

Arató András

VILÁGÍTÁSTECHNIKA

2.1, javított és bővített kiadás

© Arató András 2003.

A könyv Interneten elérhető elektronikus változata saját, nem kereskedelmi célra szabadon felhasználható.

A szerző elérhetősége:

Levél: HOLUX Kft. 1335 Budapest, Béke u. 51-55

e-mail: a_arato@hotmail.com

Tartalom

Bevezető	3
1. Világítástechnikai alapfogalmak.....	4
2. Fényforrások	12
3. A fényforrások működtető szerelvényei	29
4. Lámpatestek.....	39
5. Világítástechnikai előírások.....	56
6. Világítási ötletek	59
7. Irodalomjegyzék	76

Bevezető

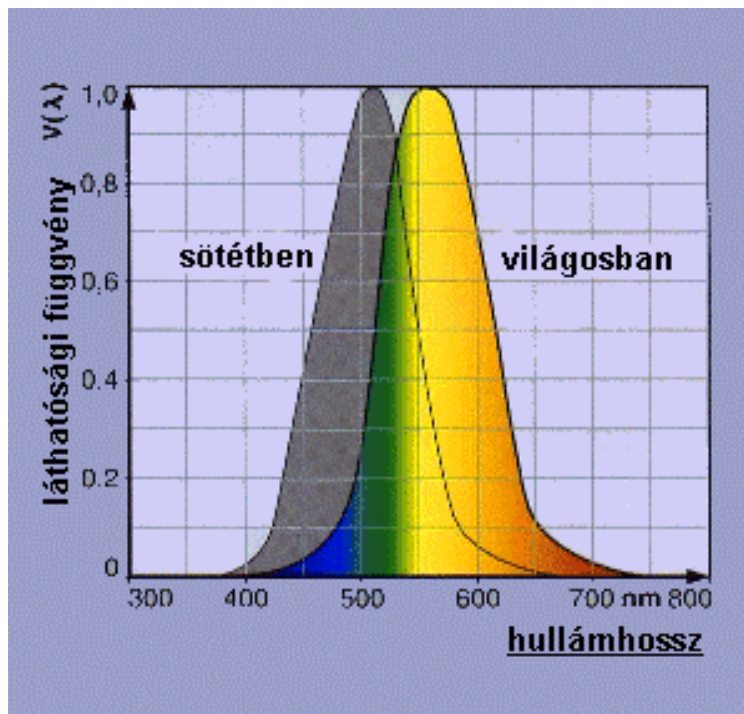
Ha valaki nyitott szemmel több évtizedet eltöltött egy szakmában, akkor ezalatt óhatatlanul hatalmas információtömeg halmozódik fel körülötte. A modern technika segítségével megnyílt a lehetőség arra, hogy ennek egy részét mások számára is hozzáférhetővé tegyék. Ez a gondolat adta az ötletet, hogy az íróasztal fiókjában, számítógépes lemezekon kallódó cikkek, tanulmányok felhasználásával szűkebb szakterületemet, a világítástechnikát ilyen formában feldolgozzam.

Egyes felmérések szerint a bennünket érő információk 80 %-át a szemünkön keresztül kapjuk. Kísérletek sorozata mutatta ki a világítás és a közérzetünk, szellemi és fizikai munkateljesítményünk közötti összefüggést. A világítás emellett napjainkban környezetformáló, építészeti elemként is megjelenik. Ezen ismertető célja, hogy a legszükségesebb alapfogalmak ismertetése után áttekintést adjon az érdeklődők számára a világítással kapcsolatos legfontosabb tudnivalókról.

A közreadott ismertetés elsősorban nem világítástechnikai szakembereknek készült. Mivel azonban a magyar nyelvű szakirodalom sok szempontból elavultnak tekinthető, könnyen elképzelhető, hogy a szakemberek is találnak hasznosítható információt benne. A választott publikációs mód lehetőséget ad arra, hogy a közöltek ne rekedjenek meg az ismeretek mai szintjén, hanem lehetőség szerint naprakészen kövessék a fejlődést. Az első alkalommal 1997-ben megjelent anyag folyamatos kiegészítgetései után, hat év elmúltával elérkezettnek láttam az időt egy formailag és tartalmilag is átdolgozott, bővített 2. kiadás közzétételére. Ennek a munkának az eredménye a jelen elektronikus könyv.

1. Világítástechnikai alapfogalmak

Szemünk az elektromágneses sugárzás 380 és 780 nm közötti hullámhosszúságú tartományát érzékeli látható fényként. Az emberi szem nem egyformán érzékeny a különböző hullámhosszú sugárzásokra, a szem érzékenységének elfogadott és az 1.1 ábrán látható szabványosított görbáját a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság állapította meg. Más-más görbe vonatkozik a világosban és a sötétben való látásra, a világítástechnikában általában a világosra adaptált szem érzékenységi görbéjével számolnak. A világosra adaptált szem láthatósági függvényének szokásos jelölése $V(\lambda)$, a sötétre adaptált szem görbéjét $V'(\lambda)$ -val jelölik.



1.1. ábra. A láthatósági függvények

A világosban látó szem érzékenységi görbéjének, azaz a láthatósági tényezőnek a maximuma a zöldessárga színérzetet keltő 555 nm-es hullámhossznál van, majd a láthatósági tartomány szélei felé közeledve az érzékenység csökken. A szem érzékenysége nem független a megvilágítástól, sötétben való látáskor az érzékenység

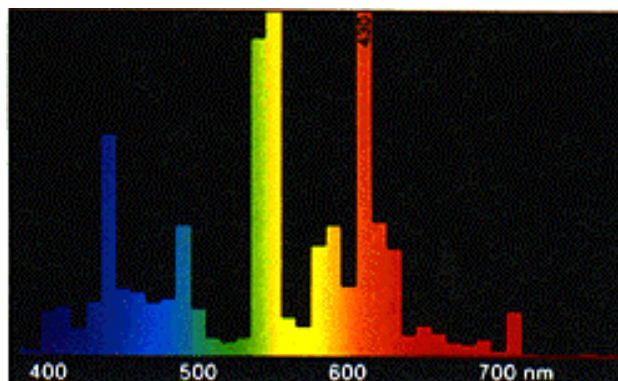
csúcspontja a rövidebb hullámhosszú, kék színek irányába tolódik el. A szokásos megvilágítási szinteknél azonban ezzel általában nem kell számolni.

A mesterséges fényforrások által keltett fényérzetre jellemző szám a sugárzott fizikai teljesítmény és a láthatósági tényező szorzata. Ha ezeket a szorzatokat az egész színképtartományban összegezzük, akkor a sugárzott fizikai teljesítmény által keltett fényérzetre jellemző számot kapunk. Ezt nevezik **fényáramnak**, amelynek szokásos jelölése Φ , egysége: lumen (lm)

$$\Phi = K_m \int \Phi_\lambda V(\lambda) d\lambda$$

A képletben a K_m arányossági tényező értéke 680 lm/W, $\Phi(\lambda)$ a sugárzott teljesítmény a hullámhossz függvényében, W-ban, λ a hullámhossz. Mivel a $V(\lambda)$ láthatósági függvény értéke a 380 - 780 nm-es tartományon kívül 0, az integrálást elegendő ebben a láthatósági tartományban elvégezni. A sugárzott teljesítmény eloszlását a hullámhossz függvényében a jobb fényforrás katalógusok meg szokták adni.

Az 1.2 ábra egy semleges fehér fénycső sugárzási teljesítményének spektrális eloszlását mutatja be.



1.2. ábra. Fénycső sugárzási teljesítményének spektrális eloszlása

A fényforrások legfontosabb világítástechnikai jellemzője a fényáram. A fényforrás fényáramának és az általa felvett villamos teljesítmény értékének hányadosát nevezik **fényhasznosításnak**, melynek egysége a lm/W. A fényhasznosítás fontos energetikai

jellemző, a fényforrások fejlesztésének egyik elsődleges célja a lm/W érték növelése.

A fényhasznosítás elméleti legnagyobb értékét akkor érhetnénk el, ha sikerülne olyan lámpát készíteni, amely kizárólag csak a láthatósági görbe maximumának megfelelő hullámhosszú monokromatikus sugárzást bocsátana ki. Ez az elméleti maximum az előző képlet K_m tényezőjének értéke, vagyis 680 lm/W lenne. A gyakorlatban használt fényforrások a teljes színekben sugároznak, tehát olyan hullámhosszakon is, ahol a szem érzékenysége kisebb. Emiatt, valamint az elkerülhetetlen veszteségek miatt a gyakorlatban megvalósított fényforrások fényhasznosítása az elméleti maximumnak csak tört része (a gyakorlati értékeket ld. a Fényforrások fejezetben).

A fényforrás a tér minden irányába sugározza ki fényáramát. A fényáram adott irányú elemi térszögbe sugárzott része az I -vel jelölt **fényerősség**, egysége a kandela (cd). A fényerősség a Nemzetközi Mértékegység Rendszerben (SI) a fényérés alapegysége.

A fényerősség tehát

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

ahol a Ω a térszög szteradiánban (sr). A térszög egysége, a szteradián az egységnyi sugarú gömb felületének egységnyi területű része. Mivel az 1 m sugarú gömb felülete $4\pi \text{ m}^2$, ezért a teljes térszög 4π sr. Az előzőekből következik, hogy a minden irányba egyenletesen 1 cd fényerősséggel sugárzó fényforrás fényárama 4π lm.

A lámpatestek fényeloszlását a fényerősség eloszlásával, röviden a fényeloszlási görbével szokták jellemezni, melyet gyakorlati okokból relatív léptékben, cd/1000 lm (cd/klm) egységben adnak meg. A fényeloszlási görbékről a "Lámpatestek" fejezetben még esik szó.

Egy megvilágított felület világosságára (a felület fényvisszaverési tulajdonságain kívül) nyilvánvalóan az jellemző, hogy mekkora fényáram esik a felületre, ill. annak egységnyi részére. A felületegységre eső fényáramot nevezik **megvilágításnak**. A megvilágítás (szokásos jele: E, egysége a lux, lx) ezek szerint

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

ahol A a megvilágított felület.

Ha ismert egy fényforrás adott irányú I fényerőssége, akkor a tőle d távolságban lévő pontszerű felület megvilágítása merőleges fénybeesés esetén

$$E = \frac{I}{d^2}$$

vagyis a megvilágítás a távolság négyzetével fordítva arányos. Ha a felület a fény beesési irányára nem merőleges, hanem a felület normálisa a beesési iránnyal α szöget zár be, akkor a megvilágítás:

$$E = \frac{I}{d^2} (\cos \alpha)$$

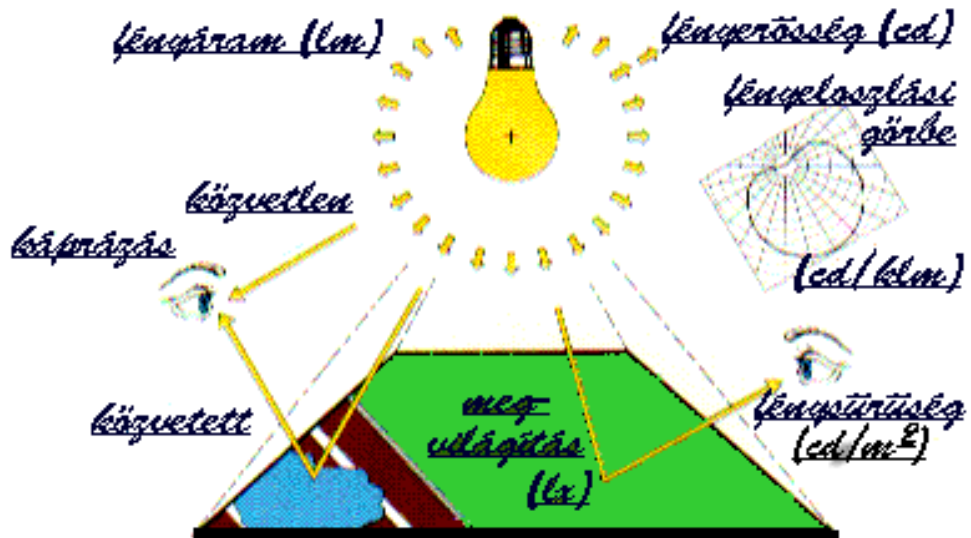
Ez az összefüggés az úgynevezett pontmódszerrel történő világítástechnikai számítások alapegyenlete.

Szemünk valamely felületre rátekintve nem annak megvilágítását érzékeli, hanem a felület látszólagos fényességét. Az erre jellemző mennyiséget **fénysűrűség**nek nevezik és L -el jelölik. Ez egy igen összetett mennyiség, értéke a felület megvilágításán kívül függ a megfigyelés irányától, a felület színétől, fényvisszaverő képességétől és egyéb jellemzőitől, mint például a visszaverés tükröző vagy szórt jellegétől is. A fénysűrűség egysége a cd/m^2 .

Bár a valóságos látási viszonyokat legjobban a fénysűrűséggel jellemezve lehet leírni, számítás- és mérés technikai nehézségek miatt ezt a módszert csak korlátozottan alkalmazzák.

A világítástechnikai mennyiségek értelmezését, az azok közötti összefüggéseket a matematikai képletektől idegenkedők kedvéért az 1.3. ábra próbálja összefoglalni. Az ábrán láthatók a nem kívánatos irányból érkező és így káprázást okozó, a látási teljesítményt rontó fények is. Ezek érkehetnek közvetlenül a fényforrásból, de

közvetetten, visszavert módon is (pl. az ábrán egy csillogó vízfelületről visszatükröződve).



1.3. ábra A világítástechnikai mennyiségek összefüggése

A káprázató hatások részletes bemutatása túlmegy ezen általános ismertető keretein, mélyebb pszichofizikai és matematikai megfontolásokat igényelne. Általánosságban annyi mondható el a káprázásról, hogy két fajtája létezik: a fiziológiai vagy rontó káprázás, amely az egyes személyek látási teljesítményét mérhetően rontja. A pszichológiai vagy zavaró káprázásnál ilyen látásromlás nem mutatható ki, de a megfigyelő a világítást kisebb-nagyobb mértékben kellemetlennek, zavarónak tartja. A káprázató hatás értékelésére különféle mutatók léteznek, a legújabb szabványok a beltéri világítások esetén az UGR értéknek, kültéri világítások esetén a TI értéknek nevezett mutatókat használják. Az angol rövidítések megfejtése: Uniform Glare Rating - egységes káprázási osztályozás, Threshold Increment - küszöbérték növekmény. Az előbbi a zavaró, az utóbbi a rontó káprázás mérőszáma.

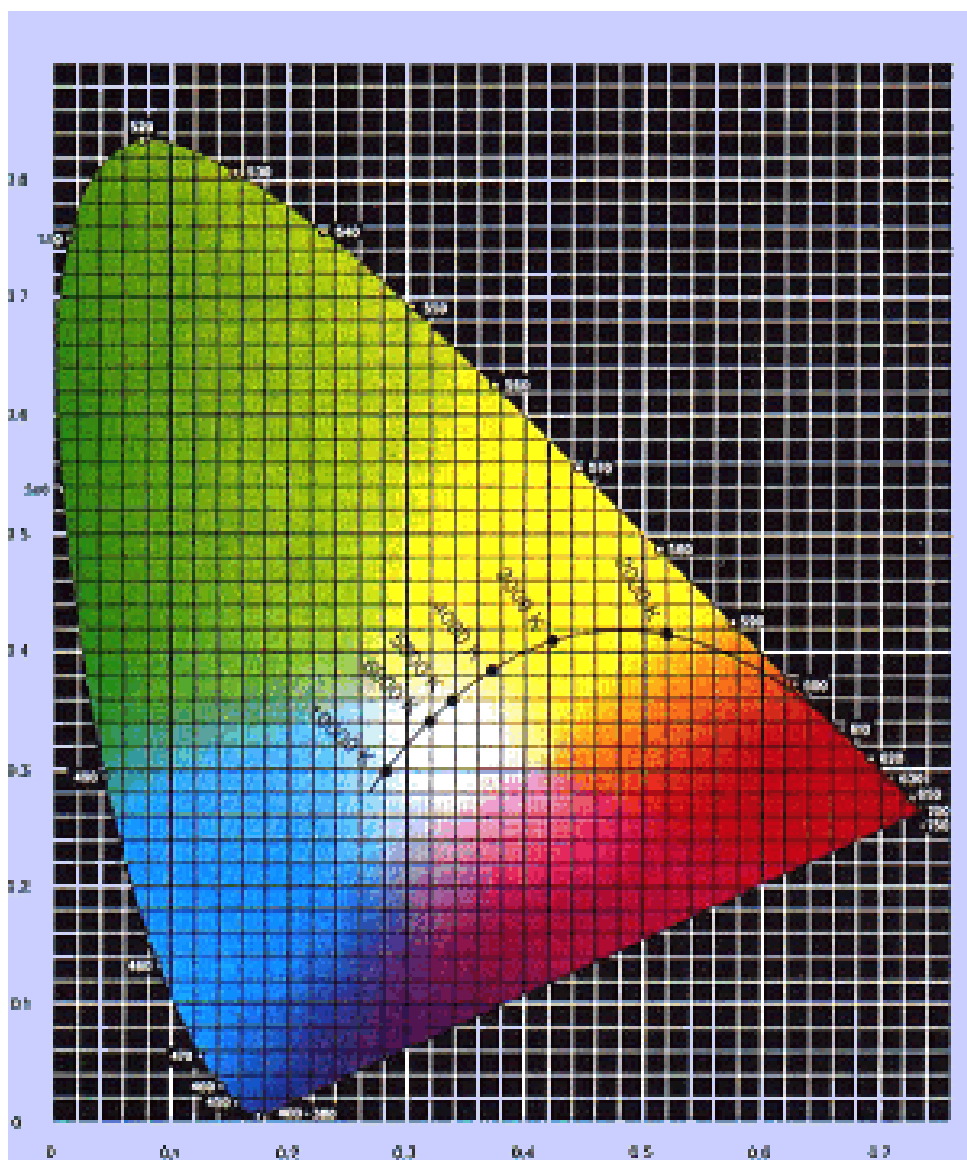
A fényforrások világítástechnikai értékelésekor a sugárzott fény erősségén kívül annak színe is fontos jellemző. Egy izzó fekete test színe a **színhőmérséklettel**, vagyis a fekete test izzási hőmérsékletével írható le, (egysége a Kelvin, K). A normál izzólámpa izzószálának hőmérséklete kb. 2800 K. Ha egy valóságos fényforrás fényének spektruma nem egyezik meg pontosan valamely izzó fekete testével, de attól nem tér el nagy mértékben, akkor a

fényforrást a hozzá megjelenésében leginkább hasonlító fekete testtel jellemezhetjük. Ennek a fekete testnek a hőmérsékletét hívjuk **korrelált színhőmérsékletnek**. A természetes világítást adó derült északi égbolt színhőmérséklete 6000 K feletti értékű, a normál izzólámpáé 2800 K körül van. A különböző színhőmérsékletű fényforrások egymás melletti alkalmazását kerülni kell, mert megnehezíti a szem alkalmazkodását, a színes tárgyak megjelenését kedvezőtlenül változtatja meg és zavaró, színesnek látszó árnyékok is keletkezhetnek (1.4. ábra).



1.4 ábra. Színes árnyékok keletkezése egyidejű természetes (6000 K) és izzólámpás (2800 K) világításnál

A túloldali 1.5. ábra a különböző színhőmérsékletű fekete sugárzók színét (az úgynevezett *Planck-görbét*) mutatja be a szabványos színdiagramban, a színhőmérséklet függvényében. A patkóforma színdiagram szélén a spektrum színei, vagyis a legteljesebb szivárványszínek találhatók, a diagram közepe, az $x = y = 0,333$ koordinátájú pont a fehér szín, amikor a spektrum valamennyi összetevője egyenlő energiával van jelen. A Planck-görbe egyes pontjai mellett az ahhoz a ponthoz tartozó színhőmérséklet található (az értékek balról-jobbra: 10000 K, 6000 K, 4000 K, 3000 K és 2000 K).



