Világítástechnika

Összeállította:

*Arató András okl. villamosmérnök*

1999. június 13.

Tartalomjegyzék

[1. Világítástechnikai alapfogalmak 2](#_Toc293595635)

[2. Fényforrások 7](#_Toc293595636)

[3. A fényforrások működtető szerelvényei 15](#_Toc293595637)

[4. Lámpatestek 21](#_Toc293595638)

[5. Világítástechnikai előírások 29](#_Toc293595639)

[6. Bel- és kültéri világítás 32](#_Toc293595640)

[7. Irodalomjegyzék 40](#_Toc293595641)

*(forrás:* [*http://mek.niif.hu/00500/00572/html/index.htm*](http://mek.niif.hu/00500/00572/html/index.htm)*)*

# 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 görbéjét 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(λ), a sötétre adaptált szem görbéjét V’(λ)-val jelölik.



**1.1. ábra. A láthatósági függvények. A vízszintes tengelyen a fény hullámhossza
van nm-ben megadva, a függőleges tengelyen a láthatósági függvény relatív értéke látható.**

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, kékes 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 nevezzük fényáramnak, amelynek szokásos jelölése a nagy görög fi, egysége a lumen (lm):

A képletben a Km arányossági tényező, Φ(λ) a sugárzott teljesítmény a hullámhossz függvényében, W-ban, λ a hullámhossz. Mivel a V(λ) láthatósági függvény értéke a 380 - 780 nm-es tartományon kívül 0, az integrálást elegendő a láthatósági tartományban elvégezni. A sugárzott teljesítmény eloszlását a hullámhossz függvényében a jobb fényforrás katalógusok meg szokták adni. Egy semleges fehér fénycső sugárzási teljesítményének spektrális eloszlását mutatja az 1.2 ábra.



**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 nevezzük fényhasznosításnak, melynek egysége a lm/W. A fényhasznosítás fontos energetikai jellemző, a fényforrások fejlesztésének egyik elsődleges célja a lm/W érték növelése.

A fényhasznosítás elméletileg elérhető legnagyobb értékét akkor kapjuk meg, ha a láthatósági görbe maximumának megfelelő, csak azt az egy hullámhosszat tartalmazó, monokromatikus sugárzást tekintünk. Ez az elméleti maximum adja a képlet Km tényezőjét, melynek értéke 683 lm/W. A gyakorlatban használt fényforrások természetesen a teljes színképben 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 fényforrás a tér minden irányába sugározza ki fényáramát. Ha a fényáramot nem az egész térre, hanem egységnyi térszögre vonatkoztatjuk, akkor egy új mennyiséget kapunk, a fényerősséget, amelyet I-vel jelölünk és amelynek egysége a kandela (cd). A fényerősség tehát

ahol Ω a térszög szteradiánban (sr). A térszög egysége, a szteradián egyébként az egységnyi sugarú gömb felületének egységnyi területű része. Mivel az 1 m sugarú gömb felülete 4π m2, ezért a teljes térszög 4π sr.

A fényerősség tehát a fényforrás fényáramának adott irányú elemi térszögébe sugárzott része. Az előzőekből következik, hogy a minden irányba egyenletesen 1 cd fényerősséggel sugárzó fényforrás fényárama 4π lm.

A lámpatestek fényeloszlását a fényeloszlási görbével szokták jellemezni, melyet gyakorlati okokból cd/1000 lm (cd/klm) egységben adnak meg. A fényeloszlási görbékről a „Lámpatestek” fejezetben még esik szó.

A fényerősség a Nemzetközi Mértékegység Rendszerben (SI) a fénymérés alapegysége.

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 nevezzük megvilágításnak. A megvilágítás (szokásos jele: E, egysége a lux, lx) ezek szerint

ahol A a megvilágított felület nagysága.

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

vagyis a megvilágítás a távolság négyzetével fordítva arányos, illetve, ha a felület a fény beesési irányára nem merőleges, hanem a felület normálisa azzal alfa szöget zár be, akkor

Ez az összefüggés az úgynevezett pontmódszerrel történő világítástechnikai számítások alapegyenlete.

