

UTÓIRAT POST SCRIPTUM

XVIII. ÉVFOLYAM / 99. SZÁM

TÉR A FÉNYBEN – FÉNY A TÉRBEN

AZ ÉPÍTÉSZETI VILÁGÍTÁS FORRADALMAI

SZÖVEG TEXT: BÖRÖCZ SÁNDOR

1879. október 22, Menlo Park, New Jersey – sokan tartjuk ezt a napot mérföldkőnek az elektromos világítás történetében, hiszen ezen a napon Edisonnak és munkatársainak sikerült elszenesített pamutszál segítségével több, mint 13 órán át üzemelő elektromos lámpát létrehozniuk.

Nem sokkal később már elszenesített bambuszrosttal és tökéletesebb vákuumtechnológiával elérték az 1200 órás élettartamot is, de az elektromos világítás nagy tömegű elterjedését az 1904-ben Magyarországon kifejlesztett wolframszál izzólámpa tette lehetővé (Hanaman Ferenc és Just Sándor). Bár elektromos ívlámpákat egy-egy városban alkalmi világításokhoz már a 19. század első felében is használtak, de állandó mesterséges világításra sem az ívlámpák, sem a nehezen irányítható fényű gázégős lámpatestek nem voltak alkalmasak.

Mielőtt továbbmennénk, nem állom meg, hogy fel ne villantsam Edison és magyar munkatársa, Fodor István, valamint a párizsi Opera elektromos világítási történetének egy, talán kevésbé ismert szeletét. Az Operaház 1875-ben avatták fel, és az épületet akkoriban a világ nyolcadik csodájának tartották; egy kortárs szerint „az emberi kultúra evilági katedrálisa” volt. Elsősorban méretei és korának leghaladottabb technikai felszereltsége indokolták a lelkesedést – többek között ide értették a felszerelt gázvilágítást is. Az 1881-es párizsi világkiállítás idején – ahol Edison izzólámpa bemutatója volt az egyik szenzáció –, hat évvel az Operaház átadása után már rájöttek, hogy a gázvilágítás súlyosan veszélyezteti az épület belső művészeti alkotásait. A mennyezeti festményeket fekete korom fedte, és az évek során szükségessé váló tisztítások károkat okoztak a freskókban. A gázvilágítás által termelt kénhidrogén rongálta az aranyozást, a bronzdíszeket, megtámadta a márványdíszítéseket, még a kőszobrokat is. A Világkiállítás Nagybizottságának tagja volt az Opera építész, Charles Garnier is, aki meglátta a lehetőséget Edison világítási rendszerében. A kiállítás alkalmával szerzett tudomást az Edison-féle új rendszerű, üveggolyóba zárt izzólámpáról, és ettől az új világítási rendszertől remélte örökbecsű alkotásának megmentését. Garniernek végül sikerült kivívnia, hogy egy nagyobb arányú világítási kísérlet céljára magát az Operát bocsássa rendelkezésre. A „világítási verseny” négy résztvevője ívlámpákkal, míg hárman – köztük Edison – izzólámpákkal szerelték fel az Opera különböző tereit. Edison kiváló magyar munkatársa, Fodor István az Opera körül létesített fabódékba

telepített áramfejlesztő dinamókat felügyelte a világítási próba során, melyektől – szikratávíron keresztül – egyre nagyobb és nagyobb feszültséget kívántak. A kísérlet utolsó fázisáról olvassuk Fodor István izgalmas beszámolóját:

„...Közben az én dynamóm egyik kefeje veszedelmesen szikrázni kezdett. A kefetartó acélrugója annyira megpuhult, hogy a kefe minden pillanatban leeshetett a kommutátorról. Fogd meg a kefét és szorítsd le a keziddel! – kiáltott át hozzám Mat Force a dynamója mellől és én azonnal megfogadtam a tanácsot. Kezemet a zsebkendőbe csavarva megfogadtam a kefét és teljes erővel odaszorítottam azt a kommutátorhoz. Szörnyű pillanatok voltak ezek. A zsebkendő nem védett a villanyáram ütése ellen és a forró fém összeégette a kezemet. Már úgy éreztem, nem bírom tovább kitartani a fájdalmat és csak az a tudat adott erőt, hogy egész jövőnk forog kockán. Az egy-két perc óráknak tűnt számomra, míg végre újból kattogni kezdett a jelzőkészülék: Vége! Kikapcsolni! A következő pillanatban Mat Force ugrott oda hozzám és kikapcsolta a dynamót. Szinte öntudatlanul ejtettem ki kezemből a kefét ... A csatát megnyertük!...”

A hőskorban nem ritkán még ennyire „forró” kapcsolatban volt az elektromosság és a világítás...Persze a gázvilágítás átalakítása az Operában nem ment egyik napról a másikra. Szinte pontosan négy évre volt szükség, hogy 1885 októberében Garnier bejelentse az átalakítás befejezését. Az Opera területén összesen 6200 izzólámpát és 14 lámpahelyen ívlámpát helyeztek üzembe.

Az elektromos világítással a 20. század elejétől az építészek olyan eszközt kaptak a kezükbe, amiről korábban nem is álmodhattak. Épületeiket, az anyagba zárt teret addig csak egyféle külső fényben helyezhették el: a külső, természetes megvilágításban. Ez a fény a napszakok váltakozásával a fehér sokféle árnyalatát adja, hajnalban és alkonyatkor vöröses-sárgás fehér színben fürösztli a környezetet, napközben a sárgás és kékes árnyalatok kiegyenlítődnek, ugyanakkor felhős időben az erős kékesfehér dominál. Tiszta időben a napsugár hatására a tárgyak, épületek folyamatosan változó fény-árnyék játéka is izgalmas eszközként használható. Ugyanakkor a 20. század elejétől az építészeknek meg kellett tanulniuk a természetes fénytől teljesen eltérően viselkedő új, mesterséges fény kezelését. Ez az esti vagy éjszakai, mesterséges fény stabilan fehér színű lett, nem csak egy forrásból sugárzott, hanem a kiindulása sokféle szétosztható, ráadásul lehetőség nyílt a fénykéve,



A PÁRIZSI OPERA FŐLÉPCSŐHÁZA DÍSZVILÁGÍTÁSBAN

fénysugár irányítására is. A mesterséges fény nem változtatja folyamatosan a helyzetét, így módon jól tervezhető a hatása. Ugyanakkor azzal számolni kell, hogy az esti világítás nem jöhet a Nap pozíciójából, így tárgyaink, épületeink a mesterséges fényben más látványt nyújtanak estként, mint nappal.

Legalább ilyen izgalmas kihívás volt az az új lehetőség is, hogy az elektromos világítási kor hajnalán magában az épített térben is újfajta gondolkodás kezdődött. Évszázadokon keresztül mécsesek, gyertyák és olajlámpák szolgálták az épületek, otthonok funkcionális világítását – azok is csak épphogy. A reprezentatív épületekben, a különleges események alkalmával használt sok ezer gyertya és mécses is csak arra volt alkalmas, hogy rövid időre elfeledtesse a gyengén világított hétköznapi estéket. A gázvilágítás viszonylag rövid kora hozott ugyan némi előrelépést, de a tűzveszély kockázata ugrásszerűen megnövekedett. Jó példa erre az 1814-ben, Napóleon legyőzése és a béke helyreállítása tiszteletére a londoni St. James's parkban emelt 24 méter magas pagoda esete, melyet 10 ezer (!) gázégővel szerettek volna megvilágítani. Az építmény a gázégők első bekapcsolását követően, még aznap este hatalmas fáklává vált és porig égett. Az elektromos világítás elterjedése egybeesett a második ipari forradalom nagy technikai-technológiai fejlődésével, valamint az ezzel járó társadalmi változásokkal és a szélesebb tömegek anyagi jólétének általános növekedésével is. Az elektromosság egyrészt sokkal komfortosabb funkcionális belső megvilágítás kialakítását tette lehetővé, másrészt egyre kifinomultabb eszközöket adott az építészek kezébe a tér és a mesterséges fény, a világítás, illetve a fény által létrehozott hangulatok tervezésére.