1.5. ábra. Fekete sugárzók színe a szabványos színdiagramban

A mesterséges világításra használt fényforrások színmegjelenésük alapján a 1.1. táblázat szerinti három nagy csoportba oszthatók.

Színhőmérsékleti csoport	Korrelált színhőmérséklet, K
M (meleg)	3300 alatt
S (semleges)	3300 és 5300 között
H (hideg)	5300 felett

1.1. táblázat - fényforrások színmegjelenése

A mesterséges fényforrások kisebb-nagyobb mértékben eltorzítják a természetes színeket. Ezt a színtorzulást jellemzik a színvisszaadási indexszel, melynek skáláját úgy alakították ki, hogy a természetes fényforrás, a fekete test sugárzó színvisszaadási indexét vették 100-nak (a Nap is fekete test sugárzónak tekinthető). A skála 0-tól 100-ig terjed. Minél kisebb valamely fényforrás esetén az index értéke, annál inkább torzulnak az általa megvilágított felületek színei. Az izzólámpa fekete test sugárzónak tekinthető, ezért színvisszaadási indexe gyakorlatilag 100. A színvisszaadási index szokásos jelölése R_a .

2. Fényforrások

2.1 Izzólámpák

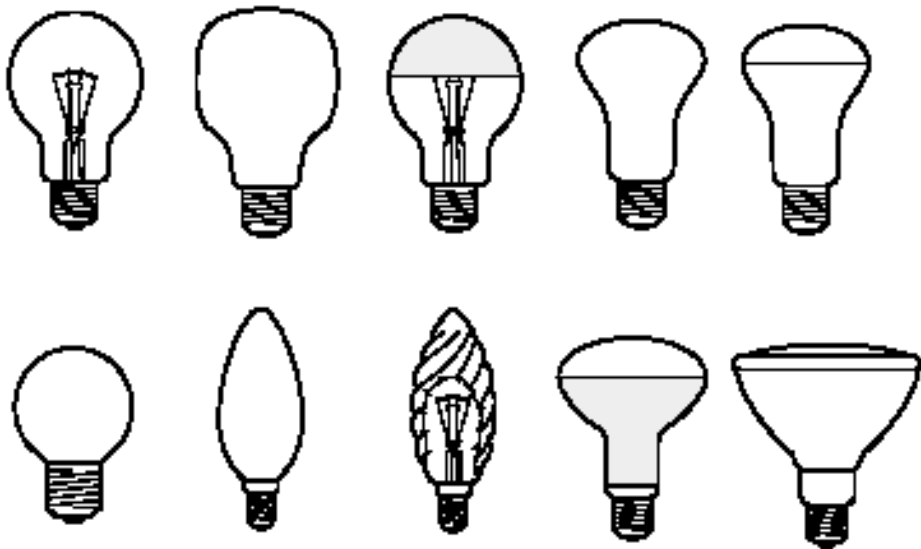
Az izzólámpák Edison találmánya óta hatalmas technikai fejlődésen mentek keresztül, alapelvük azonban változatlan maradt: a villamos áram hőhatása által felmelegített izzószál bocsátja ki a látható sugárzást. Érdeemes megemlíteni, hogy Edison izzószálként eredetileg elszenesített bambuszrostot használt. A ma is használatos volfrám izzószál magyar találmány, a Tungstam márkanév a volfrám angol és német nevének egybeolvasztásából keletkezett (TUNGsten + wolFRAM). Az izzó volfrámszál hőmérséklete 2800 K körül van, tehát az izzólámpák meleg színű fényforrások, és mivel az izzószál a gyakorlatban fekete testnek tekinthető, színvisszaadásuk is ideális. A nagy sorozatú tömeggyártás miatt igen olcsón állíthatók elő és tekintve, hogy működtetésükhöz nem szükségesek segédberendezések, az izzólámpás lámpatestek is igen egyszerű felépítésűek.

A sok előny mellett a hátrányokról sem szabad elfeledkezni: az izzólámpák a villamos energiát igen rossz hatásfokkal alakítják át fényvé, a felvett teljesítmény legnagyobb része hővé alakul. A mai normál izzólámpák fényhasznosítása mindössze 6 - 19 lm/W körüli értékű (mint korábban láttuk, az elméleti maximum 680 lm/W!).

A magas hőmérsékleten izzó volfrámszál kristályszerkezete idővel átalakul, az izzószál helyenként elvékonyodik és törékennyé válik. Leginkább ez a jelenség okozza az izzólámpák kiégését. Az átlagosan 1000 óra élettartamú izzólámpák viszonylag sűrű cserére szorulnak, ami az izzólámpákkal világított épületek üzemeltetési költségeit növeli.

Az általános célú izzólámpáknak a különféle igények kielégítésére számos változata alakult ki, a különböző buraváltozatok a nagy fényűrűségű izzószálra való közvetlen rálátást megakadályozó opálbevonattal vagy homályosítással készülnek, illetve a fény irányítása érdekében tükörbevonattal vannak ellátva.

Az általános célú izzólámpák leggyakoribb burakiviteleit a 2.1. ábra mutatja be (a rajzok nem méretarányosak).



2.1. ábra Általános célú izzólámpák burakivitelei

felső sor: normál, soft, tetőtükrös, gomba (kriptonlámpa), irányított fényű kripton (Superbalux)

alsó sor: gömb, gyertya, csavart gyertya, reflektorbura, préseltüveg reflektorbura (PAR)

A normál izzólámpák hátrányainak csökkentése érdekében fejlesztették ki a halogénlámpák családját. Az izzószálat körülvevő gáztérbe bevitt halogénvegyületek késleltetik a volfrámszál öregedését, az ún. halogén körfolyamat hatására az elpárolgott volfrám az izzószál legmelegebb, tehát legvékonyabb helyére rakódik vissza és így mintegy befoltozza a kialakulóban lévő szakadást. Természetesen a halogénlámpák sem örökéletűek, de a normál izzólámpák 1000 órás átlagos élettartamával szemben általában 2000 órát égnek. A halogén körfolyamat miatt az izzószál hőmérséklete is megemelhető, a halogénlámpák spirálja 3200 - 3400 K körüli hőmérsékleten működik. A magasabb hőmérséklet miatt ezeknek a lámpáknak a fényhasznosítása is jobb, azonban a halogénlámpák még így sem tartoznak a kifejezetten energiatakarékos fényforrások közé. A nagyobb hőmérséklet és az agresszív vegyületek jelenléte miatt a halogénlámpák burája kvarcüvegből készül. Fontos tudnivaló, hogy a bura falának magas hőmérséklete miatt a zsíros ujjlenyomatok eltávolíthatatlanul beégnek. Ezért a halogénlámpák buráját soha ne érintsük meg

szabad kézzel! Ha ez mégis megtörténne, az ujjlenyomatot még a lámpa bekapcsolása előtt mossuk le alkohollal átitatott puha textildarabbal.

A halogénlámpák nagy családját a működési feszültségük alapján két fő csoportra oszthatjuk: a 230 V-os hálózati feszültségről közvetlenül csak a nagyobb teljesítményű lámpák működtethetők. Az épületvilágítások leginkább elterjedt típusai az általában 300 vagy 500 W teljesítményű, alakja után ceruzalámpáknak nevezett fényforrások. A működtetésükre készült belsőtéri lámpatestek a fényforrás erős fénye miatt általában indirekt módon világítanak, fény elsősorban a mennyezetre vagy a falra irányul. Fontos tartozéka az ilyen lámpatesteknek az a biztonsági üveglap, amely a környezetet védi a halogénlámpa esetleges szétrobbanásakor szétrepülő üvegcserépek káros hatása ellen. Ez a jelenség a lámpa buráján belüli gáztér nyomásával függ össze. Védőüveg nélkül, vagy sérült üveggel ezeket a lámpákat nem szabad bekapcsolni.

A kisebb, 20 - 50 W teljesítményű halogénlámpák néhány kivételtől eltekintve nem alkalmasak közvetlenül a hálózati feszültségről történő működésre. Ezeknek a lámpáknak az üzemeltetéséhez törpefeszültség, általában 12 V szükséges, amelyet vasmagos vagy elektronikus transzformátorral állítanak elő. A biztonsági törpefeszültség használata miatt elfogadott az olyan lámpatest konstrukció is, ahol a lámpák szigetetlen tartószerkezeten keresztül kapják a feszültséget. A kis feszültség nem jár áramütés-veszéllyel, de a szükséges teljesítmény eléréséhez igen nagy áramok szükségesek. A nagy áram nagy vezeték-keresztmetszetet igényel, azért, hogy a vezetéken a feszültségesés még elfogadható értékű maradjon. Fokozott figyelmet kell fordítani arra is, hogy a vezetékcsatlakozások kellően kis ellenállásúak legyenek, mert a rossz kontaktusok az átfolyó nagy áram hatására túlmelegedhetnek és gyúlékony anyag jelenlétében akár tüzet is okozhatnak.

A lámpa kisebb térfogata miatt a törpefeszültségű halogénlámpák kevésbé hajlamosak a szétrobbanásra, ezért ezek a lámpák védőüveg nélkül is használhatók. Várható azonban, hogy a védőüveg használata itt is előbb-utóbb általánossá válik.

A belsőtéri, főleg helyi vagy dekoratív világításra használt törpefeszültségű halogénlámpák közül a szabadon sugárzó típusokhoz megfelelő optikai rendszert tartalmazó lámpatest használata szükséges. A tükrös halogénlámpák esetében a

fényforrást összeépítik egy optikailag tervezett tükörrel. A tükrös halogénlámpák ezért a fényt egy adott irányba sugározzák ki. Az ilyen lámpák fontos jellemzője a fél- vagy tizedértékszög. A lámpák katalógusadatai között szereplő érték azt a szögtartományt adja meg, amelyen belül a fényerősség meghaladja az optikai tengelyben mérhető legnagyobb érték felét (vagy tizedét). Mivel a lámpa fényárama adott, a kisebb szögtartományban sugárzó tükör esetén a tengelyben mérhető fényerősség többszöröse lehet a szélesebb tartományban sugárzó típusokénál. Lámpacsere esetén ezért a teljesítményen kívül a megfelelő sugárzási szögre is ügyelni kell. A halogénlámpák tükre a legtöbb esetben ún. hidegtükör. A tükör üvegére felvitt optikai rétegek olyan tulajdonságúak, hogy a látható fényt a szabályos, tükröző visszaverés törvényei szerint visszaverik, de a nagyobb hullámhosszú hősugarakat hátrafelé, a lámpatest belseje felé áteresztik. Ennek eredménye az, hogy a nagy intenzitású fénynyaláb tengelyében nem jelentkezik túlzott hőhatás.

8.2.2 Fénycsövek

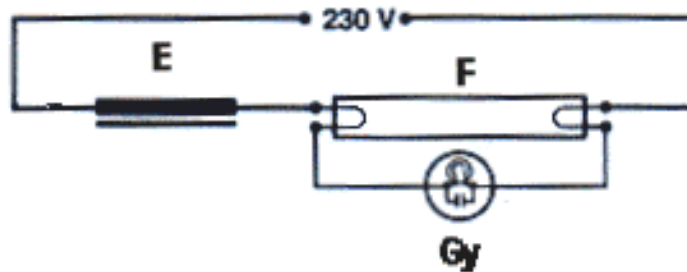
A fénycsövek olyan higanygőz-argongáz keverékével töltött, fényporbevonattal ellátott, két végén elektródokat tartalmazó kisülőcsövek, amelyekben a villamos kisülést használják fel fénykeltésre. Az elektródok közötti kisülőtérben az elektronok mozgásuk közben a higanyatomoknak ütköznek és gerjesztik őket. A higanyatomok az ütközés során felvett energia zömét a gerjesztett állapotból az alapállapotba való visszatéréskor ultraibolya sugárzás formájában adják le. Ezt az ultraibolya sugárzást a fénycső belső falára felvitt fényporréteg alakítja át látható fénnnyé.

A villamos kisülés megindításához az elektródokat elő kell fűteni ahhoz, hogy elektronokat bocsássonak ki. A működő fénycső esetén a kisülés már nem engedi kihűlni az elektródokat, így a működés folyamatossá válik.

Ahhoz, hogy a kisülés létrejöjjön, egy nagyobb, néhány 100 V-os feszültséglökést kell az elektródok közé kapcsolni.

Ha a kisülés megindult, a lámpa áramát korlátozni kell. Áramkorlátozás nélkül ugyanis a kisülőcsőben folyó áram a kisülés negatív feszültség-áram karakterisztikája miatt minden határon túl egyre nőne, és ez áramnövekedés csak a fénycső tönkremenetelével érne véget.

Ezeket a bonyolult fizikai folyamatokat viszonylag egyszerű eszközökkel tudjuk szabályozni: a fénycső működéséhez általában előtét és gyújtó szükséges. A fénycső begyújtását és működését a 2.2. ábra alapján követhetjük nyomon.



2.2. ábra - A fénycső alapkapcsolása

E - előtét

F - fénycső

Gy - fénycsőgyújtó

A fénycsőgyújtó egy olyan, nemesgázzal töltött parázsfénylámpa (glimmlámpa), amelynek egyik elektródja egy U alakban meghajlított ikerfémzalag (bimetál). A parázsfénykisülés hőjének hatására az ikerfém elektród megváltoztatja alakját, hozzáér az ellenelektroódhoz és így zárja a fénycső katódfűtésének áramkörét. Az áramkörben folyó áram felmelegíti a fénycső elektródjait. Mivel a gyújtóban az elektródok zárlata miatt ekkorra már megszűnt a parázsfénykisülés, az ikerfém hűlni kezd és rövid idő elteltével megszakítja az áramkört. Az áramkör megszakítása az előtét önindukciója révén feszültséglökést hoz létre, ami begyújtja a fénycsövet, így az áram ettől kezdve a fénycső elektródjai között folyik. A fénycsőben kialakuló áramot az előtét vasmagos tekercsének impedanciája korlátozza.

A viszonylag egyszerű és olcsó működtető szerelvényekkel együtt járó kompromisszumok miatt a hagyományos fénycsöves világítás sokakban ellenérzést vált ki. A parázsfénykisüléses elven működő fénycsőgyújtók csak több-kevesebb próbálkozás után tudják a lámpát begyújtani, ami bekapcsoláskor felvillanásokkal jár. Az élettartamának végén lévő gyújtó vagy fénycső állandóan, sikertelenül próbálkozik a gyújtással, aminek eredménye a fénycsövek "pislogása". Olyan helyen, ahol a karbantartás, az azonnali gyújtó- és fénycsőcsere nem oldható meg, ez a jelenség napokig is idegesítheti a helyiségben tartózkodókat. A már begyújtott

és rendeltetésszerűen működő fénycső fénye is vibrál, ezt a jelenséget az 50 Hz-es hálózati feszültség okozza. Hálózati periódusonként a cső ugyan kétszer gyullad ki és alszik el, és ebből 100 Hz frekvenciájú villogás következne, amit az emberi szem már nem érzékel. A fénycső két végén, az elektródák közelében azonban (az anód és katód szerepének félperiódusonkénti megcserélődése következtében) ez a villogás már megegyezik a hálózati váltakozó áram 50 Hz-es frekvenciájával, ami az arra érzékeny személyek esetében kellemetlen közérzetet, fáradékonyságot is okozhat.

A megoldást az utóbbi időben egyre inkább terjedő elektronikus előtétetek használata jelenti. Az ilyen előtétetek a csövet azonnal és kíméletes módon gyújtják be, ami a fénycsövek élettartamának megnövekedésével is jár. A lámpa a hálózati 50 Hz-es frekvencia helyett néhányszor 10 kHz frekvencián működik, gyakorlatilag teljesen villogásmentesen. Ilyen frekvencián a fénycső energetikai hatásfoka is javul, azonos teljesítmény mellett 5-10%-kal nagyobb fényáramot ad le, illetve azonos fényáram esetén ennyivel kevesebb teljesítmény szükséges a lámpa működtetéséhez. Az elektronikus előtétetek saját vesztesége is csak tört része az induktív előtétetekének, ezért az elektronikus előtétetek többletköltsége az energiamegtakarításból előbb-utóbb megtérül. Elektronikus előtétetek segítségével a fénycsövek fényáramszabályozása (dimmelése) is megoldható. Az elektronikus előtétetek egyre nagyobb arányú elterjedésével együtt a ma még viszonylag magas árak is egyre csökken.

A hagyományos, egyenes fénycsövek leggyakoribb típusainak műszaki adatait a 2.1. táblázatban foglaltuk össze. Talán nem érdektelen megemlíteni, hogy a fénycsövek (és minden más kisülőlámpa) működésénél nem a feszültség, hanem a lámpa árama az irányadó érték, amit az előtét határoz meg, ezért értelmetlen "230 V-os" fénycsőről beszélni. A korábban általánosan használt 38 mm átmérőjű 20, 40, 65 W-os fénycsövek ma már elavultnak tekinthetők. Helyükre legtöbbször minden további nélkül betehetők a 2.1 táblázat szerinti 26 mm-es átmérőjű fénycsövek, amelyek fényárama, hossza és a hozzájuk szükséges előtét típusa megegyezik a régebbi vastagabb fénycsövekével, de teljesítményfelvételük 10 %-kal kisebb.

A fénycső névleges teljesítménye, W	hossza csapok nélkül, mm	átmérője, mm	árama, A	fényárama, lm (tájékoztató érték)
18	590	26	0,37	1200
36	1200	26	0,43	3000
58	1500	26	0,67	5000

2.1. táblázat – Az általánosan használt fénycsövek műszaki adatai

A fénycsövek fényárama az alkalmazott fénypor tulajdonságaitól függ, ezért a pontos értékek tekintetében a gyártmánykatalógusokra utalunk. Legkorszerűbbek az ún. háromsávós fényporral készült fénycsövek, amelyek energiafelhasználása és színvisszaadása is kedvezőbb.

Az egyenes fénycsövek hosszú méretei számos alkalmazás esetén kizárják e fényforrások használatát. Ezt a hátrányt a kompakt fénycsövek megjelenése szüntette meg. Az ötlet egyszerű: a hosszú üvegcsövet "hajtogassuk össze" minél kisebbre. Az egyszerű ötlet megvalósítása természetesen számos technikai nehézséggel járt, de mára már rendkívül nagy számban léteznek kompakt fénycsövek, amelyekkel ez az energiatakarékos világítási mód gyakorlatilag már bárhol megvalósítható. A kompakt fénycsövek egyes típusainál a működtető elektronikát beépítik a lámpa fejrészébe, így ezek a lámpák közvetlenül becsavarhatók az izzólámpák menetes foglalataiba.

A fejlődés legújabb eredménye az elektróda nélküli fénycső, az úgynevezett indukciós lámpa megjelenése. A kisülést itt nem az elektródákból kilépő elektronok, hanem a kisülőcső belsejében létrehozott nagyfrekvenciás elektromágneses tér hozza létre. Valójában ez a lámpa úgy képzelhető el, mintha egy rádióadó lenne a lámpafejbe beleépítve, amely teljes teljesítményét a kisülőcsőbe sugározza és a lámpa az elnyelt teljesítmény hatására világít. Mivel a fénycsövek kiegészít a legtöbb esetben az elektródok tönkremenetele okozza, a lámpák élettartama az elektródák elmaradásával sokszorosára növelhető. Ennek főleg olyan területeken van jelentősége, ahol a lámpák cseréje nem oldható meg egyszerűen.

2.3 Nagynyomású kisülőlámpák

A nagynyomású kisülőlámpák családjának legrégebbi típusai a higanylámpák. A higanylámpák kisülőcsövében a lámpa üzemi hőmérsékletén több atmoszféra nyomású higanygőz van, a fényt a gerjesztett higanyatomok bocsátják ki. A keletkező ultraibolya sugárzás látható fénné való átalakításához itt is fényporra van szükség, amit a kvarcüvegből készült kisülőcsövet körülvevő elliptikus üvegbura belső falára visznek fel. A fénypor és az üvegbura azt is megakadályozza, hogy a szemre káros ultraibolya sugarak kijussanak a lámpából. Ha a külső üvegbura eltörött, a lámpát nem szabad tovább működtetni, mert a sugárzása kötőhártya-gyulladást okozhat.