Szemünk valamely felületre rátekintve azonban nem annak megvilágítását érzékeli, hanem a felület látszólagos fényességét. Az erre jellemző mennyiséget fénysűrűségnek nevezzük és L-lel jelöljük. Ez egy igen összetett mennyiség, értéke a felület megvilágításán kívül nyilvánvalóan 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/m2.

Bár a valóságos látási viszonyokat legjobban a fénysűrűséggel jellemezve lehet leírni, számítás- és méréstechnikai nehézségek miatt a beltéri világítások esetében ez a módszer még nem terjedt el.

A világítástechnikai mennyiségek értelmezését, az azok közötti összefüggéseket az 1.3. ábrán foglaltuk össze Az ábrán feltüntettük a nem kívánatos irányból érkező erős és káprázást okozó, a látási teljesítményt rontó fényeket is. Ezek érkezhetnek közvetlenül a fényforrásból, de közvetetten, visszavert módon is (pl. egy pocsolyán visszatükröződve). A fényforrások világítástechnikai értékelésénél a sugárzott fény erősségén kívül annak színe is lényeges. Egy izzó fekete test színe a színhőmérséklettel, vagyis azzal a hőmérséklettel írható le, amelyen a fekete test izzik (egysége a Kelvin, K). A normál izzólámpa izzószáljának 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 hőmérsékletét hívjuk korrelált színhőmérsékletnek. A derült északi égbolt színhőmérséklete (természetes világítás) 6000 K feletti értékű.

**1.3. ábra. A világítástechnikai mennyiségek összefüggése**

Az 1.4. ábrán a különböző színhőmérsékletű fekete sugárzók színét (az úgynevezett Planck-görbét) tüntettük fel a szabványos színdiagramban. A patkóforma színdiagram szélén a spektrum színei, a legtelítettebb színek 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 mellé felírtuk az ahhoz a ponthoz tartozó színhőmérsékletet is, bár ezek az ábrán elég rosszul láthatók (az értékek balról-jobbra: 10000 K, 6000 K, 4000 K, 3000 K és 2000 K).

**1.4. ábra. Fekete sugárzók színe a szabványos színdiagramban**

A mesterséges világításra használt fényforrások színmegjelenésük alapján a 1.1. táblázat szerint három 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, az úgynevezett „feketetest sugárzó” színvisszaadási indexét vették 100-nak (a Nap is fekete test sugárzónak tekinthető) és 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 is fekete test sugárzónak tekinthető és ezért annak színvisszaadási indexe közel 100. A színvisszaadási index szokásos jelölése Ra.

Az 1.5. 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.



1.5. 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. háromsávos hideg-fehér fénycső
8. fémhalogénlámpa
9. háromsávos fehér fénycső
10. fehér kompakt fénycső
11. fémhalogénlámpa
12. háromsávos meleg-fehér fénycső
13. meleg-fehér kompakt fénycső
14. javított színvisszaadású nagynyomású nátriumlámpa
15. fémhalogénlámpa
16. univerzális fehér (25-ös) normál fénycső
17. fehér normál fénycső
18. fémhalogénlámpa
19. nagynyomású nátriumlámpa
20. nagynyomású higanylámpa
21. meleg-fehér normál fénycső
22. nagynyomású nátriumlámpa

# 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. 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 fénnyé, a felvett teljesítmény legnagyobb része hővé alakul. A mai normál izzólámpák fényhasznosítása mindössze 6 - 19 lm/W körüli értékű (emlékezzünk: 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 fénysűrűségű 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. ábrán mutatjuk be.



2.1. ábra: Általános célú izzólámpák burakivitelei
1 - normál, 2 - tetőtükrös normál, 3 - gömb, 4 - tetőtükrös gömb, 5 - gomba (kriptonlámpa), 6 - irányított fényű kripton (Superbalux), 7 - gyertya, 8 - csavart gyertya, 9 - reflektorbura, 10 - 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 hozzájuk tartozó 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 üvegcserepek káros hatása ellen. Ez a jelenség a lámpa buráján belüli gáztér nyomásával függ össze. Védőüveg nélkül, vagy sérült üveggel ezeket a lámpákat nem szabad működtetni.

