

DR MAJOROS ANDRÁS

MESTERSÉGES VILÁGÍTÁS

## TARTALOMJEGYZÉK

VIZUÁLIS KÖRNYEZET ÉS VILÁGÍTÁS	3
A VIZUÁLIS KÖRNYEZET ÖSSZETEVŐI	3
A FÉNY ÉS MINŐSÉGE	5
A FELÜLETEK JELLENZŐI	5
A VIZUÁLIS KÖRNYEZET JELLENZŐI	7
A LATAS SAJTÓSÁGAL	8
LATASI FELADAT ÉS VIZUÁLIS KÖRNYEZET	10
FENYFORRÁSOK	14
ÜZÖLÁMPÁK	15
REFLEKTORLÁMPÁK	18
KÉTSZÉLTŐSÉG, HALOGÉN IZZÓLÁMPÁK	19
TÖRPEFÉLTŐSÉG, HALOGÉN REFLEKTORLÁMPÁK	20
FÉNYCSÖVEK	22
KOMPÁKT FÉNYCSÖVEK	25
MIGANYLÁMPÁK	27
KEVERTFÉNYŰ LÁMPÁK	29
FÉNHALOGÉN LÁMPÁK	30
KÖZNYOMÁSŰ NÁTRÍUMLÁMPÁK	32
A FÉNY ÚTJA A FENYFORRÁSTÓL A MILNKAISIKIG	35
A VILÁGÍTÁSSAL SZEMBEN TÁMASZTOTT IGENYEK	44
MEGILÁGÍTÁS A KONAKTJELTÁSI FELÜLETEN	45
MEGFELELŐ SZÍN-ISSZÁDÁS	50
MEGFELELŐ ARÁNYKIHATÁS	51
MEGFELELŐ FÉNY-SZÍN	51
ELFOGDHATÓ KAPRAZÁS	54
MEGFELELŐ FÉNY-SÚRÜSÉG ARÁNYOK	57
A VILÁGÍTÁSI BERENDEZÉS GAZDASÁGOSÁGA	57
GAZDASÁGOS VIZUÁLIS FELDOLGOZÁS	58
A VILÁGÍTÁS MÉRTEZÉSE	60
FENYFORRÁS VÁLASZTÁS	61
LÁMPATEST VÁLASZTÁS	64
A LÁMPATEST DARABSZÁM MEGHATÁROZÁS	65
A KAPRAZÁS KORLÁTOZÁS MEGFELELŐENEGENK ELLENŐRZÉSE	69
FOGALMAK	70

## A VIZUÁLIS KÖRNYEZET ÉS A VILÁGÍTÁS

### A VIZUÁLIS KÖRNYEZET ÖSSZETEVŐI

A világítás a környezet láthatóvá tetele, a látható környezet a vizuális környezet. A világítás célja a megfelelő vizuális környezet létrehozása.

A belsőten vizuális környezet úgy jön létre, hogy valamilyen helyiséget megvilágítunk, ilyen módon a vizuális környezetnek két komponense van

- az egyik a fény nekül, a fényt többé-kevésbe visszaverő felületekkel határolt és berendezett helyiség - ami lényegében egy passzív komponens - és
- a másik a fény, ami mint aktív komponens, a helyiséget láthatóvá teszi.

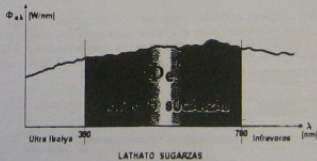
A belsőter felületei fényvisszaverő képességükkel, a fény alkalmazás a felületek megvilágításával jellemezhető.

### A FÉNY ÉS MINŐSÉGE

A fény a  $\lambda = 380-750$  nm hullámhossz tartományba eső elektromágneses sugárzás látható része. Jele  $\Phi_e$ , mértékegysége Watt (W)

Az egyes hullámhosszaknak színek felelnek meg a fény spektrális eloszlását, színösszetételét mutató következő ábra szerint.

A kisebb hullámhosszaknak megfelelő színeket (ibolya, kék) hideg színeknek, a nagyobb hullámhosszúkat (narancia, piros) meleg színeknek nevezik.



Világítás céljára un. fehér fényt használunk, mert a természetes fény, ami mellett a látásunk kialakult, ugyancsak fehér fény.

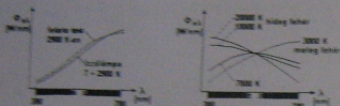
A fehér fény jellemzője, hogy a látható tartomány minden hullámhosszán tartalmaz sugárzást és az egyes hullámhosszakon a sugárzás intenzitása korlátozott mértékben.

eltér. A fehér fény így módon különböző lehet, a különböző fehér fények színösszetételükben eltérnek, azaz eltérő minőségűek.