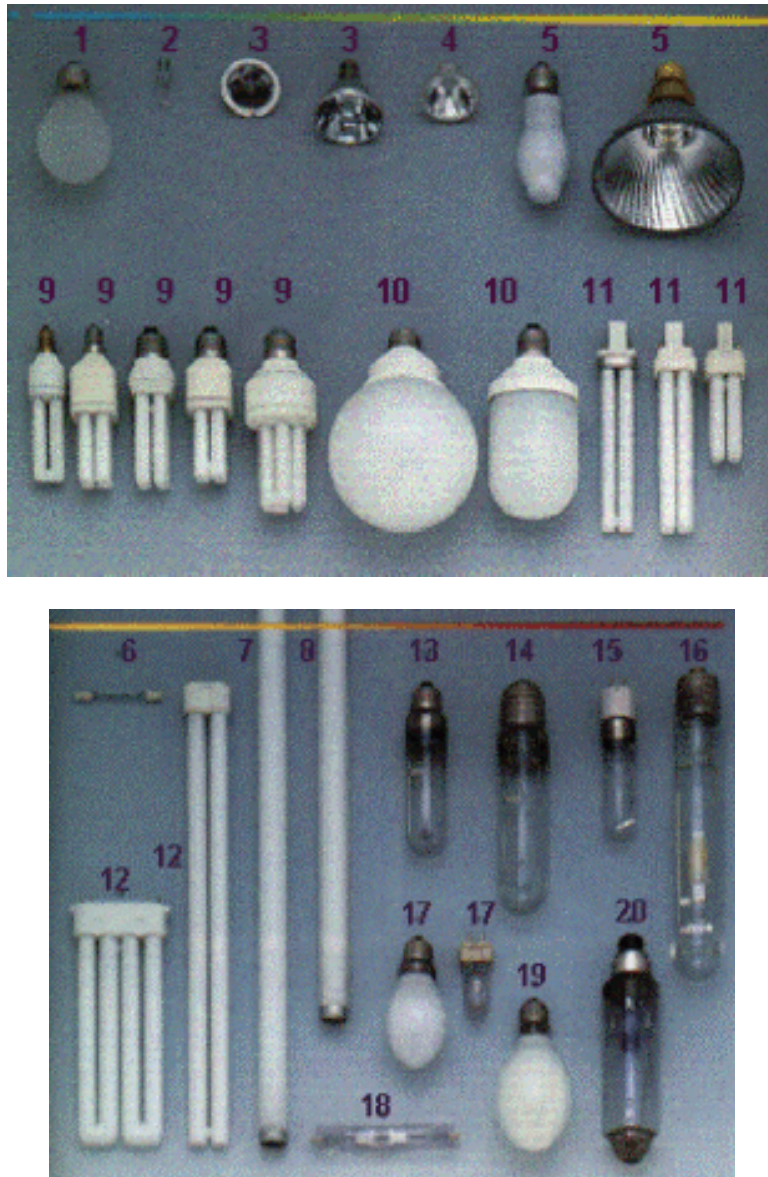
A lámpában lévő higany teljes elpárolgásához, gőzzé alakulásához néhány percre van szükség, a lámpa csak ezután világít teljes fényével. A kikapcsolt lámpa viszont csak akkor gyújtható be újra, ha teljesen lehűlt. Ez a jelenség minden nagynyomású lámpánál fennáll, így gyakori ki- bekapcsolás esetén ezek a lámpatípusok nem alkalmazhatók.

Higanylámpákat szinte kizárólag csak a régebben létesített közvilágítások esetén használnak, mára már ez a lámpafajta elavultnak tekinthető. Korszerű utódjaik a fémhalogénlámpák, ahol a higanyhoz különböző ritka földfémek halogénvegyületeit adalékolják. Ezek hatására a lámpa fényhasznosítása és színvisszaadása is javul. Épületvilágítási célokra főleg az újabban kifejlesztett, 20 - 150 W közötti teljesítményű változataik alkalmasak, amelyekkel különféle dekoratív, kiemelő világítási feladatok oldhatók meg.

A jelenleg legjobb fényhasznosítású lámpák a nátriumlámpák. Míg kisnyomású típusaik a kibocsátott fény monokromatikus, tehát színek nélküli volta miatt épületek világításánál szóba sem jöhetnek, a nagynyomású változataik a közvilágításon kívül épületek homlokzati díszvilágítására is használhatók. A viszonylag rossz színvisszaadású, sárgás fényű nátriumlámpák mellett ma már léteznek javított színvisszaadású változatok is, amelyeket belső terekben is lehet alkalmazni. Felhasználási területük megegyezik a fémhalogénlámpákéval. A közönséges nátriumlámpák sárgás fénye azonban kertek, parkok világítása esetén kerülendő, mert a

növényzet zöld színét fakóvá teszi. Ilyen feladatokra inkább fémhalogénlámpát célszerű választani.

A legelterjedtebb fényforrásokat a 2.3 ábrán mutatjuk be, legfontosabb műszaki adataik a 2.2 táblázatban találhatóak meg.



2.3. ábra. A legelterjedtebb fényforrások

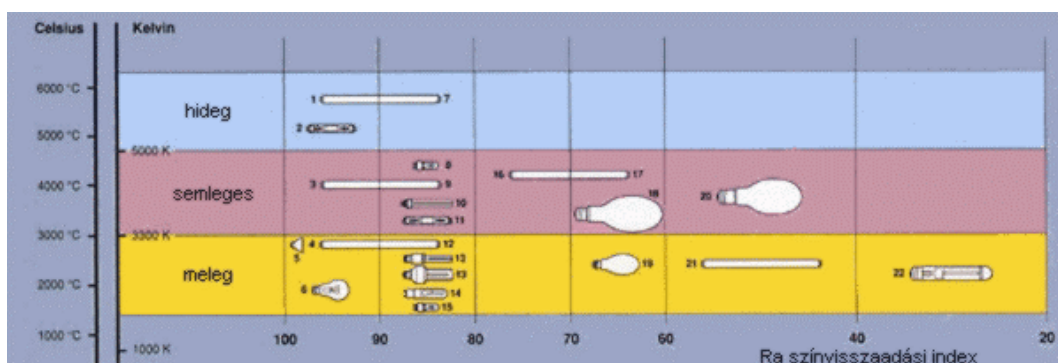
	Megnevezés	Teljesítmény tartomány [W]	Fényáram tartomány [lm]	Fényhasznosítás [lm/W]	Fényszín
1	Normál izzólámpák	15-1000	90-18.800	6-19	M
2	Törpefeszültségű, "túlábas"; (6 - 24 V) halogénlámpák	5-150	60-3.200	12-24	M
3	Törpefeszültségű (6 - 24V) tükrös halogénlámpák*	10-100	-		M
4	Törpefeszültségű (6 - 24V) hidegtükrös halogénlámpák*	20-75	-		M
5	Kisfeszültségű (230 V) egyfejű halogénlámpák	60-250	780-4.200	13-17	M
6	Kisfeszültségű (230 V) kétfejű halogénlámpák (ceruzalámpák)	60-2000	830-44.000	14-22	M
7	Normál fénycsövek	18-58	1.050-5.000	58-86	H, S, M
8	Háromsávós fénycsövek	18-58	1.350-5.200	75-90	H, S, M
9	Kompakt fénycsövek beépített elektronikus előtéttel, menetes foglalattal	5-23	200-1500	40-65	M
10	Kompakt fénycsövek beépített induktív előtéttel, menetes foglalattal	9-25	415-1200	46-48	M
11	Kompakt fénycsövek dugaszolható foglalattal	5-32	250-2400	50-75	M, S
12	Nagy fényáramú kompakt fénycsövek 4 csapos dugaszolható foglalattal	18-55	1200-4500	42-87	M, S, H
13	Nagynyomású normál, egy- vagy kétfejű nátriumlámpák	50-1000	3500-130.000	70-130	M
14	Javított színvisszaadású, nagynyomású, egyfejű nátriumlámpák	35-400	2.850-38.000	80-95	M

15	Erősen javított színvisszaadású, nagynyomású, egyfejű nátriumlámpák	35-100	1.300-5.500	37-58	M
16	Nagyteljesítményű fémhalogénlámpák	250-3500	19.000-300.000	68-86	M, S, H
17	Egyfejű fémhalogénlámpák	35-150	2400-12.500	69-83	M, S
18	Kétféjű fémhalogénlámpák	70-150	5.000-12.000	71-83	M, S, H
19	Nagynyomású higanylámpák	50-1000	1.600-58.000	32-58	S
20	Kisnyomású nátriumlámpák	18-180	1.800-32.500	100-181	Mono-kromatikus sárga

*Megjegyzés: a tükrös halogénlámpáknál a fényáram helyett a katalógusok a fényerősséget adják meg, szokásos értékhatárok: 500 – 10.000 cd.

2.2 táblázat. A legelterjedtebb fényforrások műszaki adatai

A 2.4. ábrán a legelterjedtebb fényforrásokat egy olyan koordinátarendszerben helyeztük el, amelynek vízszintes tengelyén a színvisszaadási index, függőleges tengelyén a korrelált színhőmérséklet van feltüntetve. Pontosabb adatok a gyártmányismertető katalógusokból nyerhetők.



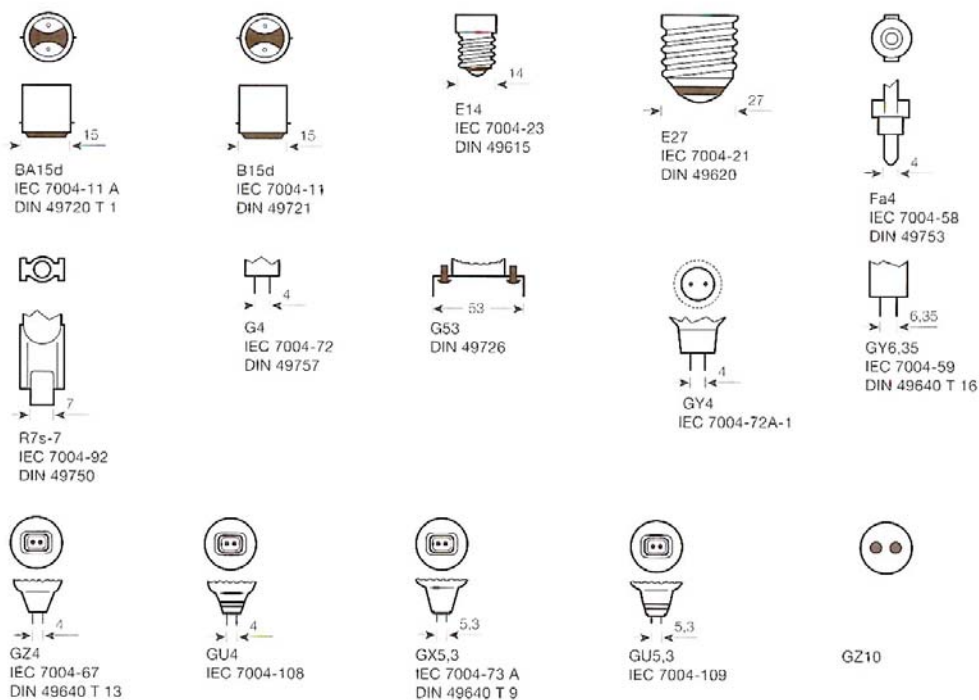
1.6. ábra. Fényforrások színhőmérséklete és színvisszaadása

1. hideg-fehér deLuxe fénycső
2. fémhalogénlámpa
3. fehér deLuxe fénycső
4. meleg-fehér deLuxe fénycső

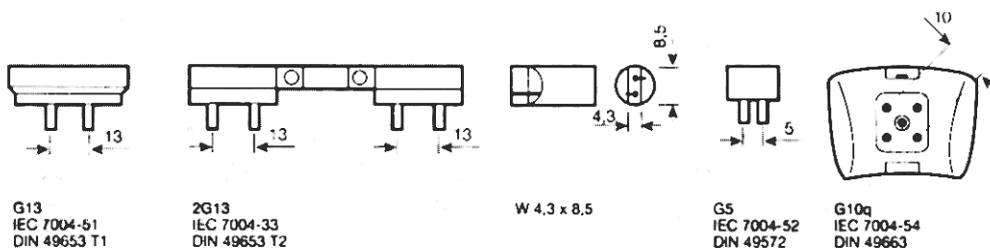
5. halogén izzólámpa
6. izzólámpa
7. háromsávós hideg-fehér fénycső
8. fémhalogénlámpa
9. háromsávós semleges fehér fénycső
10. fehér kompakt fénycső
11. fémhalogénlámpa
12. háromsávós meleg-fehér fénycső
13. meleg-fehér kompakt fénycső
14. javított színvisszaadású nagynyomású nátriumlámpa
15. fémhalogénlámpa
16. univerzális fehér normál fénycső
17. fehér normál fénycső
18. fémhalogénlámpa
19. nagynyomású nátriumlámpa
20. nagynyomású higanylámpa
21. meleg-fehér normál fénycső
22. nagynyomású nátriumlámpa

2.4 Lámpafejek

A különböző fényforrásokhoz rendkívül sokféle lámpafejet használnak. Ennek az a fő oka, hogy az eltérő lámpafej-foglalat párral lehet megakadályozni, hogy egy lámpatestbe nem megfelelő fényforrást tegyenek. A helytelenül megválasztott, nem illeszkedő működtető szerelvények a lámpát azonnal tönkreteszik. A leggyakoribb lámpafej típusokat a 2.5 – 2.9 ábrák mutatják be.

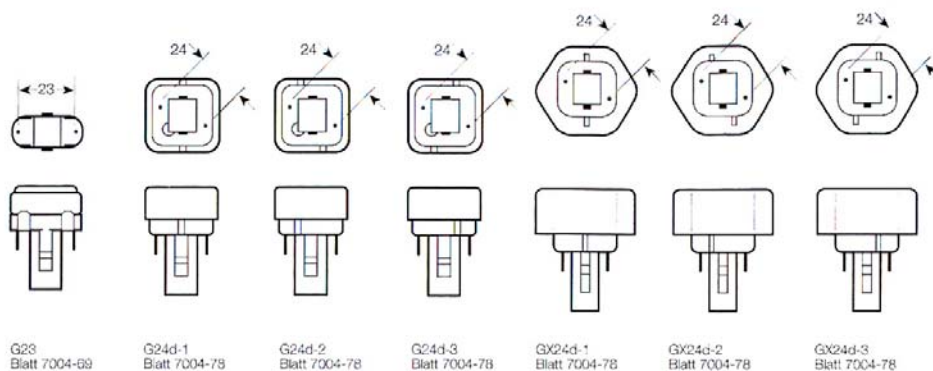


2.5. ábra – Izzólámpafejek (normál és halogénlámpákhoz)

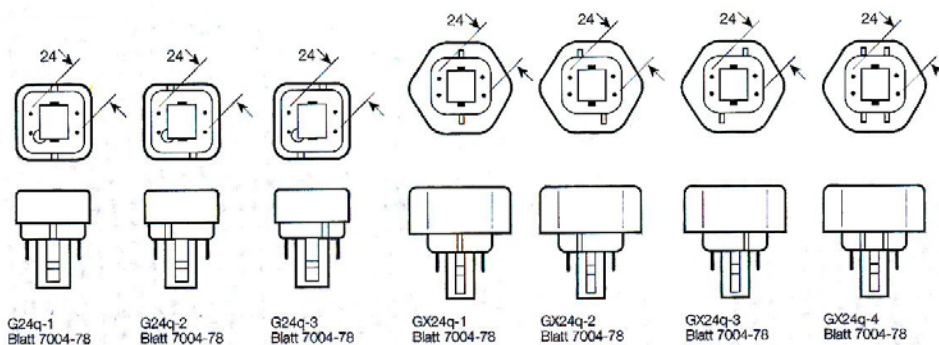


2.6. ábra. Fénycsőfejek

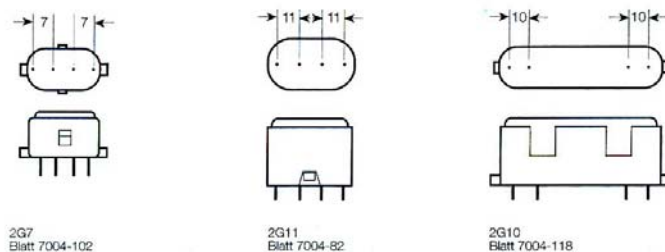
balról jobbra: normál (T8) fénycső, U alakú fénycső, T2 fénycső, T5 fénycső, körfénycső fej



2.7. ábra. Kompakt fénycsőfejek induktív előtéthez



2.8. ábra. Kompakt fénycsőfejek elektronikus előtéthez



2.9. ábra. Kompakt fénycsőfejek külső gyűjtőhoz vagy elektronikus előtéthez

2.4. AZ ILCOS osztályozási rendszer

Láttuk az eddigiekben, hogy milyen sokféle lámpa létezik. Ha ehhez hozzávesszük, hogy a különböző gyártók különböző típusjelzéseket adnak a műszaki szempontból azonos fényforrásoknak is, akkor könnyen beláthatjuk, hogy mennyire áttekinthetlenné válik egy adott lámpafajta pontos meghatározása. Hogy a feladat egy kissé egyszerűsödjön, létrehoztak egy nemzetközi osztályozási rendszert, az ILCOS kódokat. (ILCOS = International Lamp Coding System, Nemzetközi Lámpa Kódrendszer). A rendszer használata napjainkban kezd elterjedni, az ILCOS kódokat a fényforrásgyártók katalógusaiban megtalálhatjuk és a lámpatestek adattábláin is egyre inkább így jelölik az alkalmazható fényforrásokat.

A kódok két részből állnak: egy betűsor a lámpa általános leírását, egy számsor pedig a műszaki adatait adja meg.

A legfontosabb ILCOS kódok jelentését az alábbiakban ismertetjük.

2.4.1 Izzólámpák: I

Betűsor:

IA = nagy lámpa (45 mm buraátmérő felett)

IB = kis lámpa (legfeljebb 45 mm buraátmérőig)

I.A = körte

I.B = gyertya

I.G = gömb

I.M = gomba
I.T = cső
I.R = reflektorburás
Számsor:
teljesítmény-feszültség-lámpafej-méretek

2.4.2 Fénycsövek, F

Betűsor:
FD = két végén fejtelt
FS = egy végén fejtelt
FSD = kétcsöves kompakt
FSQ = négycsöves kompakt
FSC = körfénycső
FB = kompakt fénycső beépített előtétellel
Számsor:
teljesítmény-gyújtási mód-lámpafej-méretek

2.4.3 Higanylámpák, Q

Betűsor:
QE = fényporbevonatos ellipszoidburás
QR = reflektorburás
QB = beépített előtétellel
Számsor:
teljesítmény-feszültséghatárok-lámpafej-méretek

2.4.4 Fémhalogénlámpák, M

Betűsor:
MT = csőburás
ME = ellipszoidburás
MD = két végén fejtelt
Számsor:
teljesítmény-feszültséghatárok-lámpafej-méretek

2.4.5 Nagynyomású nátriumlámpák: S

Betűsor:

ST = csőburás

SE = ellipszoidburás

SD = két végén fejtelt

Számsor:

teljesítmény-feszültséghatárok-lámpafej-méret

2.4.6 Halogén izzólámpák: H

Betűsor:

HS = egy végén fejtelt

HD = két végén fejtelt

HR = hidegtükrös

Számsor:

teljesítmény-feszültség-lámpafej-méret

Példák:

IAA-40-220/230-E27-60: Körte alakú burájú izzólámpa, 40 W, 220-230 V feszültségre, E27 Edison-menetes fejjel, buraátmérő 60 mm (40 W-os normál izzólámpa)

FD-36-E-G13: 36 W-os két végén fejtelt fénycső, külső gyújtóval gyújtható (E=external), G13 csapos fejjel (36 W-os normál fénycső).