A kisebb, 20 - 50 W teljesítményű halogénlámpák 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 szigeteletlen tartószerkezeten keresztül kapják a feszültséget. A kis feszültségnek azonban más veszélye van, a szükséges teljesítmény eléréséhez ugyanis 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, hogy a vezetékcsatlakozások kellően kis ellenállásúak legyenek, mert a rossz kontaktusok az átfolyó nagy áram hatására túlmelegedhetnek és tűzveszélyt jelenthetnek.

A lámpa kisebb térfogata miatt a törpefeszültségű halogénlámpák lényegesen 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 (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 áteresztik. Ennek eredménye az, hogy a nagy intenzitású fénynyaláb tengelyében sem jelentkezik túlzott hőhatás.

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 ultraibolya sugárzás formájában adják le. Ezt az ultraibolya sugárzást a fénycső belső falára felvitt fényporréteg alakítja át látható fénnyé.

A villamos kisülés megindításához az elektródokat elő kell fűteni ahhoz, hogy elektronokat bocsássanak 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 feszültséglökést kell az elektródok közé kapcsolni.

Ha a kisülés megindult, a lámpa áramát korlátozni kell. Áramkorlátozás nélkül ugyanis a kisülőcsőben folyó áram 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 (VG – előtét, L – fénycső, S - fénycsőgyújtó)

A fénycsőgyújtó egy olyan, nemesgázzal töltött parázsfénylámpa (glimmlámpa), amelynek egyik elektródja egy U alakban meghajlított ikerfémszalag. A parázsfénykisülés hőjének hatására az ikerfém elektród megváltoztatja alakját, hozzáér az ellenelektródhoz 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 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 okozhat.

A megoldást az utóbbi időben egyre inkább terjedő elektronikus előtétek használata jelenti. Az ilyen előtétek a csövet azonnal és kíméletes módon gyújtják be, ami a fénycsövek élettartamának megnövekedésével is jár. A lámpa a hálózati frekvencia helyett kb. 30 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 előtétek saját vesztesége is csak tört része az induktív előtétekének, ezért az elektronikus előtétek többletköltsége az energiamegtakarításból előbb-utóbb megtérül. Elektronikus előtétek segítségével a fénycsövek fényáramszabályzása (dimmelése) is könnyen megoldható. Az elektronikus előtétek egyre nagyobb arányú elterjedésével együtt a ma még viszonylag magas áruk is várhatóan csökkenni fog.

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 "220 V-os" fénycsőről beszélni. A korábban általánosan használt 38 mm átmérőjű 20, 40, 65 W-os fénycsövek ma már elavultnak tekinthetők. Helyükre minden további nélkül betehetők a 2.1 táblázat szerinti 26 mm-es fénycsövek, amelyek fényárama, hossza és a hozzájuk szükséges előtét típusa megegyezik a régebbi vastagabb fénycsövekével, de teljesítményfelvételük 10 %-kal kisebb.



2.1. táblázat - A legelterjedtebb fénycsövek műszaki adatai

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

Az egyenes fénycsövek hosszú méretei számos alkalmazás esetén kizárják azok 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. Jelenleg a kompakt fénycsövek jelentik a fényforrások leggyorsabban fejlődő területét.

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 ennek hatására világít. Mivel a fénycsövek kiégését 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 számottevő ultraibolya sugárzás látható fénnyé 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. Ezért, ha a külső üvegbura eltörött, a lámpát nem szabad tovább működtetni. 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, he 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, 50 - 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 következő képen mutatjuk be:



