy óvoda? Szükség van egy ilyen létesítménynél a díszvilági-

tásra? Többünk véleménye, hogy nincs. Az építész felelőssége, hogy az általa teremtett környezet minta legyen, az óvadás gyerekek előtt ne jelenjen meg egy kerülendő megoldás.

Ugyanakkor öröndetes, hogy Répáshuta mellett Bárdudvarnok az a település, ahol egy kiemelt, fényszennyezéssel kapcsolatos projekt segítségével megújítjuk a közvilágítás egészét. Olyan útvilágítást szeretnénk létrehozni, ami nemzetközi szinten is mintaszerűnek tekinthető. Ezzel a világitással végképp nem egyeztethető össze az óvoda fényszennyező ragyogása.

A talajsíkban elhelyezett fényvetőknek még egy kockázatuk van – éppen a gyermekek esetében. LED-ek segítségével ma már tudnak lényegesen kisebb felületű fényforrásokat gyártani. Ez azzal jár, hogy azonos világítási teljesítmény kisebb felületről származik, a felületi fényessége, azaz fényűrűsége nagyobb lesz. Manapság az elérhető maximális fényűrűség már akkora, ami kisgyermekes esetében eléri a látáskárosodás kockázatát. Szerencsére ilyen durva esettel még nem találkoztam, de sajnos megvan annak a lehetősége, hogy megfelelő ismeretek, információ hiányában megvalósuljon – például egy sétálóutcában – egy ilyen berendezés. Ott, ahol egy kisgyermek közelről rácsodálkozhat az erős fényre.

#### Látszólag szabályszerű, de mégis kerülendő...

Mint említettem, sajnos az OTÉK nem tartalmazza még a színekpi szempon- tokat a fényszennyezés aspektusából. Pedig nagyon időszerű lenne a dolog, mert az erős kék tartam mind környezeti, mind humán egészségügyi szempontból nagyon sok kockázatot rejt. Ami még aggasztóbb, hogy ez is egy olyan tény, ami nem eléggé ismeretes – többek között az építészek körében sem. Még a jogkövető tervező is nagyot tévedhet ebben az esetben, hiszen a szabványok sem veszik figyelembe ezt a szempontot. A miértre egyszerű a válasz. Ott, ahol limitálják a lakóépületek

ablakaiban a vertikális megvilágítást (azaz a felület egy négyzetméterére eső fényáramot), a maximális értéket a hagyományos fényforrások (azaz izólámpák, nátriumlámpák stb.) szempontjából határozták meg. Szigorúbb esetekben 1 lux körüli maximális megvilágítást szoktak javasolni az ablak-síkban, vagy az ingatlanon belül. Hogy mi a zavaró, az szubjektív. Van, aki a telihold fénye mellett sem tud jól aludni, ami kb. 0,1-0,2 lux megvilágításnak felel meg.

Hogy érezzük a fényforrás színéből eredő problémát, hasonlítsuk össze a nátriumlámpa fényét egy extrémebb (460 nm központi hullámhosszúságú) kék színű LED fényével! Tételezzük fel, hogy egy precíz megvilágításmérővel mindkét esetben 1 lux megvilágítást mérünk az ablakunkban. Ekkor a kék LED látható tartományban kibocsátott fizikai (tehát nem az emberi látáshoz súlyozott) teljesítménye közel 10-szerese a nátriumlámpáénak. De még meglepőbb, ha azt hasonlítjuk össze, hogy a melatonintermelés elnyomása szempontjából mennyivel erősebb a kék fény. Ebben az esetben azonos, „hivatalos” luxokban mért megvilágítás esetén a kék LED több mint százszor erősebbnek, azaz károsabbnak bizonyul a hagyományos sárgás fényénél. Ha nem a nátriumlámpához, hanem a környezeti és egészségügyi szempontból optimális foszforos borostyánsárga LED-ekhez hasonlítjuk, akkor a kék LED iménti szorzószáma már több mint 700-szorosa a cirkadiánritmus megzavarása szempontjából. Kérdés persze, hogy ilyen tisztán kékes fényű LED-eket mennyire használnak az épületek világítására. A válasz – ismét csak sajnos – az, hogy kezdik megszeretni az építészek...