3. A fényforrások működtető szerelvényei

3.1 Foglalatok

A foglalatok a fényforrások mechanikai rögzítésén kívül azok áramellátását is biztosítják. A különböző foglalatfajták közül legismertebbek az Edison menetes izzólámpa-foglalatok. Leggyakoribb változataik E14, E27 vagy E40 menethüvellyel készülnek, ahol az E betű az Edison-menetre, az utána következő szám a menetes rész mm-ben kifejezett átmérőjére utal. A foglalatok névleges feszültsége és áramterhelhetősége ritkán szokott problémát okozni, a szokásos 250 V 4 A a legtöbb alkalmazáshoz megfelel. A nagyobb problémát a melegeedés okozza, a hagyományos bakelitfoglalatok általában legfeljebb 60 W teljesítményű izzólámpához használatosak. Nagyobb teljesítményű fényforrás használata a foglalatok elszéneseését, tönkremenetelét okozhatja. A lámpatest adattábláján vagy a foglalatra, esetleg a foglalat mellé ragasztott címkén megadott teljesítményt soha nem szabad túllépni.

Egyes izzólámpás lámpatestekben lehet hőálló bakelitfoglalat is. A nagyobb hőállóságú foglalatot a foglalat anyagába préselt T betű és az utána következő szám jelöli, ahol a szám azt a C°-ban kifejezett hőmérsékletet jelenti, amelyen a foglalat tartósan használható. Az ilyen foglalatokat csak hasonló hőállóságú típusal szabad helyettesíteni.

A porcelánból készült foglalatoknál a foglalat túlmelegedésének veszélye nem áll fenn, de a foglalatba kötött vezeték szigetelése, vagy a foglalatba csavart fényforrás túlmelegedhet, ezért a névleges teljesítményt ilyenkor sem szabad túllépni.

Az Edison menetes foglalatokat nagynyomású fényforrások üzemeltetésére is használják. Itt az esetleges foglalatcserekor egy újabb szempontot is figyelembe kell venni: ezek a lámpák olyan gyújtókészülékekkel együtt üzemelnek, amelyek a bekapcsoláskor több ezer V-os feszültséglökést is előállíthatnak. Mivel ez a feszültséglökés csak rövid ideig hat, nem szükséges, hogy a foglalatokat ilyen feszültség tartós elviselésére méretezzék. A

gyakorlati tapasztalatok azt mutatták, hogy a foglalatok (de a lámpatestek egyéb részei is) kb. a névleges feszültségük 4,3-szorosát viselik el biztonságosan a gyújtás idejére. Ebből az következik, hogy egy 250 V névleges feszültségű foglalatra a 2 kV feszültségimpulzust előállító gyújtókészülék még rákapcsolható. A foglalat bekötésénél azonban bizonyos biztonsági szabályokat be kell tartani: mivel a foglalat megérinthető részei és a menethüvelye között sokkal kisebb a távolság, mint a megérinthető részek és a talpérintkező között, ezért a gyújtókészülékről jövő vezetékét mindig a távolabb elhelyezett, tehát biztonságosabb talpérintkezőhöz kell kötni.

Érintésvédelmi alapszabály, hogy a feszültség alatt álló részeket úgy kell szigetelni, hogy a veszélyes feszültség alatt álló részeket ne lehessen megérinteni, még a szabad kézzel leszerelhető részek eltávolítása után sem. Ez alól az alapszabály alól egyetlen kivétel van: az Edison menet. Az ilyen foglalatok vagy biztosítóaljzatok feszültség alatti részei a lámpa vagy a biztosítóbetét kicsavarása után megérinthetőek. Bár állandóan újabb és újabb szabadalmak jelennek meg ennek az érintésvédelmi hiányosságnak a megszüntetésére, a gyakorlatban nagyon kevés ilyen jellegű áramütéses beleset fordul elő. Ezért rövid időn belül nem várható, hogy az igen széles körben elterjedt Edison-menetes foglalatok valamilyen más megoldásnak adják át a helyüket.

A halogénlámpák foglaltai a szokásos lámpakiviteleknek megfelelően vagy a túlbas lámpafejek befogadására alkalmasak, vagy a két végükön fejtelt ceruzalámpák üzemeltetését teszik lehetővé. Ezek a foglalatok a fellépő jelentős melegedés miatt kivétel nélkül nagy hőállóságú kerámia anyagból készülnek. A fellépő nagy áramerősségek miatt igen nagy jelentőséggel bír az érintkezők anyaga és felületvédelme is. Foglaltcserénél, de bármilyen más alkatrész cseréjénél is ügyelni kell arra, hogy ha az eredetivel pontosan megegyező típus nem szerezhető be, olyan helyettesítő típust válasszunk, amelynek mechanikai méretei mellett a villamos jellemzői is egyenértékűek. Csak olyan foglalatot használjunk, amelyen megtalálható a villamos biztonság jele. A biztonsági jelekről a lámpatestek fejezet tartalmaz részletesebb információt.

A két végükön fejtelt, egyenes fénycsövek kétcsapos foglaltainál ritkán fordul elő biztonsági vagy minőségi probléma. A fénycsövek árama és melegedése viszonylag jelentéktelen, így a foglalatok túlterhelése nem jelent gyakorlati veszélyt. A fénycsövek eltérő

hossza kizárja azt, hogy egy foglalatba nagyobb teljesítményű fényforrást helyezzenek, mint amilyenre az adott konstrukció készült.

A kompakt fénycsövek működtető elektronikával ellátott változatai minden további nélkül becsavarhatók a hagyományos menetes foglalatokba. A külön előtéttel működő kompakt fénycsövekhez rendkívül sokféle foglalat létezik, a foglalatváltozatok célja, hogy minden lámpa csak abba a foglalatba legyen bedugható, amelyhez az adott lámpa működtetésére szolgáló további alkatrészek csatlakoznak.

A bajonett foglalatok Magyarországon általános világítási célra nem terjedtek el, egyedül a járművek lámpáinál használják őket.

3.2 Előtétek, kondenzátorok

A fényforrások ismertetésénél említettük a villamos kisüléseknek azt a fizikai sajátosságát, hogy a kisülés megindulása után az áram minden határon túl nőne. Ha nem korlátoznánk valamilyen módon az áram növekedését, a fényforrás pillanatokon belül tönkretenné saját magát.

Az áramkorlátozás legleterjedtebb módja a fojtótekerccs rendszerű előtétek alkalmazása (ezeket szokták induktív vagy mágneses előtéteknek is nevezni). Ezek az előtétek olyan vasmagos tekercsek, amelyek impedanciáját úgy állítják be, hogy a megfelelő lámpával összekapcsolva a lámpán a névleges áram folyjon keresztül. Ezt a névleges áramértéket minden előtéten feltüntetik. Megtalálható az előtéteken azoknak a lámpáknak a típus szerinti felsorolása is, amelyek az adott előtéttel működtethetők.

A legfontosabb adat, az áramérték mellett az előtéteken további műszaki adatokat is feltüntetnek. Ezek közül az úgynevezett t_w értéket érdemes megemlíteni, amely az előtét hőállóságára utal. A jelölést követő számérték azt a C° -ban megadott hőmérsékletet határozza meg, amelyen az előtét tartósan működtethető. Megállapítása annak a feltételezésével történik, hogy ilyen hőmérséklet mellett az előtét szigetelő anyagainak termikus öregedése olyan lassú legyen, hogy az előtét várható élettartama érje el a 10 évet. A t_w érték ellenőrzése rövidített, általában 30 napos élettartam-vizsgálattal történik. Az ettől eltérő élettartam-vizsgálatot külön jelölik, pl. a D6 jelölés 60 napos élettartam-vizsgálatot jelent,

ahol a D betűt követő szám a vizsgálat hossza dekádkban, azaz 10 napos időközökben megadva.

A nagyobb t_w érték egyértelműen jobb minőséget, tartósabb szigetelőanyagok alkalmazását jelenti. A lámpatest előtétjét soha ne cseréljük az eredetinel rosszabb minőségű típusra. A mai korszerű előtétek t_w értéke általában 130, a gyengébb minőségűeké 105 C°.

Az elmondottak azonban nem jelentik azt, hogy egy meglévő lámpatest 105 C°-os előtétjét érdemes nagyobb hőállóságúra cserélni. A lámpatestek konstrukciója biztosítja ugyanis azt, hogy az előtét melegedése ne haladja meg a megengedettet, így a legalább 10 éves élettartammal minden esetben számolni lehet.

Az előtétek másik fontos műszaki adata az előtét által felvett teljesítmény, ami veszteségként jelentkezik, mert a fényforrás fogyasztásához hozzáadódik az előtét fogyasztása is. Az előtét veszteségét a gyártók ritkán tüntetik fel az adattáblán, a katalógusadatok között sem mindig szerepel. Újabban elterjedőben van egy olyan osztályozási rendszer, amely az előtét-lámpa áramkör által felvett teljesítmény mérésén alapul. Az előtéteket eszerint A, B, C és D osztályokba sorolják, a legkisebb veszteségű előtétek az A osztályúak, energetikailag a legkedvezőtlenebbek a D osztályúak. Az A és B osztályokat tovább bontják A1, A2, A3, B1, B2, B3 alosztályokra. Fojtótekercs rendszerű előtéttel legfeljebb a B osztály valósítható meg, az A osztályt csak elektronikus elemekkel lehet megvalósítani. Az ismertetett osztályozási rendszer az EEI osztályozás. Energetikai okokból a D és C osztályú előtétek alkalmazását 2005-ig az Európai Unió országaiban meg kívánják tiltani. Jelenleg a Magyarországon forgalmazott fénycsőes lámpatestek előtétjeinek 80-90%-a ebbe a két kategóriába tartozik.

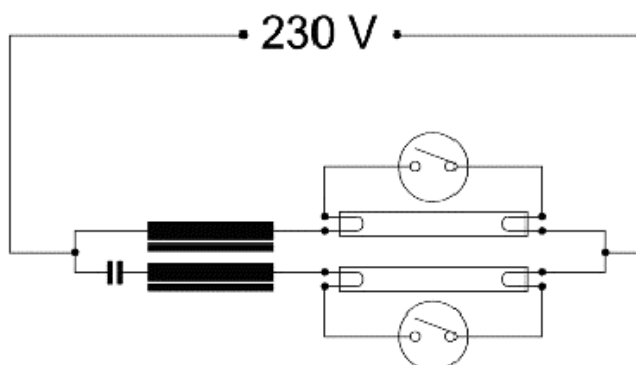
Nézzük meg a legáltalánosabban használt 36 W-s fénycső példáján, hogy a különböző osztályok mekkora tényleges fogyasztást jelentenek:

- A1: szabályozható
- A2: legfeljebb 36 W
- A3: legfeljebb 38 W
- B1: legfeljebb 41 W
- B2: legfeljebb 43 W
- C: legfeljebb 45 W
- D: 45 W felett

Felmerülhet a kérdés, hogy az A2 osztályban hogyan lehet a 36 W-os fénycső teljesítményfelvétele előtéttel együtt is kevesebb, mint 36 W. A magyarázat az, hogy ezek a kapcsolások elektronikus előtétekkel működnek, és ilyen előtétekkel a fénycső által kisugárzott fényáram megnő. Ahhoz, hogy az elektronikus előtéttel működő cső ugyanannyi fényt adjon, mint az induktív előtéttel működő, kisebb villamos teljesítmény is elég. Így a fénycső önmagában, előtét nélkül felvett teljesítménye valójában nem 36 W, hanem annál valamivel kevesebb.

Az induktív, fojtótekerccs rendszerű előtétekkel sorbakapcsolt lámpák áramköreiben az induktív jellegű terhelés hatására a hálózati feszültség és a lámpaáram között fáziseltolódás lép fel. Ennek hatására a kapcsolat által felvett áram a teljesítménytényezővel (λ) fordított arányban megnő. Ez a fölöslegesen nagy áram a hálózatot terheli, és megnöveli a vezetékeken fellépő feszültségesést. A teljesítménytényező javítására központi fázisjavítást vagy a lámpaáramkörrel párhuzamosan kapcsolt egyedi fázisjavító kondenzátort szoktak alkalmazni.

A fázisjavítás másik módja a két áramkörös lámpatestekben alkalmazott duókapcsolás. Ennél a kapcsolásnál az egyik fénycső áramköre a szokásos módon működik, a másik cső azonban egy soros kondenzátoron keresztül kapcsolódik a hálózatra (3.1 ábra).



3.1. ábra. Fénycsövek duokapcsolása

A kapacitív és az induktív ág fázistényezője azonos értékű, de ellenkező előjelű, tehát a teljes kapcsolás eredő fázistényezője egységnyi. A kapacitív ágban lévő sorbakapcsolt kapacitás és induktivitás rezgőkört alkot, amelynek hatására a kondenzátoron mérhető feszültség nagyobb, mint a hálózat feszültsége. Ezért az itt használt, soros kondenzátorok névleges feszültsége nagyobb, megengedett tűrése pedig kisebb, mint a párhuzamos kondenzátoroké. A fénycsövek soros és párhuzamos kondenzátorainak adatait a 3.1., a nagynyomású kisülőlámpák fázisjavító kondenzátorainak értékeit a 3.2 táblázat foglalja össze. Ez utóbbi táblázatban a lámpák egyedi biztosításához szükséges biztosítóbetétek áramát is feltüntettük (a fénycsöves lámpatestek biztosítása általában csoportonként történik).

A fénycső névleges teljesítménye, W	a párhuzamos kondenzátor		a soros kondenzátor	
	kapacitása, μF	feszültsége, V	kapacitása, μF	feszültsége, V
18	4,5	250	2,7	480
36	4,5	250	3,5	450
58	7,0	250	5,3	450

3.1. táblázat. A fénycsövek kondenzátorainak műszaki adatai

Lámpa teljesítménye, W	Lámpaáram, A	Biztosító, A	Kondenzátor kapacitása, μF
Higanylámpák			
80	0,8	2,0	8
125	1,15	3,15	10
250	2,15	6,3	18
400	3,25	8,0	25
Nátriumlámpák			
70	1,0	2,0	12
100	1,2	2,5	12
150	1,8	3,15	20
250	3,0	6,3	32
400	4,6	10,0	45

3.3. táblázat. Nagynyomású lámpák biztosítása és kompenzálása

Az elektronikus előtétek a fojtótekercecsekétől teljesen eltérő működési elven alapulnak. Legfontosabb elemük az az áramkör, amely a hálózati váltakozó áraménál sokkal nagyobb, néhányszor 10 kHz-es frekvenciájú rezgést állít elő. Ehhez az oszcillátorhoz egy olyan kimenő transzformátor kapcsolódik, amely terheletlen állapotban a fénycső gyújtófeszültségét biztosítja. Az alkalmazott nagyobb frekvencia miatt ez a transzformátor kisebb méretű és súlyú, ferritmagos típusú lehet, amelynek vesztesége is kisebb, mint a hálózati frekvencián működő eszközöké.

Terhelt állapotban, tehát a kisülés megindulása után a kapcsolás áramgenerátorként működik, vagyis a lámpa névleges áramának megfelelő értékre szabályozza be az áramot. A fénycsövek elektronikus előtétjei a fénycső katódjainak előfűtését is

biztosíthatják, de léteznek olyan típusok is, amelyek előfűtés nélkül, azonnal gyújtanak.. Az előfűtéses, kímélő üzemmód a fénycsövek élettartamára jótékony hatással van, ilyen elektronikával működtetve a fénycső élettartama kb. másfél-kétszeresére nő a hagyományos kapcsolásokhoz képest. Az előtétbe épített szabályozó elemek gondoskodnak arról is, hogy a kiegészítő, gyújtásképtelen fénycsövet lekapcsolják.

Az elektronikus áramkörök működéséhez szükséges egyenfeszültséget a hálózati feszültség egyenirányításával nyerik, ezért a legtöbb elektronikus előtét egyaránt működtethető egyen- vagy váltakozó áramról. Az egyenfeszültségű, pl. akkumulátortelepes táplálásnak a tartalékvilágítás esetén van szerepe. Az előtét áramkörei általában további védő és szűrő elemekkel egészülnek ki, amelyek egyrészt arról gondoskodnak, hogy az előtét ne zavarhassa meg más elektronikus készülékek működését, másfelől pedig az előtétet védik a hálózaton időnként (pl. villámcsapások hatására) megjelenő feszültségimpulzusok vagy más villamos zavarok károsító hatásától.

Az elektronikus áramkörök saját vesztesége lényegesen kisebb az induktív előtétékéénél, ezért az ilyen elemekkel ellátott lámpatestek a villamos energiát jobb hatásokkal alakítják át fénné.

A lámpák fényének folyamatos szabályozása (fénycsökkentés, dimmelés) kizárólag elektronikus előtétékkel oldható meg.

Elektronikus előtétéket leginkább fénycsövekhez készítenek, de megjelentek már a nagynyomású lámpák kisebb teljesítményű típusaihoz használható készülékek is.

Az elektronikus előtéték lényeges adatai a teljesítményen kívül a környezeti hőmérséklet megengedett határai (általában -20 és 50 °C) valamint a készülék külső felületének legnagyobb megengedett hőmérséklete. Ez utóbbit t_c -vel jelölik, amit a hőmérséklet megengedett értéke követ. Mivel nem mindegy, hogy ez a legnagyobb hőmérséklet a felület melyik pontján alakul ki, a kritikus helyet az előtét felületére rajzolt fekete ponttal meg is szokták jelölni.

3.3 Gyújtók

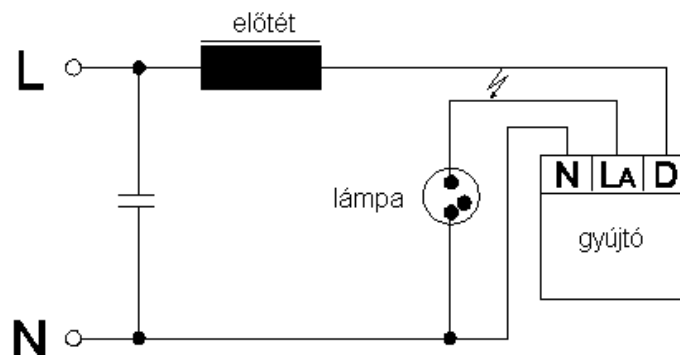
A parázsfénykísüléses fénycsőgyújtókról a fénycsövek kapcsán már esett szó. A nagynyomású lámpák gyújtókészülékei elektronikus áramkörök, amelyek a lámpa begyújtásához szükséges, előírt

nagyságú és fázishelyzetű gyújtóimpulzust hozzák létre. Régebbi, olcsó típusaik a lámpa működtetéséhez egyébként is szükséges előtét inductívitasát használták fel az impulzus előállítására. Az ilyen gyújtók használata esetén a gyújtóimpulzus megjelenik az előtéten és az előtétet a foglalattal összekötő vezetékszakaszon is, ezért ezeket az elemeket olyan szigeteléssel kell ellátni, amely elviseli ezeket a feszültségimpulzusokat. A hosszú vezetékek szórt kapacitása miatt az előtét és a foglalat közötti távolság nem lehet túl nagy. Az ilyen, ma már korszerűtlensége miatt ritkán alkalmazott eszközöket nevezik kétpontos vagy párhuzamos gyújtóknak.

A korszerű gyújtókészülékek a gyújtóimpulzus előállításához szükséges összes elemet tartalmazzák, így az impulzus előállítása ez előtéttől független. Ebben az esetben elegendő csak a gyújtókészüléket elhelyezni a fényforrás közelében, az esetenként jelentős súlyú előtét távol, pl. a lámpaoszlop aljában is lehet. Ezeket a gyújtókat nevezik soros vagy hárompontos, szuperpozíciós gyújtókészülékeknek.

A legkorszerűbb gyújtókészülékek felismerik, hogy a lámpa a gyújtóimpulzus hatására begyújtott-e. Ha a gyújtás bármilyen okból nem történik meg, a gyújtókészülék időzítése a további gyújtóimpulzusok keltését egy idő után leállítja, mivel a gyújtóimpulzusok állandó jelenléte zavarhatja a rádió- és tévékészülékeket, valamint a lámpatest idő előtti meghibásodásához is vezethet. A különféle lámpák (közönséges és javított színvisszaadású nátriumlámpa, fémhalogénlámpa, kerámia kisülőcsöves fémhalogénlámpa) esetében a fizikai tulajdonságok miatt más-más a szükséges leállási idő, ezért különböző leállási idejű gyújtók léteznek (pl. T1, T5, T11 jelöléssel, további részletek a gyújtókészülékek gyártóinak műszaki ismertetőiben található). 1999-ben jelentek meg a piacon az első olyan, digitális elven működő leálló gyújtókészülékek, amelyek általánosan használhatók. Az ilyen (T helyett D betűvel jelölt) digitális gyújtók bármilyen lámpafajtaéhoz használhatók.