Már a múlt század tízes éveiben megalakult a Nemzetközi Világítási Bizottság (CIE), ami azon túl, hogy a világítástechnika elméleti kérdéseivel foglalkozott, rendszeresen készített kiadványokat, szervezett konferenciákat a világítás gyakorlati kérdéseiről – azaz a kezdetektől fontos cél volt a világítástechnikai ismeretek terjesztése, oktatása is. Magyarország ebben a tekintetben sokáig az élvonalban haladt. Berlin után elsőként Budapesten, az Eötvös utcában alapította meg 1927 őszén Zípernovszky Ferenc, a Tungstram Rt. és a Magyar Villamos Művek Országos Szövetsége a Világítástechnikai Állomást. Zípernovszky 30 éven át vezette ezt a hihetetlenül nagy tekintélynek örvendő intézményt, amely rendkívüli szerepet töltött be a magyarországi világítási kultúra fejlődésében. Az Állomás igen népszerű lett, főiskolák, egyetemek kihelyezett órákat tartottak ott, megindult a mérnökök, tanárok és építészek posztgraduális képzése

is. Fontosságát jelzi, hogy 1935-ben 192 rendezvényén összesen 18 600 fő vett részt. Az intézmény egyik egyedülálló innovációja volt az 1936 őszén létrehozott Fényarchitektúra terem, az ebbe épített demonstrációs rendszert elsősorban építészek számára tervezték. Mivel a világítás oly sok szálal kapcsolódik az építészethez, itt modellezték a legfontosabb építészeti elemeket (oszlopok, reliefek, ablakok, szobrok, vízésés), és azokat távvezérléssel, különböző világítási effektusokkal világították be. A különböző irányokból, különböző erősséggel, változó színekkel vagy éppen sziluett világítással összesen mintegy 120 világítási effektust lehetett bemutatni csupán ebben az egy térben. A mesterséges világítás művészi lehetőségeit demonstráló berendezés egyedülálló eszköz volt az építészeti oktatásban. 1936. november 1-jén a kor legfontosabb építészeinek mutatták be a Fényarchitektúra termet, a vendégkönyvben tallózva a 46 résztvevő között ott látjuk Molnár Farkas, Kósa Zoltán, Tolnay Pál, Kaesz Gyula, Györgyi Dénes, ifj. Lechner Jenő nevét is. A Világítástechnikai Állomás 75 éven keresztül nagy sikerrel működött Budapesten, de a 2000-es évek elejére fenntartója már nem vállalta további működtetését, így szegényebbek lettünk egy nagy múltú, a magyar világítástechnika haladó szellemiségét sokáig hordozó helyel.

Edison találmánya után jó 100 évvel, a negyedik ipari forradalom kezdetén, a 2010-es években újabb robbanásszerű forradalmat élt meg a világítástechnika, noha a folyamat valamivel korábban kezdődött. Már az 1950-es években komoly eredményeket értek el a kutatók a szilárdtest fényforrások fejlesztésében – ezt nevezzünk egyszerűen LED-nek (Light Emitting Diode, azaz világító dióda). Az ilyen fényforrásokat először csak jelzőfényként használták, és csak néhány színben – piros, zöld, sárga – volt elérhető, fehérben nem. 1994-ben azonban kutatók kifejlesztették a nagy fényáramú kék LED-et, ami mérföldkő volt a világítástechnikában, mivel ez volt a kulcsa a világításra is használható fehér LED-ek kifejlesztésének. A tudományos világ kicsit mostohán bánt az elismeréssel, hiszen a fejlesztésben élen járó kutatóknak – Akaszaki, Nakamura és Amano – csak 20 évvel később, 2014-ben ítelték oda a fizikai Nobel-díjat. Ezzel a felfedezéssel azonban az Edisonéhoz hasonló nagyságrendű forradalom indult el a világítástechnikában, és sok szempontból újraértelmezte a már megtanult világítási szabályokat, felforgatta a világítási ipart, újra tanulásra fogta a tervezőket, építészeket. A LED világkarrierje nagyjából az ezredfordulón indult el, még ha az első éveiben – hasonlóan az izzólámpához – komoly gyermekbetegségei voltak is.