2.3. ábra: A legelterjedtebb fényforrások

2.3. ábra. A legelterjedtebb fényforrások

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | Megnevezés | Teljesítmény [W] | Fényáram [lm] | Fényhasznosítás [lm/W] | Fényszín |
| 1 | Normál izzólámpák | 15-1000 | 90-18800 | 6-19 | M |
| 2 | Törpefeszültségű, "tűlábas"; (6 - 24 V)halogénlámpák | 5-150 | 60-3200 | 12-24 | M |
| 3 | Törpefeszültségű (6 - 24 V) tükrös halogénlámpák | 10-100 |   |   | M |
| 4 | Törpefeszültségű (6 - 24 V) hidegtükrös halogénlámpák | 20-75 |   |   | M |
| 5 | Kisfeszültségű (230 V) egyfejű halogénlámpák | 60-250 | 780-4200 | 13-17 | M |
| 6 | Kisfeszültségű (230 V) kétfejű halogénlámpák (ceruzalámpák) | 60-2000 | 830-44000       | 14-22 | M |
| 7 | Normál fénycsövek | 18-58 | 1050-5000       | 58-86 | H, S, M |
| 8 | Háromsávos fénycsövek | 18-58 | 1350-5200       | 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 | 2850-38.000 | 80-95 | M |
| 15 | Erősen javított színvisszaadású, nagynyomású, egyfejű nátriumlámpák | 35-100 | 1300-5500       | 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 | Kétfejű 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 | 1800-32.500 | 100-181 | monokromatikus sárga |

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 áttekinthetetlenné válik egy adott lámpafajta pontos meghatározása. Hogy a feladat egy kissé egyszerűsödjön, létrehoztak egy nemzetközi osztályozási rendszert, az ILCOS kódokat. (ILCOS = International Lamp Coding Sytem, 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 fejelt
FS = egy végén fejelt
FSD = kétcsöves kompakt
FSQ = négycsöves kompakt
FSC = körfénycső
FB = kompakt fénycső beépített előtéttel
Számsor: teljesítmény-gyújtási mód-lámpafej-méretek

4.4.3 Higanylámpák, Q

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

4.4.4 Fémhalogénlámpák, M

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

4.4.5 Nagynyomású nátriumlámpák: S

Betűsor:
ST = csőburás
SE = ellipszoidburás
SD = két végén fejelt
Számsor: teljesítmény-feszültséghatárok-lámpafej-méretek

4.4.6 Halogén izzólámpák: H

Betűsor:
HS = egy végén fejelt
HD = két végén fejelt
HR = hidegtükrös
Számsor: teljesítmény-feszültség-lámpafej-méretek

# 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 melegedés okozza, a hagyományos bakelitfoglalatok általában legfeljebb 60 W teljesítményű izzólámpához használatosak. Nagyobb teljesítményű fényforrás használata a foglalatok elszenesedését, 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 típussal 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 agy újabb szempontot is figyelembe kell venni: ezek a lámpák olyan gyújtókészülékekkel együtt üzemelnek, amelyek a bekapcsoláskor többezer 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) 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 vezetéket 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 megérinthetők. 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 foglalatai a szokásos lámpakiviteleknek megfelelően vagy a tűlábas lámpafejek befogadására alkalmasak, vagy a két végükön fejelt ceruzalámpák üzemeltetését teszik lehetővé. Ezek a foglalatok a fellépő jelenős melegedés miatt kivétel nélkül nagy hőállóságú kerámia anyagból készülnek. A fellépő nagy áramerősségek miatt igen nagy jelentőséggel bír az érintkezők anyaga és felületvédelme is. Foglalatcserénél, 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 fejelt, egyenes fénycsövek kétcsapos foglalatainál 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 fénycsövek foglalatait általában vagy rugózó szerelvénnyel rögzítik, vagy az egyszerűbb megoldású lámpatesteknél ovális furatokba szerelik a rögzítő csavarokat. Mindkét megoldásnak az a célja, hogy a fénycsövek hosszának szórásából eredő méretkülönbségek kiegyenlíthetők legyenek. Rugós rögzítésnél ez automatikusan megvalósul, ovális furatok alkalmazása esetén a foglalat rögzítő csavarjait meglazítva állítható be az ideális távolság.

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 széles körben.

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 fojtótekercs 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 tw értéket érdemes megemlíteni, amely az előtét hőállóságára utal. A jelölést követő számérték azt a °C-ban megadott hőmérsékletet adja meg, amelyen az előtét tartósan működtethető. Meghatározása 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 tw 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 dekádokban, azaz 10 napos időközökben megadva.