A hárompontos gyújtókészülékek bekötési vázlata a 3.2. ábrán látható.



3.2. ábra. Gyűjtőkészülék kapcsolása

Az elektronikus előtétekhez hasonlóan a gyűjtőkészülékeken is feltüntetik a felület legkritikusabb pontjának megengedett melegedését, amit itt is t_c -vel jelölnek.

4. Lámpatestek

Ahhoz, hogy egy fényforrást üzembe tudjunk helyezni, lámpatest szükséges. A lámpatestek a lámpák rögzítésére szolgáló foglalatokon kívül általában tartalmazzák a lámpa működéséhez szükséges szerelvényeket is, de indokolt esetben ezek külön szerelvénydobozban is elhelyezhetők. A lámpatestek lényeges részei azok az optikai elemek, amelyek a fényt a kívánt módon irányítják, szűrik.

A lámpatestek műszaki jellemzőit villamos, mechanikai, termikus és optikai szempontok figyelembevételével csoportosíthatjuk.

4.1 A lámpatestek biztonságtechnikai jellemzői

A hálózati feszültség és frekvencia ritkán tér el a 230 V 50 Hz értéktől. Előtetet nem tartalmazó, izzólámpás lámpatestek esetén a névleges feszültség a szigetelési feszültséggel egyezik meg, azaz általában 250 V. Ez az érték annyira általános, hogy az adattáblán csak akkor jelölik, ha ettől eltér.

A kisülőlámpás lámpatestek névleges feszültsége megegyezik az előtétével. 1995. jan. 1.-től a hálózat névleges feszültsége az európai egységesítés szellemében 220 V-ról 230 V-ra változott. 220 V-os lámpatestek már nem is hozhatók forgalomba, azonban a meglévő 220 V-os lámpatestek a villamos biztonság csökkenése nélkül tovább használhatók, bár a nagyobb feszültség a várható élettartam kismértékű csökkenésével jár együtt.

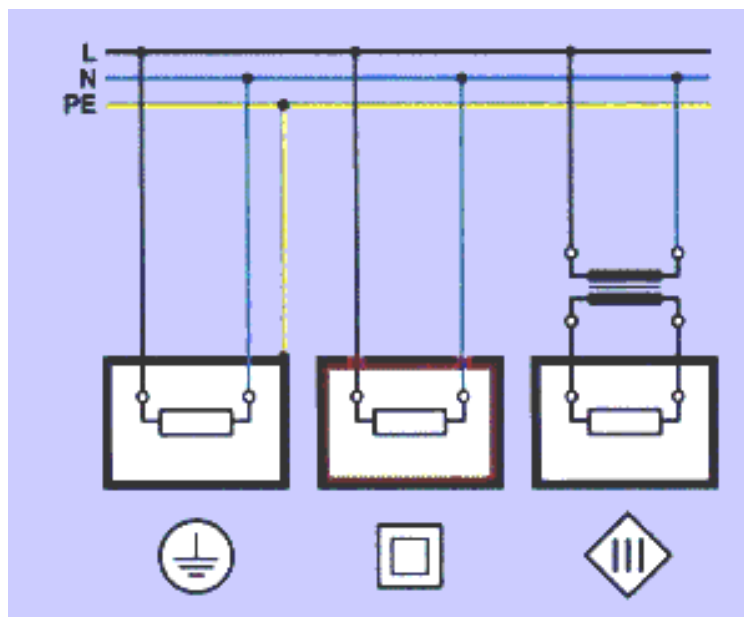
Érintésvédelem szempontjából legkedvezőbbek a kettős vagy megerősített szigeteléssel készülő, II. érintésvédelmi osztályú lámpatestek. Itt az alapszigetelésen kívül egy további biztonságot adó második, védő szigetelés is található. Mivel védővezető csatlakoztatására az ilyen lámpatestek esetében nincs szükség, a biztonság független a hálózati csatlakozástól.

Az I. érintésvédelmi osztály esetében az alapszigetelésen kívül az ad további biztonságot, hogy a megérinthető fémrészek össze vannak kötve a hálózat földpotenciálon lévő védővezetőjével. Az alapszigetelés esetleges hibája esetén a védővezető

megakadályozza, hogy a megérinthető fémrészek veszélyes feszültségre kerüljenek.

A III. érintésvédelmi osztály esetében a lámpatestet biztonsági szigetelő transzformátorral előállított, érintésvédelmi szempontból veszélytelen, általában 12 V-os feszültséggel táplálják és ennél nagyobb feszültség a lámpatest belső áramköreiben sem keletkezik. A transzformátor elhelyezéséről és védelméről ilyenkor külön kell gondoskodni. A III. év. osztályú lámpatestek jellegzetes képviselői a halogénlámpás lámpatestek.

A különböző érintésvédelmi osztályokat a lámpatesten is jelölik. Az I. év. oszt. jele a védőcsatlakozó kapocs mellett, a II. és III. év. oszt. jele az adattáblán található. Az alkalmazott műszaki megoldásokat és a hozzájuk tartozó jeleket a 4.1. ábrán mutatjuk be.



4.1. ábra. Az érintésvédelmi osztályok és jelöléseik

A külső mechanikai behatások elleni védelem fokozatának megfelelően a lámpatesteket az úgynevezett IP számokkal jelölik meg. Az IP számok egy nemzetközi osztályozási rendszert alkotnak, ahol az egyes jelzések műszaki tartalma a 4.1. táblázat alapján tekinthető át. Az IP betűjelzést követő első számjegy a szilárd idegen testek, a második számjegy a víz behatolása elleni védelmet jelenti. Az IP védettségtől függetlenül a lámpatestek akár 100% relatív légnedvességű térben is biztonságosan működnek, az ilyen

légnedvességtartalom nem tekinthető rendkívüli igénybevételnek. IP 20-nál alacsonyabb védettséggel nem készíthető lámpatest, így ez a fokozat jelenti az alapvédettséget. Az IP 20 jelölést nem is szükséges az adattáblán feltüntetni, ez csak magasabb védettség esetén kötelező.

az első számjegy (szilárd testek)		a második számjegy (víz)	
értéke	jelentése	értéke	jelentése
0	nincs védelem	0	nincs védelem
1	legfeljebb 50 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett	1	csepegő víz ellen védett
2	legfeljebb 12 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett (a feszültség alatti részek ujjal nem érinthetők)	2	csepegő víz ellen védett, 15° döntésnél
3	legfeljebb 2,5 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett	3	esővíz ellen védett
4	legfeljebb 1 mm átmérőjű tárgyak behatolása ellen védett	4	bármilyen irányból freccsenő víz ellen védett
5	káros porbehatolás ellen védett	5	vízszugár ellen védett
6	por ellen tömített	6	viharos tenger ellen védett
-	-	7	vízbererítés ellen védett
-	-	8	tartós víz alatti működésre alkalmas

4.1. táblázat. A lámpatestek IP osztályozási rendszere












A durva mechanikai behatásoknak kitett, erősített szerkezetű lámpatestek adattábláján egy kis kalapács rajza látható. Egyes országokban készítenek olyan lámpatesteket is, amelyek tornatermekben, sportcsarnokokban használhatók és kellő mechanikai védelmet biztosítanak a nagy erővel repülő labda ütésével szemben. Az ilyen lámpatestek adattábláján egy labda rajza látható, ez azonban nem nemzetközi, szabványos jelölés, a jelenleg hatályos magyar szabvány sem tartalmazza.

A belsőtéri, helyhez kötött lámpatestek szerelési módjuk alapján két nagy csoportra oszthatók, a felületre szerelhető és az álmennyezetbe süllyeszthető típusokra. A süllyeszthető lámpatestek általában 600 vagy 625 mm modulmérettel készülnek. A szerelés módjáról a gyártmányismertető katalógusok adnak felvilágosítást.



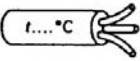




A termikus szempontok szerint kétféle csoportosításról beszélhetünk. Az első szempont a külső környezet hatása a lámpatestre. A normál kivitelű lámpatestek általában csak legfeljebb 25 C fok környezeti hőmérsékleten használhatók, azonban a lámpatest nem károsodhat, ha a hőmérséklet néhány órára 35 C fokig emelkedik.

Magasabb hőmérséklet esetén hőálló lámpatestek alkalmazására lehet szükség. A hőálló lámpatestek adattábláján megtalálható a t_a jelölés, a környezeti hőmérséklet jele. A jelet követi a megengedett környezeti hőmérséklet C fokban megadott felső határa.

A lámpatestek aszerint is osztályozhatók, hogy saját melegedésük mennyire jelent veszélyt a környezetre. A gyúlékony anyagból, pl. fából készült felületekre csak az a lámpatest szerelhető fel, amely a felszerelési felületet nem melegíti fel veszélyes mértékben. A gyúlékony anyagra szerelhető lámpatestek jele egy csúcsával lefelé mutató háromszögbe írt F betű. Ezek a lámpatestek olyan felületekre szerelhetők fel, amelyek anyagának gyulladási hőmérséklete legalább 200 C fok és amely anyag ezen a hőmérsékleten alaktartó, nem lágyul meg. Ilyen anyagnak tekinthető a legalább 2 mm vastagságú fa vagy farostlemez. A lámpatesteken ezen kívül rendkívül sokféle jelölést alkalmaznak, melyeket a 4.2.a-b ábra foglal össze.

II. érintésvédelmi osztály		
III. érintésvédelmi osztály		
Legnagyobb névleges környezeti hőmérséklet	$t_a \dots ^\circ\text{C}$	
Figyelmeztetés hidegtükrös lámpák használatának tilalmára		
Legkisebb távolság a megvilágított tárgyról (m)		
Normál gyúlékony felületre közvetlenül szerelhető lámpatest		
Normál (nem védett)	IP 20	(nincs jelölés)
Csepegő víz ellen védett	IPX 1 	(egy csepp)
Esővíz ellen védett	IPX 3 	(egy csepp négyzetben)
Freccsenő víz ellen védett	IPX4 	(egy csepp háromszögben)
Víz sugár ellen védett	IPX 5 	(két háromszög mindegyikben egy csepp)
Vízmentes (bemeríthető)	IPX 7 	(két csepp)
Víznyomásálló (alámeríthető)	IPX 8 	(két csepp, az alámerülés méterben kifejezett legnagyobb mélységére utaló jelzéssel)

4.2.a ábra. A lámpatestek jelei

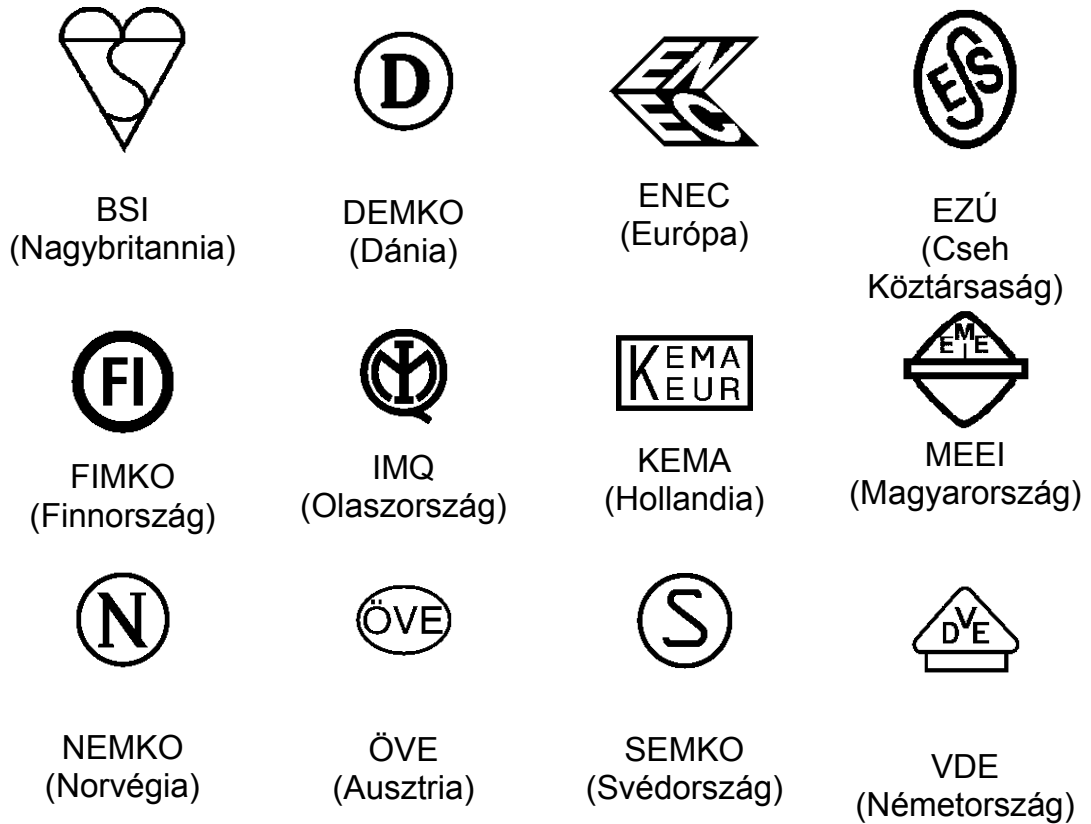
2,5 mm-nél nagyobb szilárd testek behatolása ellen védett	IP 3 X	(nincs jelölés)
1 mm-nél nagyobb szilárd testek behatolása ellen védett	IP 4 X	(nincs jelölés)
Por ellen védett	IP 5 X 	(háló keret nélkül)
Por ellen tömített	IP 6 X 	(háló kerettel)
Hőálló csatlakozó- és összekötővezetékek vagy külső huzalozás alkalmazásának szükségessége	 t....°C	(a vezetékerek száma szabadon választható)
Tetőtükrös lámpák működtetésére készült lámpatest		
Kedvezőtlen körülmények között működő lámpatest		
Lámpatest gyújtókészülékkel gyújtott nagynyomású nátriumlámpához		
Lámpatest belső gyújtós nagynyomású nátriumlámpához		

4.2.b ábra. A lámpatestek jelei (folytatás)

A lámpatestek alapvető biztonsági követelményeit szabványok írják elő (az MSZ EN 60598 szabványsorozat). A szabványok alkalmazása önkéntes ugyan, de törvény írja elő, hogy a termékek nem veszélyeztethetik az élet- és vagyonbiztonságot. A törvényes követelményeknek való megfelelés a legegyszerűbben a szabványos kivitellel biztosítható. A törvényi előírásoknak való megfelelést a gyártók a terméken elhelyezett CE betűjelzéssel igazolják, amelynek feltüntetése 1998. áprilisa óta hazánkban is kötelező (az Európai Unió országaiban ezt a jelölést már hosszabb ideje alkalmazzák).

A biztonsági követelményeket a gyártók vagy független intézmények is ellenőrizhetik. A független intézmények közül Magyarországon a Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet (MEEI) végez ilyen vizsgálatokat. Ha a lámpatest megfelel a szabványokban előírt

követelményeknek, akkor engedélyezik a biztonsági vizsgálati jel használatát. A magyar és néhány nagyobb külföldi vizsgáló intézet jelét a 4.3. ábrán mutatjuk be. Az ábrán feltüntettük azt az európai vizsgálati jelet is, amely a nemzeti vizsgálati jelek helyére lép. Az ENEC jel rövidítése az European Norms Electrical Certification szavakból származik, mely magyarul az európai szabványoknak megfelelő villamos tanúsítást jelent. Az ilyen jellel rendelkező készülékek nemcsak az európai biztonsági szabványoknak felelnek meg, hanem a jelhasználat feltétele az is, hogy a gyártás olyan gyártóhelyen történjen, amelynek minőségbiztosítási rendszere megfelel legalább az ISO 9002 vagy 9001 szabványoknak, tehát a gyártás ellenőrzött körülmények között, reprodukálható módon történik. Azok a termékek, amelyek adattábláján megtalálható az ENEC jel, a biztonsági előírásokon túlmenően a rendeltetészerű használat szabványokban előírt követelményeinek is megfelelnek, ha vannak ilyenek (lámpatestekre egyelőre még nincsenek, csak az alkatrészeikre).



4.3. ábra. Nemzeti és nemzetközi vizsgálati jelek

Fontos tudni, hogy a CE jelölés és a független vizsgáló intézmények jelei (az alkatrészekre vonatkozó ENEC jel kivételével) nem a szóbanforgó termék minőségével, hanem annak biztonságosságával kapcsolatosak. A CE jelölésről ki is mondják, hogy az nem a fogyasztóknak, felhasználóknak, hanem az ellenőrzést végző hatóságoknak szól.






4.2 A lámpatestek fénytechnikai jellemzői

A biztonsági jellemzőkön kívül több egyéb értékelési szempont is felmerülhet (külső megjelenés, kezelhetőség, pótalkatrészek beszerezhetősége, garanciális feltételek, stb.) Az egyéb szempontok között különlegesen fontos helyet foglalnak el a lámpatestek fénytechnikai adatai. Közülük is legfontosabb a hatásfok és a lámpatestből kilépő fényáram térbeli eloszlása, vagy röviden a fényeloszlás.

Hatásfok alatt két különböző mennyiséget érthetünk és az egyes gyártmányismertetőkhöz a hatásfok magadásakor nem minden esetben közlik, hogy melyik mennyiségről is van szó. Az optikai hatásfok alatt a lámpatestből kilépő fényáram és a lámpatestben működő lámpa vagy lámpák fényáramának arányát értjük, míg a fénytechnikai hatásfok esetén a lámpatestből kilépő fényáramot a lámpatesten kívül, referencia körülmények között működő fényforrás fényáramához viszonyítjuk.

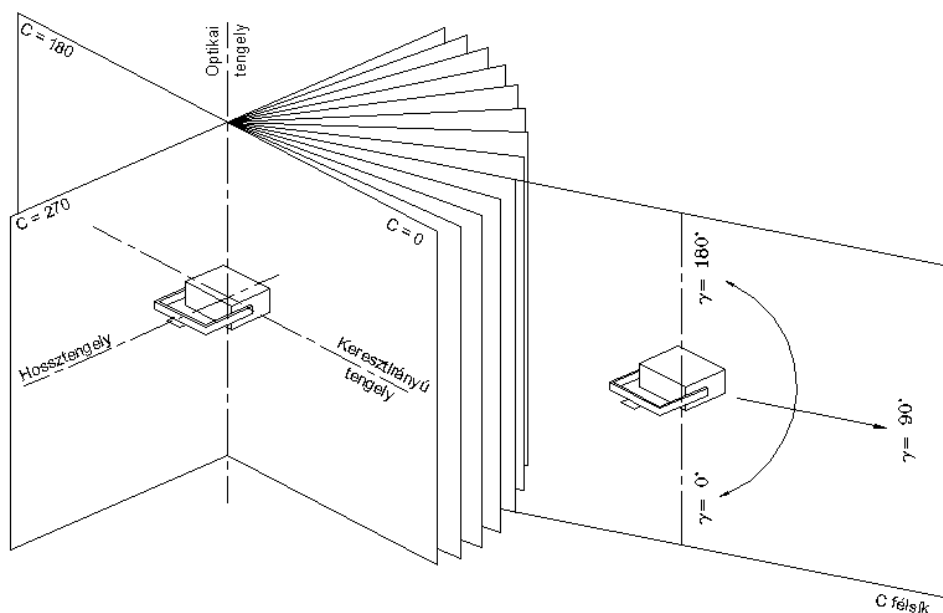
A kétféle mennyiség egyes esetekben akár 20 - 30 %-kal is eltérhet egymástól. Ennek az az oka, hogy a lámpatest zárt terében már a fényforrás kibocsátott fényárama is megváltozhat a referencia körülményekhez képest, elsősorban a zárt lámpatestek belső légtérének magasabb hőmérséklete miatt. Bizonyos fényforrások, különösen a fénycsövek fényárama függ a fényforrást körülvevő légtér hőmérsékletétől és az optimális értéktől való bármilyen irányú eltérés a lámpa fényáramát csökkenti. A gyakorlat szempontjából ezért a fénytechnikai hatásfok bír nagyobb jelentőséggel, mert ez az érték a fényforrás fényáramváltozását is figyelembe veszi.