Mi minden változott a LED-ek megjelenésével? Szinte semmi nem maradt a száz évvel korábbi Edison-korszak fénytervezési alapjaiból. Ha szigorúan a fizika felől nézzük, az izzólámpa és a LED gyökeresen más elvek szerint működik. Míg az egyik ún. hőmérsékleti sugárzó, vagyis egy fémot addig melegítünk, amíg olyan hőfokra nem ér, hogy a hő mellett fényt is kibocsát, addig a LED a félvezető anyagok átmenetén vándorló elektronok hatására fényt bocsát ki – bár itt is termelődik hő. Az építészeket azonban nem a fizikai jellemzők, hanem az új fényforrás által kínált újfajta lehetőségek izgatják. Az egyik ilyen lehetőség, hogy a LED-ek szinte bármely fehér árnyalatban világíthatnak, azaz a sárgás-fehértől a kékesfehérig a fehér összes árnyalatát – színhőmérsékletét – produkálhatják. Ráadásul egy egyszerű technika segítségével mindezt akár egy lámpatestbe építve és vezérelve is képesek előállítani, azaz a fehér szín árnyalatait bárhol reprodukálhatjuk. A másik komoly lehetőség abban rejlik, hogy a LED színes fényforrásként is rendelkezésre áll, ami a világítással létrehozott hangulatok egész tárházát nyitja meg előttünk. Mivel a LED igen kompakt, kis felületű fény sugárzó eszköz, ezért a fehér árnyalatait létrehozó LED-ek könnyen kombinálhatók a színes LED-ekkel, és így már egy, szinte végtelen lehetőségeket kínáló új fényforrást kapunk a kezünkbe – mindezt úgy, hogy még ezt az eszközt könnyedén irányítani, távvezérelni is tudjuk.

A LED világítás számtalan előnye mellett azonban mégis számos koc-



A VALENCIAI MUSEU DE LES CIÈNCIES PRINCIPE FELIPE ESTI FÉNYBEN. ÉPÍTÉS: SANTIAGO CALATRAVA, FOTÓ: BÖRÖCZ SÁNDOR

kázattal, illetve óvatos megfontolással is számolnunk kell. Az egyik ilyen kockázat a fehér LED világításnál jelentkezik, mivel ezen fényforrások színhűsége (színvisszaadása) sok esetben igen gyenge, így a megtervezett terekben alkalmazott színek e világításban csupán gyengén vagy torzán jelennek meg. Ráadásul, a korábban alkalmazott színvisszaadási mérőszámok sem mindig nyújtanak biztos támaszt, mivel azokat a mérési és kiértékelési eljárásokat a „hagyományos” fényforrásokra fejlesztették ki. Alapos megfontolást kíván a tervezőktől a színes fényforrásokkal előállítható fényhatások szintere, sok esetben szeretnének például pasztell tónusokat előállítani, amire az egyszerű három színt (RGB) tartalmazó rendszerek alkalmatlanok.

A fentiek ellenére a LED világítás forradalma végigsöpört a világon, és ha kissé csökkent is a fejlődés tempója, még ma is tart. Folyamatosan fessegeti, túllépi az évtizedes, korábbi bevett szokásokat, világítási szabályokat. A fejlődés tempója miatt még a szabványosítása is csak csekély mértékű, alig látható. Ugyanakkor soha nem látott, izgalmas világítási eszközök jelennek meg, és már nem csak a világítás hangulatát tudjuk eddig nem látott finomsággal, árnyaltsággal beállítani, de újfajta eszközként is megjelent: közösségeket építhet.