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

Az elmondottak azonban nem jelentik azt, hogy egy 105°C -os előtétet 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 kategória érhető el, az A osztályt csak elektronikus elemekkel lehet megvalósítani. Az ismertetett osztályozási rendszer az EEI osztályozás.

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

A1: 38-19 W között 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 osztálynál hogyan lehet a 36 W-s fénycső teljesítményfelvétele előtéttel együtt is kevesebb, mint 36W. A válasz 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 teljesítmény is elég. Így a fénycső teljesítménye valójában nem 36 W, hanem annál valamivel kevesebb.)

Az induktív, fojtótekercs rendszerű előtétekkel sorbakapcsolt lámpák áramköreiben az induktív jellegű terhelés hatására a hálózati feszültség és a lámpaáram között fáziseltolódás lép fel. Ennek hatására a kapcsolás által felvett áram a fázistényezővel (cos fi ) 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 duókapcsolása (VG - előtét, L - fénycső, S - fénycsőgyújtó, K - soros kondenzátor)

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 mintegy 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 soros és párhuzamos kondenzátorok adatait a 3.1. táblázat foglalja össze.



3.1. táblázat: A fénycsövek kondenzátorainak műszaki adatai

Az elektronikus előtétek a fojtótekercsekétől teljesen eltérő működési elven alapulnak. Legfontosabb elemük az az áramkör, amely a hálózati váltakozó áraménál sokkal nagyobb, kb. 30 kHz körüli frekvenciájú rezgést állít elő. Ehhez az oszcillátorhoz egy olyan kimenő transzformátor kapcsolódik, amely terheletlen állapotban a fénycső gyújtófeszültségét biztosítja. Az alkalmazott magasabb frekvencia miatt ez a transzformátor kis méretű és súlyú, ferritmagos típusú lehet.

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. Ez a kímélő üzemmód a fénycsövek élettartamára jótékony hatással van, elektronikával működtetve a fénycső élettartama kb. másfélszeresére nő a hagyományos kapcsolásokhoz képest. Az előtétbe épített szabályozó elemek gondoskodnak arról is, hogy a kiégett, 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 előtétekénél, ezért az ilyen elemekkel ellátott lámpatestek a villamos energiát jobb hatásfokkal alakítják át fénnyé.

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

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

Az elektronikus előtétek 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 tc-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 parázsfénykisüléses gyújtókról 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 induktivitását 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 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 (a gyújtóimpulzusok állandó jelenléte zavarhatja a rádió- és tévékészülékeket, valamint a lámpatest idő előtti meghibásodásához is vezethet).

A hárompontos gyújtókészülékek bekötési vázlata a 3.2. ábrán látható.



3.2. ábra: Gyújtókészülék kapcsolása

Az elektronikus előtétekhez hasonlóan a gyújtókészülékeken is feltüntetik a felület legkritikusabb pontjának megengedett melegedését, amit itt is tc-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. Előtétet 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 elvileg 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 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.



**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, helyhezkötött 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 ta 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 a 4.2. ábrán látható. Ezen az ábrán a lámpatestek melegedésével kapcsolatos jeleket foglaltuk össze.



**4.2. ábra. A lámpatestek melegedésével kapcsolatos jelek**

1 - a gyúlékony anyagra szerelhető lámpatestek jele
2 - a hidegtükrös lámpák használatát tiltó jel (túlmelegedés veszélye miatt)
3 - a megvilágított felületektől való legkisebb távolság jele
4 - hőálló hálózati csatlakozó vezeték alkalmazásának szükségességére utaló jel

A 4.2. ábra szerinti F jellel ellátott 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.