A lámpatestek fényeloszlása nagymértékben meghatározza azok használhatóságát. A legismertebb osztályozási rendszer azon alapul, hogy a lámpatest teljes kisugárzott fényárama hogyan oszlik meg az alsó és felső térfél között. A Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE) által kidolgozott rendszer szerint a lámpatestek 5 csoportba sorolhatók. Az egyes kategóriák fényáramának százalékos arányait a 4.2. táblázatban foglaltuk össze.

CIE jel	Megnevezés	Sematikus jelölés	$\phi \uparrow$ %	$\phi \downarrow$ %
A	Közvetlen		0 - 10	90 - 100
B	Főleg Közvetlen		10 - 40	60 - 90
C	Szórt		40 - 60	40 - 60
D	Főleg Közvetett		60 - 90	10 - 40
E	Közvetett		90 - 100	0 - 10

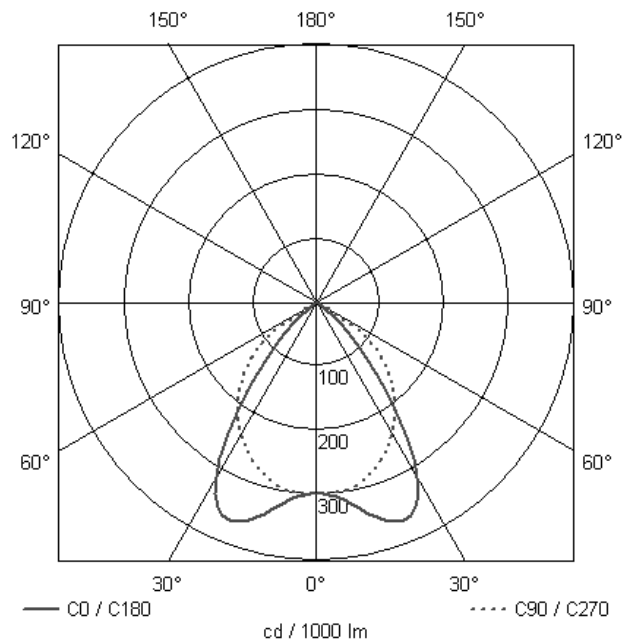
4.2. táblázat. Lámpatestek osztályozása a fényeloszlás jellege szerint

A lámpatestek fényeloszlását részletesen a fényeloszlási görbékkel adják meg. A teljes fényeloszlás egy olyan térbeli testtel jellemezhető, amelynek a felületét úgy kaphatjuk meg, hogy a tér egyes irányába mutató és az abba az irányba kibocsátott fényerősség nagyságával arányos hosszúságú vektorok végpontjait összekötjük. A fényeloszlási görbék ennek a térbeli testnek az egyes síkmetszetei. A fényeloszlás megadására a legáltalánosabban használt rendszer az úgynevezett $C-\gamma$ koordináta rendszer. Ebben a rendszerben az egyes síkok egy egyenesben, a lámpatest optikai tengelyében metszik egymást. A C síkok helyzetére a lámpatest hossz tengelyétől számított szög jellemző, a γ szögek pedig az adott C síkban az optikai tengely és a kérdéses irány között bezárt szögek. $C-\gamma$ koordinátarendszert a 4.4. ábra szemlélteti. (Az $A-\alpha$ és $B-\beta$ koordinátarendszereket ritkábban használják, az egyes síkok itt a lámpatest hossz-, ill. keresztoszmetria tengelyében metszik egymást)

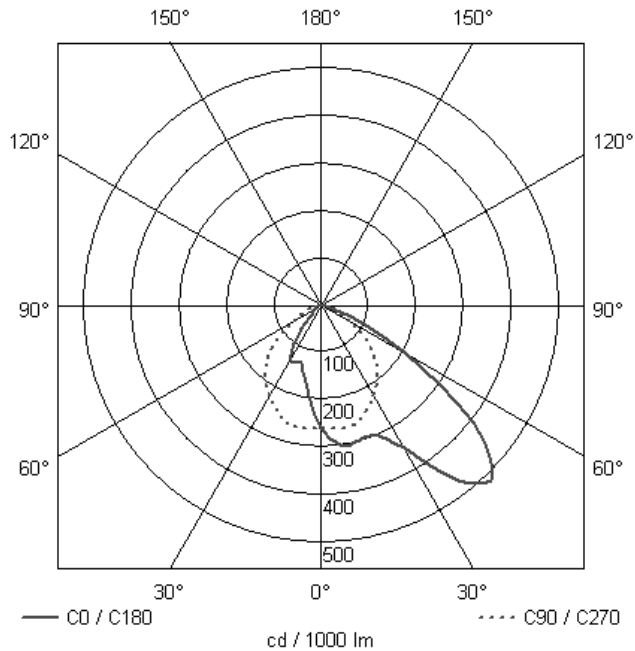


4.4. ábra. A lámpatestek fényeloszlásának megadására használt C - γ koordinátarendszer

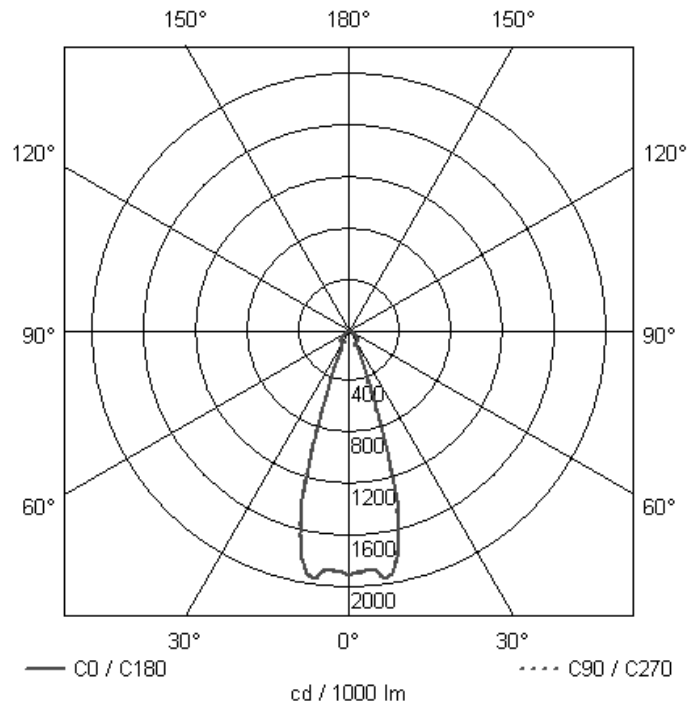
Néhány gyakori lámpatestfajta fényeloszlási görbéit mutatja be a 4.5/a,b,c,d ábra. Az ábrákon látható görbék a lámpatest keresztirányú szimmetria síkjában (a C0 síkban) vannak megadva.



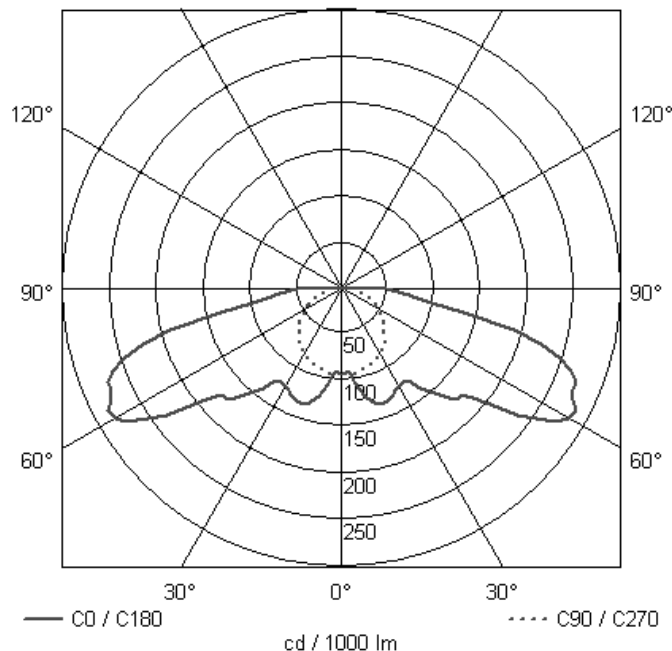
4.5/a ábra. Beltéri fénycsöves lámpatest fényeloszlása. A 60° feletti kisugárzási szögeknél a fényerőséget a képernyős munkahelyek világításánál szükséges káprázáskorlátozás érdekében csökkentik.



4.5/b. ábra. Aszimmetrikus fényvető fényeloszlása.



4.5/c. ábra. Forgásszimmetrikus fényvető fényeloszlása. Az ilyen lámpatest valamennyi C síkban felvett fényeloszlása azonos. A fény irányításának mértéke a fél- vagy tizedértékszöggel fejezhető ki. Erősen irányított fényvetők görbéjét polárkoordináták helyett derékszögű (Descartes) koordinátákban szokás megadni.



4.5/d. ábra. Közvilágítási lámpatest fényeloszlása. A nagyobb oszloptávolságok elérésének érdekében a legnagyobb fényerősség iránya 60° körül van.

4.5. ábra. Néhány lámpatestfajta fényeloszlási görbéi

4.3 Lámpatestek kiválasztási szempontjai

A lámpatestek kiválasztásánál a műszaki szempontokkal egyenértékű az esztétikai szempontok figyelembevétele. A jó világítás egyik alapvető feltétele, hogy a lámpatest külső megjelenésében is illeszkedjen környezetéhez.

A felhasználási terület figyelembevételével határozhatjuk meg a szükséges IP védettséget, érintésvédelmi osztályt, vagy a működési hőmérsékletet.

A fényeloszlás jellege szerinti kiválasztás mélyebb világítástechnikai szakismereteket igényel, e tekintetben a szakirodalomra utalunk.

A jelentősebb gyártók különösen a belsőtéri lámpatesteket különböző optikai elemekkel kínálják. A leggyakoribb változatok az

opál vagy prizmás burás és a rácsos lámpatestek. Ez utóbbiak rácsa festett vaslemezből vagy fényesre, illetve matta eloxált alumíniumlemezből készülhet. A burás lámpatestek használata a búrák piszkolódása, öregedése és az ezzel járó hatásfok csökkenés miatt lehetőleg kerülendő. Burás lámpatestet akkor célszerű csak alkalmazni, ha a búra használatát a por vagy nedvesség behatolása elleni védelem indokolja.

A rácsos lámpatestek fénytechnikai jellemzői viszonylag kis mértékben térnek csak el egymástól. Legolcsóbbak, de a legigénytelenebbek is a festett rácsos típusok. A matt vagy fényes rács közötti különbség inkább esztétikai, mint fénytechnikai.

A könnyű szerelhetőséget és karbantarthatóságot szintén célszerű figyelembe venni a lámpatestek kiválasztásánál. Érdeemes ügyelni az alkatrészek, különösen a foglalatok csereszabatosságára, hiszen ha egy különleges konstrukciójú foglalattal szerelt lámpatestben nincs módunk az egyébként olcsó alkatrész cseréjére, a teljes lámpatestet kell kicserélnünk.

4.4 Világítótestek karbantartása

Világítótest alatt a lámpatest és a fényforrás együttesét értjük. Egy világítási berendezés karbantartásakor mindig ezek együttesét kell szem előtt tartani.

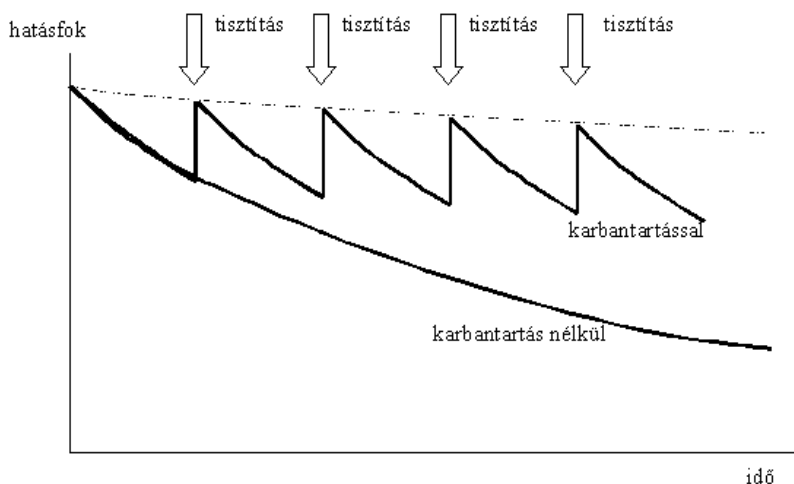
A legtöbb lámpatest az időnkénti tisztításon kívül más karbantartást nem igényel. A tisztítás fontosságát azonban nem lehet eléggé hangsúlyozni, a piszkos lámpatestek hatásfoka az eredeti érték tört részére is lecsökkenhet. A szennyeződés különösen a szabad térben, vagy poros helyeken működő lámpatestek esetén jelentős. Tisztításra a legtöbb esetben elégséges a semleges kémhatású mosószeres vízzel való lemosás.

Huzamosabb ideig történő, több éves használat után főleg a közvilágítási lámpatestek tükrein olyan korróziós hatások léphetnek fel, amelyek eredményeként a tükrök felülete mattá válik, elveszti irányított fényvisszaverő képességét. Ilyen esetekben csak a tükör cseréje segít. Néhány lámpatestgyártótól pótlásként beszerezhetők olyan tükrök, amelyekkel a lámpatest felújítható.

Hasonló jelenség léphet fel a búrák esetén is, itt azonban az optikai minőség romlását a felületen fellépő karcosodás, mattulás mellett anyagszerkezeti változások is okozhatják. Különösen a régebben

készült fénycsöves lámpatesteknél használtak sok esetben olyan anyagból, legtöbbször polisztirolból készült burákat, amelyek a lámpa fény- hő- és ultraibolya sugárzásának hatására megsárgulnak, törékennyé válnak. Ha ezekhez a régebbi lámpatestekhez már nem szerezhető be új búra, akkor előbb-utóbb meg kell fontolni a lámpatestek cseréjét. A ma leginkább elterjedt polimetil-metakrilát (PMMA, plexi) vagy polikarbonát (PC) buráknál ez a jelenség már nem lép fel.

A lámpatestek avulása és a karbantartás hatására bekövetkező fényáram-változás jellegét a 4.6. ábra szemlélteti.



4.6. ábra. A lámpatestek avulása

A karbantartáshoz tartozik a fényforrások cseréje is és itt szólnunk kell a csoportos cseréről. Egyes esetekben, ha a fényforrások élettartama a végéhez közeledik, felmerülhet a csoportos csere lehetősége, vagyis az összes fényforrás cseréje, függetlenül attól, hogy egyes lámpák még működésképesek. Ilyen csoportos csere csak akkor indokolt, ha együttesen fennállnak a következő feltételek:

- a fényforrások minősége egyenletes, az élettartam szórása kicsi
- az egyedi csere költséges, pl. egy magas csarnokot be kell állványozni a cseréhez.

Az összes fényforrás csoportos cseréje többletköltséget okoz a fényforrások megvásárlásakor, de ezt a többletköltséget ellensúlyozhatja az, hogy magával a cserével kapcsolatos egyéb

költségek (felvonulás, munkabér, stb.) alacsonyabbak. Bár a csoportos csere gazdaságossági kritériumait leíró matematikai modellek látványos levezetéseket eredményeznek és ezért a témában számos tanulmány jelent meg, a módszert hazánkban gyakorlatilag nem használják.

5. Világítástechnikai előírások

5.1 Beltéri világítás

A belsőtéri munkahelyek mesterséges világításával kapcsolatos követelményeket a közelmúltban megjelent MSZ EN 12464-1 szabvány tartalmazza részletesen. Az 5.1 táblázat a teljesség igénye nélkül a leggyakoribb világítási feladatok legkisebb előírt értékeit foglalja össze.

Helyiség	Megvilágítás, lx	Színvisszaadás, R_a	Káprázás, UGR	Megjegyzés
Előcsarnok	100	60	22	
Folyosó	100	40	28	
Lépcső	150	40	25	
Mosdó	100	80	22	
Iroda	500	80	19	Számítógépes munkahelyre külön előírások vonatkoznak
Tárgyaló	300	80	19	
Kisebb üzlet	300	80	22	
Nagyterű üzlet	500	80	22	

Fedett parkoló	75	20	28	
Kihajtó rámpa				
nappal	300	20	25	
éjszaka	75	20	25	
Osztályterem	300	80	19	Szabályozható világítás ajánlott
Osztályterem (esti és felnőttoktatás)	500	80	19	Szabályozható világítás ajánlott
Táblavilágítás	500	80	19	
Tornaterem, uszoda	300	80	22	

5.1. táblázat. Belső helyiségek szabványos világítástechnikai jellemzői

5.2 Kültéri világítás

A szabadtéri világítások közül a közforgalmú területek világítását határozza meg szabvány (MSZ 20194).

A közforgalmú területeket jelentőségük, a forgalom nagysága szerint a nemzetközi előírásokkal összhangban az M1 ... M6 osztályokba sorolják be. Az M1 - M3 osztályok esetén a tervezést a fénysűrűségtechnikára alapozva kell elvégezni. Meg kell azonban határozni az így kiadódó megvilágítási értékeket is, azért, hogy az ellenőrzést a fénysűrűségmérésnél lényegesen egyszerűbb megvilágításméréssel is el lehessen végezni.

Az M4 és M5 osztályok esetén a választási lehetőség van a fénysűrűsége és a megvilágításra történő méretezés között. Az M6 osztály, vagyis az irányfény világítás esetén a fénysűrűsége való

méretezés indokolatlan, itt csak a megvilágításra találunk előírást. A szabvány előírja a fokozottan veszélyes területek világításával kapcsolatos követelményeket is. Világított környezetben fokozottan veszélyes (konfliktus) területeknek számítanak

- az utak fel- és lehajtó sávjai
- a vasúti kereszteződések
- a körforgalmú utak
- a 40 m-nél rövidebb közúti aluljárók
- a felüljárók.

Ezekon a területeken a fénysűrűség értékek előírása indokolatlan (mivel azok csak legalább 100 hosszú egyenes szakaszra értelmezhetők), ezért a szabvány a vízszintes megvilágítás értékét írja elő. A fokozottan veszélyes területeket C1 ... C3 osztályba sorolják.

A gyalogos övezeteket P1 ... P4 osztályokba sorolják, itt is a vízszintes megvilágítás értéke van előírva.

Néhány előírt legkisebb értéket az 5.2. táblázat foglal össze.