Még a 80-es évek végén személyes élményként ivódott belém a fény, a világítás közösségépítő ereje. Akkoriban a Tungstram létesítmény mérnökeként jutottam el Kínába, ahol a Feng-Tai stadionba tervezett sportvilágítás végső beállításán és beüzemelésén dolgoztunk. A világítási rendszer beállítását követő első esti bekapcsolás során a stadionon kívül is mértük az eredményt, hogy lássuk, mennyi „felesleges”, szórt fény jut ki a stadionból. Nagy élmény volt látni, hogy az egyébként igen gyéren megvilágított környék a kijutó szórt fényben „fördött”, és ezt kihasználva megindult az esti társasági élet. Családok ültek ki az utcára sámlikkal, hokedlikkel, s még asztalokat is kihoztak, hogy üdítők mellett beszélgethessenek, olvashassanak, még játékok is előkerültek. Ez a fajta közösségépítés mára tudatossá vált, és a világítás ebben sokszor kulcsszerepet játszik. A közelmúlt egyik ikonikus példáját nyilván sokat ismerik: ez a San Francisco-i Öböl híd (Oakland Bay Bridge) világítási projektje, amely magánkezdeményezésként indult, s végül nagyrészt magánadományokból valósulhatott meg. A fényszobairól híres művész, Leo Villareal komponálta meg a híd északi oldalának különleges, soha nem ismétlődő, az alatta lévő vízre és a híd forgalmára reflektáló világítási mintázatait. Az egész projektet a helyi közösség folyamatos figyelve övezte, ami a sok támogatásban is kifejeződött, és végül olyan siker lett,

hogy azóta a világon több, mint 50 millióan látogattak el a hídhoz, hogy megcsodálják az esti fényjátékot.

De egyvalamit ne feledjünk: egy alapjaiban megváltozott, teljesen új világítási korszak kezdődött. Ahogy az izzólámpa korszakának elején megindult az új, elektromos világítási rendszer oktatása, és az építészek, belsőépítészek, látványtervezők igényeire épülve a továbbképzés is, a mostani paradigmaváltás ugyanezt követeli meg. Elődjünk annak idején létrehozták a Világítástechnikai Állomást, ahol építészek és mérnökök közösen fejlesztették ismereteiket, belépve az elektromos világítás világába. Úgy vélem, ma ismét szükség lenne erre az összefogásra, hiszen továbbra is az építészek szövik városaink, településeink szövetét, és újragondolt közösségi tereket, hangulatokat, interaktív megoldásokat kell létrehozniuk, melyek újfajta LED fényeit értő módon kell ezekhez a terekhez hangolniuk.

Nagy lehetőség és egyben nagy felelősség is ez, meg kellene találni az együtt-gondolkodás, a közös tanulás formáját és színterét. Így emelhetnénk fel újra a hazai tér-világítás-kultúra, vagy, ahogy nagy elődjünk egykoron hívták, a „fényarchitektúra” ügyét.

LIGHT IN SPACE – SPACE IN LIGHT

THE SUBSEQUENT REVOLUTIONS OF THE LIGHT IN ARCHITECTURE

October 22nd, 1879, Menlo Park, New Jersey – this day is regarded by many as a milestone in the history of electric lighting, as it was then that Edison and his colleagues managed to create an electric light operating for more than 13 hours thanks to a carbonated cotton yarn. Electric lighting was also a tool from the early 20th century on for designers, developers and architects of man-made environment that they had never even dreamt about before. From the beginning of the 20th century, architects had to learn the handling and usage of the new artificial light which was totally different from that of natural light. The new opportunity was also an exciting challenge as artificial light paved the way for a new way of thinking at the dawn of electric lighting. Some 100 years after Edison's invention, lighting technology experienced yet another exploding revolutionary stage of its evolution with the spread of the LED lights, that reinterpreted the already learnt rules of lighting, turned the lighting industry upside down, and encouraged and forced designers and architects to start learning again.