Az eddig tárgyalt szempontok a lámpatestek biztonságával kapcsolatosak. Az alapvető biztonsági követelményeket szabványok írják elő (lámpatestekre az MSZ EN 60598 szabványsorozat vonatkozik). A szabványok alkalmazása önkéntes ugyan, de törvény írja elő, hogy a termékek ne veszélyeztessék az élet- és vagyonbiztonságot. A törvényes követelményeknek való megfelelőség a legegyszerűbben a szabványos kivitellel biztosítható. A törvényi előírásoknak való megfelelőséget 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 rendeltetésszerű használat szabványokban előírt követelményeinek is megfelelnek, ha vannak ilyenek (lámpatestekre egyelőre még nincsenek, csak az alkatrészeikre).



**4.3. ábra. Nemzeti és nemzetközi vizsgálati jelek**

1 - MEEI (magyar) 2 - VDE-PZI (német) 3 - BSI (angol) 4 - IMQ (olasz) 5 - ENEC (európai)

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.

4.1 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 gyártmányismertetők 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 légterének 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.



**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 irányaiba 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 hossztengelyétől számított szög jellemző, a gamma szögek pedig az adott C síkban az optikai tengely és a kérdéses irány között bezárt szögek. A C-gamma koordinátarendszert a 4.4. ábra szemlélteti. (Az A-alfa és B-béta koordinátarendszereket ritkán használják, az egyes síkok itt a lámpatest hossz-, ill. keresztszimmetria tengelyében metszik egymást)



**4.4. ábra. A lámpatestek fényeloszlásának megadására használt C - gamma koordinátarendszer
1 - lámpatest 2 - a lámpatest optikai tengelye**

A különböző jellegű fényeloszlással rendelkező lámpatestek tipikus fényeloszlási görbéit mutatja be a 4.5. ábra. Az ábrán látható görbék a lámpatest keresztirányú szimmetria síkjában (a C0 síkban) vannak megadva. Az ábrán két, különleges lámpatest fajta jellegzetes fényeloszlási görbéit is megadtuk. Az egyik ilyen jellegzetes lámpatest-típus a közvilágítási lámpatest, ahol az útfelület minél egyenletesebb megvilágítása érdekében a fényeloszlási görbe maximuma nem az optikai tengelybe, hanem a gamma = 55 ... 65 fok közötti tartományba esik. A másik jellegzetes lámpatestfajta a főleg függőleges sík falak viszonylag egyenletes megvilágítására használt aszimmetrikus lámpatest.



**4.5. ábra. Különböző jellegű lámpatestek fényeloszlási görbéi
1 - közvetlen 2 - főleg közvetlen 3 - szórt 4 - főleg közvetett 5 - közvetett 6 - közvilágítási 7 - aszimmetrikus**

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 mattra 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. Érdemes 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 polimetakrilát (plexi) vagy polikarbonát buráknál ez a jelenség már nem lép fel.

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 működőképesek. 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 mesterséges világítással kapcsolatos követelményeket az MSZ 6240 szabvány tartalmazza. Az 5.1 táblázat a teljesség igénye nélkül a leggyakoribb világítási feladatok előírt értékeit foglalja össze.



**5.1. táblázat. Beltéri világítások szabványos világítástechnikai jellemzői**

A színhőmérsékleti csoportoknál M betűvel jelöltük azokat a meleg színű fényforrásokat, melyek korrelált színhőmérséklete legfeljebb 3300 K, az S betűvel jelölt, semleges fehér színű fényforrások 3300 és 5300 K közöttiek.

A színvisszaadási fokozat oszlopban az 1 értékhez tartozó színvisszaadási index 80 feletti, 2 esetén 60-80 közötti, 3 esetén 40-60 közötti, 4 esetén 20 és 40 közötti. Az egyes fényforrások korrelált színhőmérsékletét és színvisszaadási fokozatát a gyártmánykatalógusok tartalmazzák. Az izzólámpák minden esetben az 1. csoportba tartoznak, ezek színvisszaadási indexét ezért nem is szokásos megadni (az izzólámpa színvisszaadási indexe közel 100).

A káprázás korlátozása szempontjából az 1. fokozat fokozott, a 2 átlagos, a 3 mérsékelt követelményt jelent. A káprázás a lámpatestek kisugárzási szögével függ össze, minél nagyobb a kisugárzási szög, annál nagyobb a lámpatest kápráztató hatása. A kisugárzási szög korlátozásának főleg a képernyős munkahelyek világítása esetén van jelentősége (ld. a 6.5 pontot).