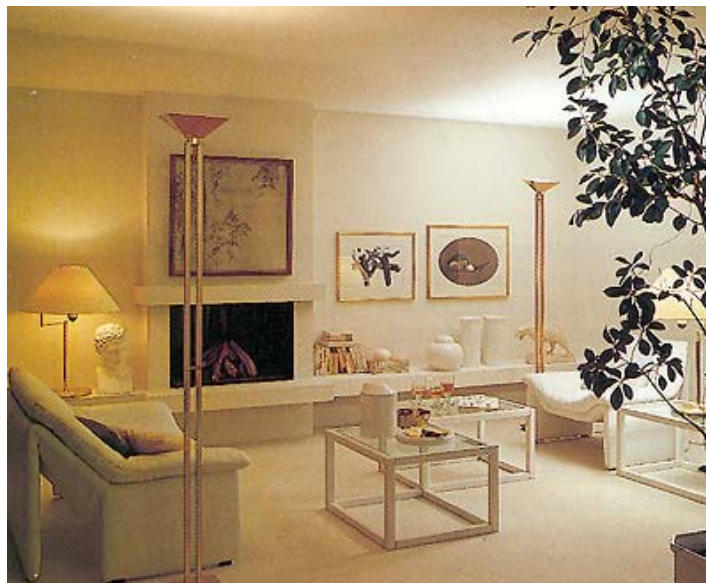
Osztály	Fénysűrűség, cd/m ²	Fénysűrűség egyenletessége	Megvilágítás, lx	Megvilágítás egyenletessége	Káprázás (TI %)
M1	2,0	0,4	-	-	10
M2	1,5	0,4	-	-	10
M3	1,0	0,4	-	-	10
M4	0,6	0,4	8	0,3	15
M5	0,3	0,3	4	0,2	15
M6	-	-	2	-	-
C1	-	-	30	0,4	-
C2	-	-	20	0,4	-
C3	-	-	15	0,4	-
P1	-	-	20	0,3	-

5.2. táblázat. Közforgalmú területek világításának előírt értékei

6. Világítási ötletek

6.1 Lakószobák, szállodai szobák

A szállodai szobák, kisebb lakások esetében az egyes tevékenységek céljára külön zónákat alakítanak ki, amelyek egymástól a világítás segítségével is elkülönülnek. Nagyobb lakások esetén, ahol a tevékenységek térben jobban különválnak, az egész helyiség világítását az adott célnak megfelelően lehet kialakítani. A munka, olvasás, írás, beszélgetés, zenehallgatás, tévézés mind-mind másféle igényeket jelentenek a világítás szempontjából. Nyilvánvaló, hogy e sokféle feltétel kielégítése szempontjából a decentralizálás elvét kell alkalmazni, vagyis a helyiség egyes zónáiban különböző álló-, asztali és falilámpákat kell elhelyezni. A szoba közepére befüggesztett csillár e feladatoknak nem tud megfelelni, de egy általános alapvilágítás céljára mégis indokolt lehet a használata, különösen a nagyobb méretű és belmagasságú szobákban. Az általános és a helyi világítás együttes alkalmazásakor előnyös, ha a csillár fényerejét szabályozni is lehet.



6.1 ábra. Nappali szoba többfunkciós világítása

Kisebb helyiségekben is célszerű általános világítás létesítése, hogy az ajtón belépve valamilyen alapvilágítás segítse a szobában való

tájékozódást. Itt az általános világítás pl. mennyezetlámpákkal, vagy nagyobb, 300 W körüli teljesítményű, a mennyezetre irányított és így közvetetten világító halogénlámpás állólámpával oldható meg. Jó megoldás a függönykarnis mögé, vagy a szekrények tetejére rejtetten elhelyezett fénycsöves világítás is.

Olvasáshoz, íráshoz, kézimunkázáshoz helyi lámpatestek szükségesek, amelyek fényeloszlása és fénypontmagassága olyan legyen, hogy a látási feladat szempontjából jó világítást adjanak, de ugyanakkor kápráztató hatással ne zavarják a szobában tartózkodókat.

A tévét soha ne nézzük teljesen elsötétített szobában, mert a fényes képernyő és a sötét háttér nagy kontrasztja a szemet erősen igénybe veszi. Ebből nem következik feltétlenül, hogy külön tévélámpa is legyen a helyiségben, az esetek többségében a letompított világítás az egyébként is meglévő lámpatestekkel is elérhető. Elhelyezésüknél azonban feltétlenül ügyelni kell arra, hogy a képernyőn ne keletkezzenek zavaró tükröződések.

Az ágyak mellett mindig legyen olvasó- ill. éjjeli lámpa. Ezeket úgy kell ernyőzni, hogy ne zavarják a pihenni akarókat. Ha éjszaka kell villanyt gyűjtani, az erős fény nagyon megterheli a sötéthez adaptálódott szemet. Ezért érdemes külön olvasó és éjjeli lámpát használni, az éjjeli lámpa teljesítménye nagyon kicsi (15 - 25 W) legyen. Esetleg elegendő egy halványan parázsló glimmlámpa használata is. Ha egyetlen lámpatestet használunk a kétféle célra, akkor okvetlenül legyen fényerőszabályozója.

Az étkezőasztalok világítására akár lakásban, akár étteremben az asztal közepe fölé függesztett lámpatest a legalkalmasabb. A lámpatestet soha ne függesztjük olyan mélyre, hogy az egymással szemközt ülők arcát eltakarja. A lámpatest ernyője olyan legyen, hogy az asztalt jól világítsa meg, de az asztal mellett ülők szemébe ne jusson erős fény. Erre a feladatra a nagyméretű ernyővel ellátott lámpatestek a legalkalmasabbak.

6.2 Konyhák

A mennyezet közepén elhelyezett, általános világítást adó lámpatest a konyhában sem elegendő, mivel a munkafelületek (tűzhely, konyhapult, mosogató) általában a falak mellett találhatóak. Ennek az

a következménye, hogy a konyhában dolgozó személy testével beárnyékolja a munkafelületet.

A falak melletti munkafelületek megvilágításának két lehetséges módja:

- fali lámpatestek alkalmazása, ha konyhaszekrény nincs, vagy
- a konyhaszekrény, a páraelszívó alsó felületére szerelt lámpatestek, amelyekre közvetlenül nem lehet rálátni, de az alattuk lévő felületeket jól megvilágítják.

Az éles árnyékok képződését lehetőleg el kell kerülni, erre kiválóan alkalmasak az egyenes fénycsövek. Az utóbbi időben elterjedt hidegtükrös halogénlámpákból mindig többet kell felszerelni, hogy a több helyről jövő megvilágítás tompítsa az árnyékokat.

Nagyüzemi konyháknál általában elegendő az általános világítás, kiegészítő lámpatesteket csak olyan helyre kell felszerelni, ahol ezt a látási feladat indokolja, pl. a tálalópultoknál. A lámpatestek elhelyezésénél a világítástechnikai szempontokon túlmenően a karbantartási szempontokat is figyelembe kell venni, lehetőleg ne kerüljön lámpatest olyan helyre, ahol a zsíros gőzök hamar elszennyezik.

6.3 Fürdőszobák

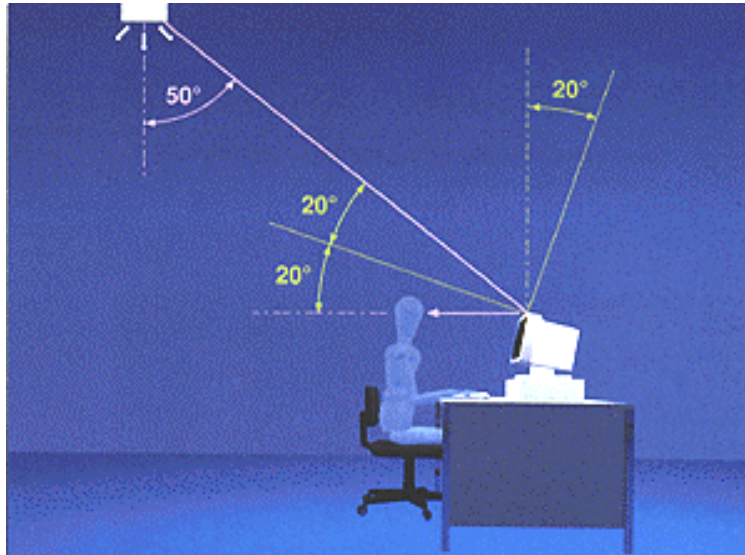
A fürdőszobák világításának legfontosabb feladata a tükör, illetve pontosabban a tükörben látszó személy arcának az árnyékmentes, kellő erősségű megvilágítása. Erre a célra a tükör két oldalán elhelyezett, vagy a tükrös szekrénybe beépített lámpatestek a legalkalmasabbak. Jó megoldás a színházi öltözőkből ellesett, opálgömbös izzólámpák sorát tartalmazó, ún. szofitta-lámpák használata is.

Abban az esetben, ha a tükörvilágítás önmagában nem elegendő az egész helyiség megvilágításához, kiegészítésként fali- vagy mennyezeti lámpatesteket is alkalmazhatunk.

6.4 Irodák

A korszerű irodavilágítás napjainkban egyet jelent a számítógépes munkahelyek világításával. Más a feladat azonban akkor, ha a képernyő állandó használatát igénylő számítógépes munkahelyről

(6.2. ábra), vagy a napi munkaidő nem teljes egészét kitevő képernyőhasználatról, számítógéppel is ellátott munkahelyről van szó (6.3. ábra).

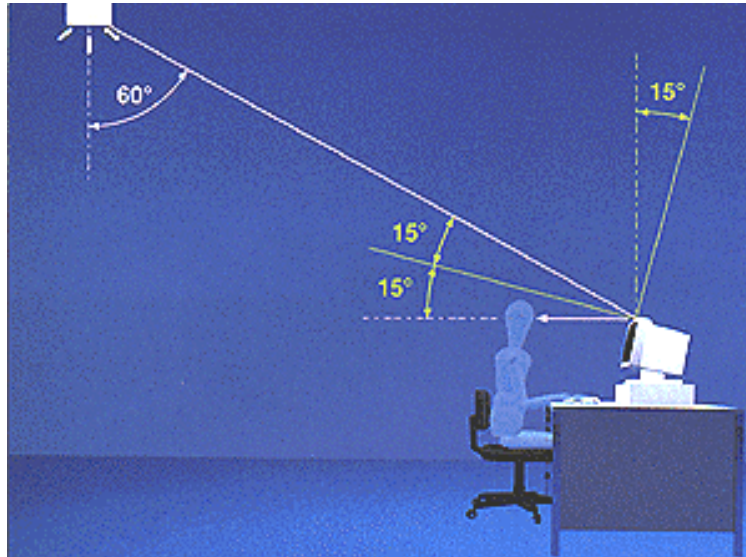


6.2. ábra. Számítógépes munkahely

A számítógépes munkahelyen a képernyőn végzett munka jellemző a teljes munkaidőre, a dolgozó a monitorral szemben ül és állandóan azt figyeli.

A nagy koncentrációt igénylő munkához ergonómiai szempontból az szükséges, hogy a képernyő felső szélé szemmagasságban legyen, és a képernyő kb. 20 fokban meg legyen döntve. Ilyenkor a dolgozó merőlegesen látja a képernyő közepét.

A lámpatestek, ablakok, a mennyezet, a falak a képernyőn tükröződhetnek, ezért ezek fényességét a kritikus tartományban korlátozni kell. A képernyő 20 fokos megdöntéséből levezethető, hogy a lámpatestek kisugárzási szögének határértéke $\gamma = 50$ fok. Ez az érték jellemzi a számítógépes munkahelyek világítására készített lámpatesteket.



6.3. ábra. Számítógéppel ellátott munkahely

A számítógéppel ellátott munkahelyeken (6.2. ábra) a képernyőn végzett munka nem tölti ki a teljes munkaidőt. Telefonálás, írás, egyéb tevékenységek és a képernyőn végzett munka együttesen jellemzők az ilyen munkahelyre. A legtöbb korszerű irodai munkahely ilyen. Ebben az esetben a dolgozó előtt általában írott dokumentumok vannak és a monitor oldalt helyezkedik el. Az optimális ergonómiai feltételekhez ekkor a képernyő síkjának 15 fokos megdöntése szükséges, amiből az adódik, hogy a lámpatestek sugárzási szögének határértéke $\gamma = 60$ fok legyen.

Ennél nagyobb szög alatt is számottevő fényt kisugárzó lámpatestek csak olyan, viszonylag kis irodákban alkalmazhatók, ahol a helyiség geometriai méretei akadályozzák meg a képernyőn való, nemkívánatos tükröződések.

A mesterséges fényforrásokon kívül a természetes fény is zavaróan hathat a képernyőn végzett munkánál. Az ablakok tükröződése kellő árnyékolással és/vagy a képernyőknek az ablakok síkjára merőleges elhelyezésével csökkenthető.

Az irodák világításának legújabb irányzata a direkt-indirekt sugárzó lámpatestek használata. Ezek a függesztett lámpatestek nemcsak lefelé, a munkafelületre világítanak, hanem felfelé sugározva a mennyezetet is derítik. A közvetlen és a mennyezetről visszaverődő közvetett fény jó fény-árnyék viszonyokat teremt, a megvilágított mennyezet optikai hatásában nagyobb tér érzetét kelti.



6.4. ábra. Irodavilágítás direkt-indirekt lámpatestekkel

6.5 Előadóterem

Az előadóterem, ülésterem általában ablak nélküliek, hogy vetítés miatt elsötétíthetők legyenek. A kielégítő mesterséges megvilágítás ezért itt rendkívül fontos. A terem általános világítására a szokásos általános világítási lámpatestek alkalmazhatók, leggyakoribb a fénycsöves világítás. A vetítéskor szükséges fényerőszabályzás miatt feltétlenül indokolt, hogy a lámpatestekbe olyan elektronikus előtétek legyenek beépítve, amelyekkel a szabályzás elvégezhető.

A terem világítása olyan legyen, hogy a pódium környezetében a szokásos vízszintes megvilágítási értékek mellett a megvilágítás függőleges összetevője is számottevő legyen. Az előadói emelvényen a függőleges és a vízszintes megvilágítás értéke egyaránt kb. 1,5-szöröse legyen a terem általános (vízszintes) megvilágításának. Ez a követelmény legtöbbször csak az előadói emelvényre irányított további lámpatestekkel érhető el.

Ha az előadóteremben tábla is található, azt a jó láthatóság érdekében külön meg kell világítani. Erre a célra a tábla felett elhelyezett és a fal síkjából konzollal kiemelt, erősen aszimmetrikus fényeloszlású lámpatesteket használnak, amelyek a terem irányába nem világítanak, a tábla síkjában azonban viszonylag egyenletes megvilágítást hoznak létre.

6.6 Előcsarnokok

Az előcsarnokok világításának a tájékozódás elősegítése mellett legtöbbször reprezentatív feladata is van. A fénycsövek mellett itt esetenként izzólámpák, halogénlámpák vagy fémhalogénlámpák is alkalmazhatók.

A megvilágítás erőssége a csarnok jellegéhez és a szomszédos helyiségek megvilágításának erősségéhez igazodjon. Az erős kápráztató hatást lehetőleg kerülni kell, de éppen a helyiség reprezentatív jellege miatt esetenként megengedhető a világítás csillogó jellege is. Alacsonyabb belmagasságú csarnokok esetén a világítást a mennyezetre szerelt, vagy az álmennyezetbe süllyesztett lámpatestekkel lehet megvalósítani. Ez az általános világítás kombinálható a falak kiemelő világításával. A falak világítására szolgáló lámpatestek általában erősen aszimmetrikus fényeloszlásúak, hasonlóak a táblavilágító lámpatestekhez. A falak az egyenletes kiemelő világítás helyett fali lámpatestekkel is kiemelhetők.



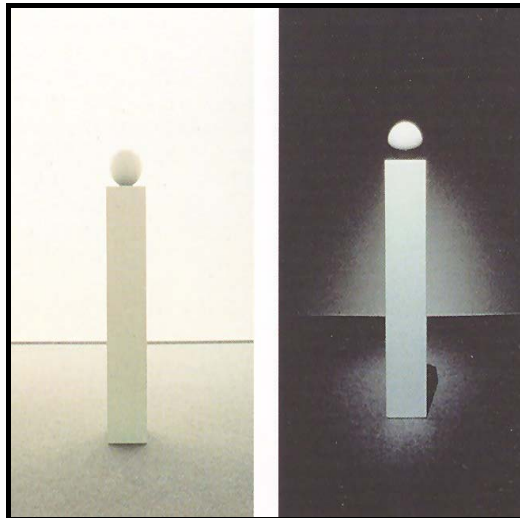
6.5. ábra Az előcsarnok adja az épületbe belépőnek az első élményt. A jó világítás segíti a tájékozódást és kiemeli az építészeti formákat

A magasabb csarnokok esetében egyaránt lehetséges a közvetlen és a közvetett világítási mód. Ez utóbbinál a mennyezetről visszaverődő fény adja meg a csarnok világításának karakterét. A csarnok stílusa és berendezése nagymértékben meghatározhatja az alkalmazott lámpatestek fajtáját.

Azokon a területeken, ahol az általános világítás önmagában nem elégséges, kiegészítő világítást kell létesíteni. Jellegzetesen ilyen hely például a recepciós pult. Itt jól alkalmazhatók a mélysugárzó, kompakt fénycsöves vagy halogénlámpás lámpatestek, amelyek a csarnok általános világításának jellegét kevésbé változtatják meg.

6.7 Üzletek, kirakatok

Az üzletek világításának két alaptípusa van. Az egyik esetben a világítás az üzlet berendezéséhez igazodik, a kiemelő világítás a kihelyezett árukat világítja meg, a közlekedési utak megvilágítása kisebb. A másik módszernél egyenletes általános világítást létesítenek, ekkor az üzlet berendezése közömbös, a pultok, gondolák bármikor átrendezhetőek. Míg az első módszer inkább az értékesebb árucikkkel foglalkozó, reprezentatív üzletekre jellemző, a második megoldást az olcsóbb árucikkkel foglalkozó diszkont üzletek részesítik előnyben. Ennek lélektani okai is vannak, az igényesebb világítás a drágább, az igénytelen az olcsóbb üzlet képzetét sugallja.

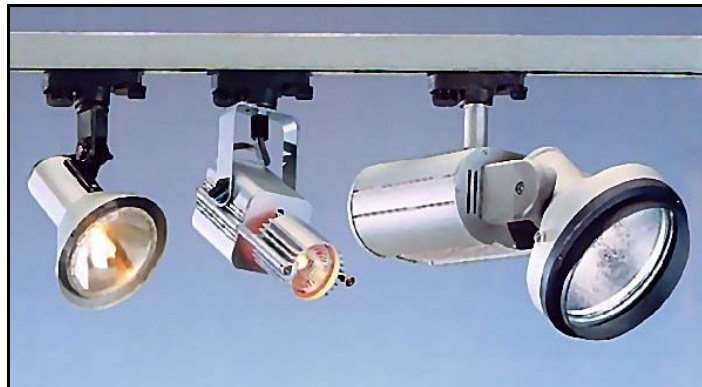


6.6. ábra. Általános és kiemelő világítás

Az egyenletes általános világítást általában egyszerű, festett rácsos vagy akár szabadon sugárzó fénycsöves lámpatestekkel oldják meg. Nagyobb belmagasságú eladóterekben, raktár-áruházakban az utóbbi időben egyre nagyobb előszeretettel alkalmaznak fémhalogénlámpás lámpatesteket.

A kiemelő világítás céljára szolgáló lámpatestek a színpadvilágítás eszköztárából fejlődtek ki. Fényforrásként általában halogén vagy fémhalogén lámpát használnak. A lámpatestek fontos részei a különböző optikai elemek, tükrök, lencsék, árnyékoló lamellák, tubusok. Két alapvető fajtájuk az igen keskeny szögben sugárzó és ezért viszonylag kis területen nagyon erős megvilágítást létrehozó spotlámpák és a nagyobb felületek megvilágítására szolgáló fényárlámpák. Mindkét lámpatest fajta elhelyezésénél lényeges szempont, hogy a kibocsátott erős, koncentrált fény a vásárlókat ne zavarja.

Mivel a kiemelő világítást gyakran, esetleg minden szezonkezdetkor át kell szerelni, célszerű a sínre szerelhető lámpatestek használata. A lámpatestek a hozzájuk tartozó adapterrel a sín bármely helyére rögzíthetők, az adapter a mechanikai rögzítésen kívül a villamos csatlakoztatást is magvalósítja. A legelterjedtebb sínek három fázisú vezetékvezést tartalmaznak és az adapteren lévő kis kapcsolóval állítható be, hogy a lámpatest melyik fázisról működjön. Mivel az egyes fázisok külön kapcsolóról, esetleg külön fényszabályozó áramkörrel működtethetők, a világítás jellege, hangulata gyorsan és egyszerűen megváltoztatható.



6.7. ábra. Sínre szerelhető fényvetők

Az üzletek világításának alaptípusai a kirakat-világításban is jelen vannak. A kirakatok általános világítása a kirakatüveg feletti térben elhelyezett lámpatesttel oldható meg. Mivel a kirakat-világításnál elsősorban a függőleges felületek megvilágítása a feladat, célszerű, ha a lámpatestek aszimmetrikus tükrűek.