A legprominensebb példa a Duna Aréna világítása. Sokszor egész éjszaka működik a kék díszvilágítás. A közelben lakók kértek tőlem szakvéleményt, mert elmondásuk szerint zavarja őket a nyugodt pihenésben és alvásban. Megfelelően kialakított szabványok, szabályozások hiányában nem állíthatjuk egyértelműen,

## ▼ Kék díszvilágítás, Duna Aréna



hogy nem helyénvaló a díszvilágítás. A kérdéses lakás hálózójának ablakában mindössze a telihold fényével azonos besugárzás mérhető a teljes látható tartományban. Sok esetben ennek többszörösét is engedélyezik a szabványok. Viszont, ha figyelembe vennék azt, hogy a melatoninintermelés szempontjából több százszoros eltérések lehetnek egy normál világításhoz képest, akkor kiderül: jobban oda kellene figyelni. Fényes és világos felületek megvilágításánál ráadásul az a kritérium is sérül a valóságban, hogy ne világítsunk a horizont irányba fölé. Igaz, hogy a fényvetőkből nem távozik közvetlenül fény az égbolt irányába, de a felületről visszaszóródó fény közel fele az égbolt irányában vész el. Látszólag szabályos, de mégis ugyanakkora a környezeti hatása, mint egy szabálytalan megvilágításának.

Összességében elmondhatjuk, hogy a Duna Aréna díszvilágítása is a kerülendő példák közé tartozik. Bizonyos szempontból érthető a Duna kapcsán a kék szín választása, de a narancssárga fény nagyságrendekkel környezetbarátabb lenne, a világítás éjfél utáni lekapcsolásával pedig tovább lehetne javítani a problémán.

**Mit tehetünk?**

Szükség lenne a kültéri világítás létesítésének még szigorúbb jogi szabályozására, annak precíz értelmezésére, a meglévő és jövőbeli törvények szigorú betartására. De ezek nélkül is jelentősen környezet- és emberbarátibb megoldások születhetnének egy kis odafigyeléssel. A legtöbb esetben nem csorbulna az esztétikai érték sem azáltal, hogy figyelembe vesszük az alapve-

tő optikai, fényterjedési és fiziológiai szempontokat. Az OTÉK végül is erre mutat rá: csak akkor, azon a helyen, abba az irányba világítsunk, amikor és ahol a fényre szükség van, teljesíti funkcióját, de annál nem többet. Ha azt is figyelembe vesszük, hogy a fény spektrális összetétele jelentősen befolyásolja a fény ökológiai lábnyomát, akkor további lépéseket tehetünk egy jobb minőségű világítás irányába. A már említett bárdudvarnoki és répáshutai közvilágítási rekonstrukciónak éppen az az egyik fő eleme, hogy csúcsidőn kívül csak borostyánsárga fényrel világítunk majd – ezzel jelentősen csökkenthető az ökológiai kockázat, és javul a lakók életminősége.

Láttuk, hogy sok probléma van még. Hosszasan sorolhatnánk az erősen fényszennyező, az OTÉK előírásaival ellentétes megoldásokat. Kis falvaktól egészen az Országház díszvilágításáig találunk ilyeneket. Sok esetben a járóelők is szóvá teszik a problémát – ilyen eset például a Batthyány tér díszvilágítása. Vajon megszüntethető-e a mostani felújításnál a csarnok előtti, a burkolatba helyezett díszvilágítás? Rengeteg munkánk van még – oktatóknak, kutatóknak, tervezőknek –, hogy felhívjuk a figyelmet a problémára, és minél szélesebb körben ismertessük azt. Az építészek mindebben nagyon sokat segíthetnek.

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

One of the greatest problems of the modern age is light pollution. In the absence of adequate literature and regulation, it is difficult to know what is acceptable and what is to be avoided. The subject is all the more timely given the lightning-fast development of lighting technology in recent times. As light has become less costly, less energy is consumed for more intense artificial lighting. Even though the OTÉK provides clear guidance in many respects, solutions have emerged that radically contradict regulations, such as embedding floodlights into the pavement plane, to questionable results. There is a need for even more stringent legal regulation for the establishment of outdoor lighting, including its precise interpretation, as well as for the strict enforcement of current and future laws. However, even without such regulation, ergonomically better and more environmentally friendly solutions could be reached with a little more dedication. In most cases, the aesthetic value is not affected by the enforcement of such practical considerations as the basic optical, light propagation and physiological aspects. In fact, the OTÉK points in the same direction by advising the use of lighting only when, where and to the extent absolutely required. Also, if we take into consideration that the spectral composition of light significantly influences its ecological footprint, we can take further steps towards a better quality lighting.