5.2 Kültéri világítás

A szabadtéri világítások közül a közforgalmú területek világítását határozza meg szabvány (jelenleg, 1999. elején még csak tervezet).

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 fénysűrűség-technikára 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 fénysűrűségre és a megvilágításra történő méretezés között. Az M6 osztály, vagyis az irányfény világítás esetén a fénysűrűségre való méretezés indokolatlan, itt csak a megvilágításra találunk előírást.

Új követelmény a fokozottan veszélyes területek világításának előírása

A szabvány szempontjából világított környezetben fokozottan veszélyes (konfliktus) területnek számítanak

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

Ezeken 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

Ugyancsak új a gyalogos övezetek világításának előírása. A gyalogos övezeteket P1 ... P4 osztályokba sorolják, itt is a vízszintes megvilágítás értéke van előírva.

A megengedett legkisebb értékeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A táblázat oszlopai:
Osztály fénysűrűség, cd/m2
fénysűrűség egyenletessége
megvilágítás, lx
megvilágítás egyenletessége
küszöbérték növekmény, % (ez a szám a világítási berendezés kápráztató hatására vonatkozik)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | - |
| P2 | - | - | 10 | 0,3 | - |
| P3 | - | - | 5 | 0,2 | - |
| P4 | - | - | 5 | - | - |

**5.2. táblázat. Közforgalmú területek világításának előírt értékei**

# 6. Bel- és kültéri világítás

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, tévénézés 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 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.

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 gyújtani, 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 fényerőszabályzója.

Az étkezőasztalok világítására akár lakásban, akár étteremben az asztal közepe fölé függesztett lámpatest a legalkalmasabb. A lámpatestet soha ne függesszük 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 találhatók. 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. szofittalámpák használata is.

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

6.4 Irodák

A korszerű irodavilágítás napjainkban egyet jelent a számítógépes munkahelyek világításával. Más a faladat azonban akkor, ha a képernyő állandó használatát igénylő számítógépes munkahelyről (6.1. ábra), vagy a napi munkaidő nem teljes egészét kitevő képernyőhasználatról, számítógéppel is ellátott munkahelyről van szó (6.2. ábra).



**6.1. 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 széle 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 fénysűrűségét a kritikus tartományban korlátozni kell, legfeljebb 200 cd/m2 értékre. 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.



**6.2. 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 tükröződéseket.

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

6.5 Előadótermek

Az előadótermek, üléstermek 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.

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 kevéssé 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 árucikkekkel foglalkozó, reprezentatív üzletekre jellemző, a második megoldást az olcsóbb árucikkekkel foglalkozó diszkont üzletek részesítik előnyben. Ennek lélektani okai is vannak, az igényesebb világítás a drágább, az igénytelen az olcsóbb üzlet képzetét sugallja.

Az egyenletes általános világítást általában egyszerű, festett rácsos vagy akár szabadon sugárzó fénycsöves lámpatestekkel oldják meg. Nagyobb belmagasságú eladóterekben, raktáráruházakban az utóbbi időben terjedőben vannak a fémhalogénlámpás lámpatestek is.

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 vezetékezést tartalmaznak és az adapteren lévő kis kapcsolóval állítható be, hogy a lámpatest melyik fázisról működjön. Mivel az egyes fázisok külön kapcsolóról, esetleg külön fényszabályozó áramkörről működtethetők, a világítás jellege, hangulata gyorsan és egyszerűen megváltoztatható.

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, a lámpatestek aszimmetrikus tükrűek legyenek.

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.

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, ezért 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.

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 tájékozató értékeket adhatunk, ezek találhatók a 6.1. táblázatban. A megvilágítás erőssége a környezet megvilágításától és a homlokzat anyagának fényvisszaverő képességétől függ.



**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 azért az előírások fejezetben ismertetjük). 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 begyújt és kikapcsolás után is azonnal újragyújtható. Ennek a követelménynek kizárólag a halogén izzólámpák felelnek meg.