A kiemelő világításra elsősorban a már említett, sínekre szerelhető lámpatestek a legalkalmasabbak. A kisebb méretek és távolságok

miatt azonban a lámpatestek teljesítménye is kisebb lehet, a kirakatok világítására jól alkalmazhatók a 12 V feszültségről működő hidegtükrös halogénlámpák 20 - 50 W teljesítményű típusai.

6.8 Homlokzati díszvilágítás

Az épületek homlokzatának kiemelő világítása az üzleti reklám érdekében, vagy városképi okokból válhat szükségessé. Így a megvilágítandó épületek lehetnek irodaházak, áruházak vagy gyártóüzemek, illetve történelmi vagy művészi szempontból jelentős építészeti alkotások.

A díszvilágítás módjának kiválasztásakor figyelembe kell venni a meglévő közvilágítás jellegét és erősségét. Ha a díszvilágítást a közvilágítással azonos jellegű fényforrásokkal oldjuk meg (pl. mindkettő nátriumlámpás), akkor egységes megjelenés lesz az eredmény. Eltérő fényforrások használata (pl. nátriumlámpás közvilágítás és fémhalogénlámpás díszvilágítás) viszont jobban kiemeli, a környezetétől színével is eltérően, feltűnőbbé teszi a homlokzati világítást.

A díszvilágítások céljára alapvetően háromféle lámpatest-típust használnak. A forgásszimmetrikus fényvetők a fényt egy kis kúpszögű nyalábban sugározzák ki, melyre a fél- vagy tizedértékszög a jellemző. Az erősen koncentrált fény miatt ezt a lámpatest típust akkor alkalmazzák, ha a fényforrásokat a megvilágítandó felületektől nagyobb távolságra kell elhelyezni, illetve ha a megvilágítandó objektum a világítási távolsághoz képest viszonylag kicsi, pl. egy toronysisak megvilágítása a feladat.

A szimmetrikus vályús fényvetőket olyan esetekben használják, ahol viszonylag nagy felületeket kell egyenletesen megvilágítani és lehetőség van a lámpatestek olyan elhelyezésére, hogy a sugárzás fő iránya nagyjából merőleges legyen a megvilágítani kívánt felületre.

Ha erre nincs lehetőség és a fényforrást a megvilágítandó felület szélénél lehet csak elhelyezni, akkor az aszimmetrikus fényvetők alkalmazása a célszerűbb.

A különböző fényeloszlású lámpatesteket általában együttesen, egymást kiegészítve alkalmazzák, például egy magas épület alsó szintjeit aszimmetrikus és/vagy vályús, felső részét forgásszimmetrikus fényvetőkkel lehet megvilágítani.



6.8. ábra. Forgásszimmetrikus, aszimmetrikus és szimmetrikus fényvetők

A nappali képet zavaró tartószerkezetek elhelyezését úgy lehet kiküszöbölni, ha a világítást a földre süllyesztett, vagy az épületre feszerelt lámpatestek adják a világítást. A homlokzati díszvilágítás létesítésénél igen lényeges a fő nézési irány megállapítása. Ezt a környezet, a forgalom figyelembevételével lehet kijelölni.

Függőleges tagolású homlokzatoknál az oldalirányból jövő megvilágítás jól kiemeli az építészeti elemeket. Az oldalirányú megvilágítás azonban erős árnyékok kialakulásával jár, az éles árnyékokat egy másik irányból jövő, alacsonyabb szintű világítással lehet gyengíteni.

Ha a homlokzat tagolása inkább vízszintes irányú, akkor a homlokzathoz túl közel elhelyezett lámpatestek esetén a vízszintes elemek árnyéka olyan hatást kelt, mintha az épület el lenne vágva. Az ilyen épületeket ezért messzebb elhelyezett lámpatestekkel lehet csak jól megvilágítani.

Az erkélyekkel, fali fülkékkel, előtetőkkel erősen tagolt homlokzatoknál a világítást ezeknek az adottságoknak a figyelembevételével kell kialakítani, ilyenkor kisebb teljesítményű lámpatesteket is lehet például párkányok mögé elrejtve használni az építészeti elemek kiemelő megvilágítására.

Erősen tükröző, üvegezett homlokzatok világításánál arra is ügyelni kell, hogy a fő nézési irányban ne lépjenek fel zavaró tükröződések. A tükröződések elkerülésének legegyszerűbb módja az, ha a lámpatestek a szemmagasság alatt vannak elhelyezve.



6.9. ábra. Homlokzati díszvilágítás rejtett lámpatestekkel

Egy épület díszvilágításának kialakítása nagy körültekintést és művészi érzéket igénylő feladat és mindenképpen indokolt az elképzelés helyességének előzetes igazolása, ami modellkísérletekkel vagy próbavilágításokkal történhet.

A megvilágítás erősségére nézve csak tájékoztató értékeket lehet megadni, ezek találhatóak a 6.1. táblázatban. A megvilágítás erőssége a környezet megvilágításától és a homlokzat anyagának fényvisszaverő képességétől függ.

A felület anyaga	A felület ajánlott megvilágítása (lux), ha a környezet világítása		
	gyenge	közepes	erős
fehér márvány	25	50	100
világos beton	50	100	200
sárga tégl	50	100	200
vörös tégl	75	150	300
sötét kő	75	150	300

6.1. táblázat. Megvilágítási értékek épületek homlokzatának kiemelő világításához

6.9 Ipari világítás

Az ipari világításnál a technológiai folyamatok függvényében rendkívül sokféle szempontot kell figyelembe venni. A különböző iparágak világítási igényeit az előírások fejezetben említett belsőtéri világítási szabvány foglalja össze. Részletes, az egyes ipari folyamatokra kiterjedő tervezési irányelveket, megoldási javaslatokat e helyen nincs mód közreadni, az érdeklődőknek a szakirodalom tanulmányozását javasoljuk.

6.10 Szabadtéri világítás

A szabadtéri világítás közvilágítás jellegű részével sem foglalkozunk részletesen, mivel közvilágítás tervezésével, létesítésével, üzemeltetésével kizárólag szakemberek foglalkozhatnak (a legáltalánosabb követelményeket a Világítástechnikai előírások fejezet ismerteti). Itt csak az épületekhez szorosabban kapcsolódó szabadtéri világítási feladatokra térünk ki.

Vagyonvédelemre egyre inkább szükség van és a betörések, vandál rongálások veszélye az éjszakai órákban mindig nagyobb. Az őr- és biztonsági világítások célja egyrészt az elriasztás, másrészt az őrszemélyzet munkájának megkönnyítése, illetve a felügyeletet segítő tévékamerák működéséhez szükséges fény előállítása.

A mozgásérzékelőkkel ellátott lámpatestekben csak olyan fényforrás alkalmazható, amely azonnal begyűjt és kikapcsolás után is azonnal újragyűjthető. Ennek a követelménynek kizárólag az izzólámpák felelnek meg. A nagy fényteljesítmény érdekében halogén izzólámpákat célszerű használni.

Állandó biztonsági világításra a szokásos közvilágítási lámpatestek és a különböző fényvetők egyaránt használhatók. A látási feladat szempontjából azonban ilyenkor nem a vízszintes, hanem a függőleges megvilágítás a fontos. Míg a szokásos közvilágítási lámpatestek fényeloszlása olyan, hogy inkább az útfelület vízszintes megvilágítása a cél, a jól megválasztott szélesen sugárzó vályús fényvetőkkel a függőleges megvilágítás optimalizálható. A mai korszerű kamerák működtetéséhez már 1 lx is elegendő, azonban a szabad szemmel történő alak- illetve arcfelismeréshez 20 - 50 lx megvilágítás is szükséges lehet.

6.11 Kertvilágítás

A szabadtéri világítások békésebb válfaja a kertek, parkok díszvilágítása. Az erre a célra választott fényforrás jó színvisszaadása lényeges szempont, a nagynyomású nátriumlámpák használata a kertben nem ajánlott, mert a növényzet zöld színét fakóvá, jellegtelené teszi. A kertek fényárvilágítás jellegű, egyenletes megvilágítása általában nem kelt kedvező hatást. Sokkal jobb eredményt kapunk, ha egyes fákat, bokrokat emelünk csak ki a világítással. Erre a feladatra leginkább a kisebb teljesítményű forgásszimmetrikus fényvetők alkalmasak, vagy sok esetben megfelel a tömített foglalatba helyezett préseltburás PAR 38 izzólámpa is. A lámpatestek távolsága olyan legyen, hogy a világítással együtt járó hőhatás ne károsítsa a növényeket. A kerti utak megvilágítására alacsony fénypontmagasságú oszlopba rejtett, minden irányba egyenletesen világító lámpatesteket célszerű alkalmazni. A növényzet kiemelő világítására a leszűrhető vagy a talajba süllyesztett lámpatestek alkalmazása jöhet szóba. A kerti medencék, szökőkutak világítására víz alatt is működtethető lámpatesteket kell választani.

Napjainkban egyre jobban terjed a kertek, parkok dekoratív díszvilágítása. A jól világított kert a ház ékessége lehet: a nyári éjszakákon meghosszabbítja a kertben töltött időt, a hosszú téli estéken pedig a megvilágított kert optikailag mintegy kitágítja a lakóteret. A kerti világítással valójában egy új kertet nyerünk: míg a nappali természetes világítás állandó változása mindig új fényben mutatja meg az előttünk elterülő tájat, az új, esti kert mesterséges fényei a napközben alig észrevehető, rejtett szépségekre hívhatják fel a figyelmet.



6.10. ábra. A jól megvilágított kert új szépségeket mutat meg

Viszonylag egyszerűen, földkábel kiépítése nélkül megoldható a terasz világítása, amely átmenetet képez a lakótér és a kert világítása között. Nem zavarja a nappali összképet, ha a szükséges lámpatesteket az eresz deszkázatába süllyeszti.



6.11. ábra. Teraszvilágítás

A kerti világítás megtervezésekor érdemes két egyszerű alapszabályt szem előtt tartani.

- Túl sok lámpa kis helyen nem tud igazi atmoszférát teremteni. A jó kerti világítás mindig a világos és sötét zónák váltakozásán alapul.

- Mindenképpen érdemes jól megvilágítani viszont a ház bejáratát, a házszaot, a garázs bejáratát, a pincelejárót, a kertkaputól a házig vezető utat és a lépcsőket.

A lámpatestek kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy mi az a tárgy, növény, tér, amint szeretnénk kihangsúlyozni. Ennek megfelelően dönthetjük el, hogy földbe építhető, vagy oszlopra szerelt, esetleg víz alatti lámpával oldjuk meg az adott világítási feladatot.



6.11. ábra. A kerti utak, lépcsők jól világíthatók a kis fénypontmagasságú oszlop-lámpákkal

Szót kell ejteni a kertvilágító lámpák kiválasztásánál arról a tényről, hogy a szabadban helyezkednek el és így ki vannak téve az időjárás viszontagságainak. A kültéri lámpáknak a por és a víz behatolása ellen kell védelmet nyújtani. Kertvilágításra nem ajánljuk az olyan lámpatestek használatát, amelyeknek védettsége kisebb, mint IP 44. Mindenképpen kerülni kell az olyan világítótestek alkalmazását, amelyeken az IP szám nincs feltüntetve, ezek akár **közvetlen életveszélyt** is jelenthetnek! Az IP 65 védettségű lámpatestbe a por nem hatol be és az ilyen lámpatest villamos szerelvényeinek a locsolótömlő közvetlen víz sugara sem árt. Víz alatti működtetéshez IP 68 védettség szükséges.

Ritkán esik róla szó, pedig sok kellemetlenséget okozhat az, hogy a mesterséges világítás magához csalja az éjszakai rovarokat, szúnyogokat, éjjeli lepkéket, muslincákat. A helyesen megválasztott világítással azonban ezen is segíthetünk. Az éjjeli rovarok másképpen érzékelik a fényt, mint az emberek, látószervük

érzékenyebb a kékes fényekre, mint a sárgásakra-vörösesekre. Az állandó tartózkodásra szolgáló részeken - pl. a teraszon - ezért meleg fényű, sárgás fényforrások használata a javasolt. Ugyanakkor érdemes a kert távoli részein néhány hidegebb, kékes színű fényforrást is elhelyezni, amelyek a kellemetlenkedő vérszívókat magukhoz vonzzák.

A lámpatestek megvásárlásán és felszerelésén túl fontos szempont lehet az is, hogy a megvalósított világítás üzemeltetése mennyibe kerül. A jól megválasztott fényforrások alkalmazásával számottevő energia-megtakarítást lehet elérni.

Hazánkban is egyre jobban terjednek az izzólámpát helyettesítő kompakt fénycsövek. A kompakt fénycsövekkel az energiafogyasztást akár az 1/5-öd részére is le lehet csökkenteni. A gyártók többféle kivitelben hozzák forgalomba ezeket az eszközöket. Vannak olyan kivitelű kompakt fénycsövek, amelyek a meglévő lámpatestekben átalakítás nélkül kicserélhetők. Néhány esetben viszont a meglévő lámpatestek nem alkalmasak az újfajta fényforrások befogadására! A lámpatest gyártók már figyelembe veszik az új konstrukcióknál a kompakt fénycsövek formáját és méretét is.

Nagyobb tárgyak, fák megvilágításához a kompakt fénycsövek már nem szolgáltatnak elegendő fényt. Erre a célra a nagynyomású fémhalogénlámpák kisebb teljesítményű, pl. 70 W-os típusait lehet alkalmazni. Ezek a fényforrások is energiatakarékosak, a hasonló teljesítményű izzólámpákkal összehasonlítva 4-5-ször több fényt sugároznak ki.

7. Irodalomjegyzék

7.1 Folyóiratok

Világítástechnikai témájú cikkeket az Elektrotechnika és az Elektro-Installateur c. folyóiratok közölnek rendszeresen.

7.2 Szabványok

MSZ 9620	Fénytechnikai terminológia
MSZ 20194	Közforgalmú területek mesterséges világítása
MSZ EN 40	Lámpaoszlopok
MSZ EN 1838	Tartalékvilágítás
MSZ EN 12464-1	Munkahelyi világítás. Belső téri munkahelyek
MSZ EN 50294	Eljárás lámpa-előtét kapcsolások összteljesítményének mérésére
MSZ EN 60061	Lámpafejek és lámpafoglatok, valamint a csereszabotosságot és a biztonságot ellenőrző idomszerek
MSZ EN 60068-2-63	Környezetállósági vizsgálatok. Ütés, rugós kalapács
MSZ EN 60155	Fénycsőgyűjtők
MSZ EN 60238	Edison-menetes lámpafoglatok
MSZ EN 60320	Készülékcsatlakozók háztartási és hasonló célokra
MSZ EN 60360	A lámpafejek melegedésének szabványos mérési módszere
MSZ EN 60400	Fénycső- és gyűjtőfoglatok
MSZ EN 60529	A burkolatok által nyújtott védetség fokozatok (IP kódok)
MSZ EN 60570	Sínrendszerek lámpatestek villamos táplálására
MSZ EN 60598-1	Lámpatestek. Általános követelmények és vizsgálatok
MSZ EN 60598-2-1	Általános célú helyhez kötött lámpatestek
MSZ EN 60598-2-2	Süllyesztett lámpatestek
MSZ EN 60598-2-3	Közvilágítási lámpatestek
MSZ EN 60598-2-4	Általános célú hordozható lámpatestek
MSZ EN 60598-2-5	Fényvetők

MSZ EN 60598-2-6	Izzólámpás lámpatestek beépített transzformátorral
MSZ EN 60598-2-7	Hordozható, kerti lámpatestek
MSZ EN 60598-2-8	Kézilámpák
MSZ EN 60598-2-9	Fényképészeti és filmtechnikai lámpatestek
MSZ EN 60598-2-10	Hordozható, gyermekeket vonzó lámpatestek
MSZ EN 60598-2-17	A színpadvilágítás, tv- film- és fényképészeti stúdiók lámpatestjei
MSZ EN 60598-2-18	Úszómedencék lámpatestjei
MSZ EN 60598-2-19	Klímaberendezéshez kapcsolódó lámpatestek
MSZ EN 60598-2-20	Díszvilágítási füzérek
MSZ EN 60598-2-22	Tartalékvilágítási lámpatestek
MSZ EN 60598-2-23	Törpefeszültségű izzólámpás világítási rendszerek
MSZ EN 60598-2-25	Kórházi lámpatestek
MSZ EN 60742	Szigetelő transzformátorok
MSZ EN 60920	Fénycsőelőtétek
MSZ EN 60922	A kisülőlámpák előtétjei
MSZ EN 60926	Gyújtókészülékek
MSZ EN 61347-1	Lámpaműködtető eszközök. Általános követelmények és vizsgálatok
MSZ EN 61347-2-1	Gyújtókészülékek (a parázsfénygyújtók kivételével)
MSZ EN 61347-2-2	Egyen- vagy váltakozó árammal táplált Feszültségcsökkentő konverterek
MSZ EN 61347-2-3	Váltakozó árammal táplált elektronikus fénycsőelőtétek
MSZ EN 61347-2-4	Általános világításhoz használt, egyenárammal táplált elektronikus előtétek
MSZ EN 61347-2-5	Tömegközlekedési eszközök világításához használt, egyenárammal táplált elektronikus előtétek
MSZ EN 61347-2-6	Légi járművek világításához használt, egyenárammal táplált elektronikus előtétek
MSZ EN 61347-2-7	Tartalékvilágításhoz használt, egyenárammal táplált elektronikus előtétek
MSZ EN 61347-2-8	Fénycsőelőtétek
MSZ EN 61347-2-9	A kisülőlámpák előtétjei (a fénycsőelőtétek kivételével)

- MSZ EN 61347-2-10 Hidegen gyújtó, csőalakú kisülőlámpák (neoncsövek) nagyfrekvenciás működtetésére szolgáló elektronikus inverterek és konverterek
- MSZ EN 61347-2-11 Lámpatestek különféle elektronikus áramkörei

A szabványok 1091 Budapest, Üllői út 25-ben, az MSZT szabványboltjában szerezhetők be.

7.3 Elektronikus irodalom ("link"-gyűjtemény)

Az Internet segítségével elérhető forrásokból szerezhetők meg a legaktuálisabb ismeretek (általában angol nyelven), itt az általános információkon kívül konkrét termékinformációk is elérhetők, illetve számítási, méretezési programok is letölthetők. Az elektronikus irodalom gyors fejlődésének következtében azonban előfordulhat, hogy egyes adatok elavulnak, a web-helyek megszűnnek, elköltöznek vagy megváltoztak. Ha ilyent tapasztalnak, az információt kérem, hogy osszák meg velem is egy rövid [e-mail](#) erejéig, hogy a címjegyzéket javíthassam.

7.3.1 Világítástechnikai szervezetek

Világítástechnikai Társaság

<http://www.vtt.mee.hu>

CIE - International Commission on Illumination, Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság

<http://www.cie.co.at/cie/home.html>

A CIE Magyar Nemzeti Bizottsága

http://cie.kee.hu/mnb_hun.html

International Association for Energy-Efficient Lighting, Energiatakarékos Világítás Nemzetközi Társasága

<http://www.iaeel.org>

7.3.2 Elektronikus könyv

The Joy of Visual Perception (A vizuális érzékelés öröme)

<http://www.yorku.ca/eye>

7.3.3 Világítástechnikai számítások

Sok lámpatestgyártó web-helyéről letölthető az illető gyártó saját tervezőprogramja. A következőkben felsoroltak általános jellegű, nem gyártóhoz kötött programok, de a megfelelő lámpatest adatbázisokat általában ezen programok használata esetén is a lámpatest gyártótól kell beszerezni.

DIALUX

<http://www.dial.de>

RELUX (magyar nyelvű kezelőfelülettel is használható!)

<http://www.relux.ch>

7.3.4 Szabványosítás

Magyar Szabványügyi Testület

<http://www.mszt.hu>

International Electrotechnical Commission, Nemzetközi
Elektrotechnikai Bizottság

<http://www.iec.ch/>

International Organization for Standardization, Nemzetközi
Szabványosítási Szervezet

<http://www.iso.ch>

World Standards Services Network, Szabványosítási Világszolgálat

<http://www.wssn.net>

7.3.5 Vizsgálat és tanúsítás

Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet

<http://www.meei.hu>