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.

A szabadtéri világítások lényegesen békésebb vállfaja 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, jellegtelenné 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 helyezettpréseltburás 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 leszúrható vagy a talajba süllyesztett lámpatestek alkalmazása jöhet szóba. A kerti medencék, szökőkutak világítására víz alatt is működtethető lámpatesteket kell választani.

# 7. Irodalomjegyzék

7.1 Magyar nyelvű szakirodalom

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

Átfogóbb ismeretek a következő könyvekből szerezhetők:

Gyakorlati világítástechnika
Szerkesztette: Gergely Pál
Műszaki könyvkiadó, 1977

Gergely Pál: Fénycsővilágítás
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980

Debreczeni G. - Dr. Kardos F. - Dr. Sinka J.: Fényforrások Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985

7.2 Idegen nyelvű szakirodalom

Handbuch für Beleuchtung
Ecomed-Fachverlag, Landsberg, 1992

IES Lighting Handbook Reference volume, 1981
IES Lighting Handbook Application volume, 1987
Illuminating Eng. Soc. of North America, New York

Mindkét említett szakkönyv további bőséges irodalomjegyzéket tartalmaz.

7.3 Szabványok

MSZ 6240 Belsőtéri mesterséges világítás

MSZ 9620 Fénytechnikai terminológia

MSZ EN 60155 Fénycsőgyújtók

MSZ EN 60598 Lámpatestek

MSZ EN 60920 Fénycsőelőtétek. Általános és biztonsági követelmények

MSZ EN 60921 Fénycsőelőtétek. Működési követelmények

MSZ EN 60922 A kisülőlámpák előtétjei (a fénycsőelőtétek kivételével). Általános és biztonsági követelmények

MSZ EN 60923 A kisülőlámpák előtétjei (a fénycsőelőtétek kivételével). Működési követelmények

MSZ EN 60926 Gyújtókészülékek (a parázsfénygyújtók kivételével). Általános és biztonsági követelmények

MSZ EN 60927 Gyújtókészülékek (a parázsfénygyújtók kivételével). Működési követelmények

7.4 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. Mivel világítástechnikai elektronikus irodalomjegyzék még nem jelent meg Magyarországon, igyekeztem minél részletesebb címjegyzéket adni. 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.

Világítástechnikai szervezetek

Világítástechnikai Társaság
<http://www.mtesz.hu/mee/vt.htm> (magyar nyelvű!)

CIE - International Comission on Illumination, Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság
<http://www.cie.co.at/cie/home.html>

Általános világítástechnikai információk:

Lightworld
[http://www.lightworld.com](http://www.lightworld.com/)

The Lighting Resource
<http://www.webcom.com/~lightsrc/>

inter.Light
<http://www.light-link.com/>

Hazai világítástechnikai cégek:

HOLUX Kft.
[http://www.holux.hu](http://www.holux.hu/)

Gyártók

General Electric
<http://www.ge.com/lighting>

Osram
<http://www.osram.de/>

Philips
<http://www.philips.com/>

Ridi
[http://www.ridi.de](http://www.ridi.de/)

Stucchi
[http://www.aagstucchi.it](http://www.aagstucchi.it/)

Tridonic
[http://www.tridonic.co.at](http://www.tridonic.co.at/)

SBP
[http://www.sbp.it](http://www.sbp.it/)

Világítástechnikai számítások

LBL Radiance homepage
<http://radsite.lbl.gov/radiance/HOME.html>

Ledalite's Lighting Calculator
<http://www.ledalite.com/calc/calc.htm>

Lightscape
<http://www.lightscape.com/>

Szabványosítás

Magyar Szabványügyi Testület
[http://www.mszt.hu](http://www.mszt.hu/)

International Electrotechnical Comission, Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság
<http://www.iec.ch/>

International Organization for Standardization, Nemzetközi Szabványosítási Szervezet
<http://www.iso.ch/welcome.html>

Vizsgálat és tanúsítás

Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet
[http://www.meei.hu](http://www.meei.hu/)