A fehér fény minősége a színösszetétel, azaz a sugárzás spektrális eloszlását definiálható egyértelműen.

A fehér fény minősége a gyakorlatban két vonatkozásban értelemszerű.

A fehér fény minősége eltér lehet azért, mert a színekkel egymást követő színűek az árnyalattól. Ebből a szempontból a fehér fény minősége a szelvényvonalak elhelyezkedésétől, azaz a fény kibocsátás helyétől, színösszetételétől a fényt nem azonos körülmények között az adott fényt megvilágító szelvényvonalak sugárzó felületén, azaz a fényt kibocsátó felületén, a színek elhelyezkedésétől függően a fény minősége.



A FEHÉR FÉNY MINŐSÉGE SZELVÉNYVONALTAL

A lámpa színösszetételének megadható, a nagyobb színösszetételű hidegebb fényt jelöl. A meleg fényben a vörös színek, a hideg fényben a kék fény aránya nagyobb.

A fehér fény minősége különböző lehet abban a tekintetben is, hogy az általa megvilágított felület színe mennyire tér el a kibocsátó felület színeitől. Ebből a szempontból a fehér fény minősége a szelvényvonalakkal jellemezhető. Azon fehér fény színösszetételétől jobb, minél közelebb áll az általa megvilágított felület színe a kibocsátó fényt kibocsátó felület színe.

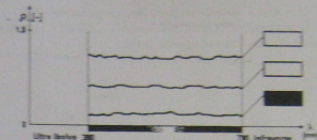
A színösszetétel mellett a színösszetétel index-csalóval is lehet megadni a fény minőségét. Tiszta színösszetétel esetén  $R_a = 100$ .

## A FELÜLETEK JELLEMZŐI

A felületek fényvisszaverése egyértelmű módon a fényvisszaverés hullámhossz függésével  $\rho(\lambda)$ -alható meg.

A felületek a nem színes és a színes felületek csoportjába sorolhatók:

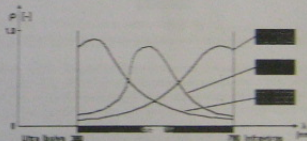
A nem színes felületekre jellemző, hogy minden hullámhosszon közel azonos mértékben verik vissza a fényt, az alábbi diagram szemlélteti.



NEM SZÍNES FELÜLETEK FÉNYVISSZAVÉRESE

Az ilyen felületeket fehér fénynek - azaz olyan fénynek, ami minden hullámhosszon közel azonos mértékben sugároz - megvilágító felületnek, feketének vagy különböző mértékben szürkének tekintik.

A színes felületekre jellemző, hogy fényvisszaverésük a különböző hullámhosszokon, azaz a különböző színű fényekre vonatkozóan nagymértékben eltér.



SZÍNES FELÜLETEK FÉNYVISSZAVÉRESE

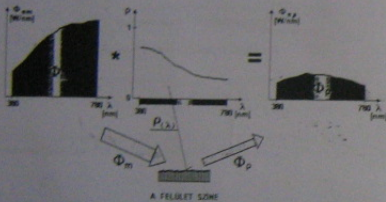
Mintegy a hullámhosszainak színe felel meg, fehér fénynek megvilágító ezek a felületek olyan színek, amilyen színek megfelelő hullámhossz tartományban fényvisszaverésük legnagyobb.

A felületek színével kapcsolatban fontos annak ismerete, hogy az nem olyan egyszerűen a felületnek, ami mindenről függetlenül lesz, hanem a felület is az az

megvilágító fény minőségéről egyaránt függő sötétség. Tehát az, hogy egy felület milyen színűnek látszik attól is függ, hogy milyen a megvilágító fény színösszetétele azaz minősége.

Enek elvén az anyagoknak természetes színt tulajdonítunk. Ez az anyag természetes fény mellett érzékelhető színe. Mint ahogy a természetes fény fehér fény és minősége sokféle lehet, az anyagoknak sokféle természetes színe is tudunkban.

A felület színe, azaz a felületről visszavert fény színösszetétele  $-\Phi_p(\lambda)-$ , a felület különböző hullámhosszakhoz tartozó reflexiójánál  $-\rho(\lambda)-$ m a megvilágító fény színösszetételétől  $-\Phi_m(\lambda)-$  függ a következők szerint:



A felület színe tehát a megvilágító fény minőségétől függően különböző lehet.

A környezetünk tudatunkban lévő színei, a természetes világítás melletti színei, így - a fű zöld, mert a természetes fény minden színt, így a zölDET is tartalmaz és nagyjából ezt veri vissza a többi színt nagyrészt elnyeli. Úgyanez a fű piros fényrel megvilágítva fekete, mert a piros fény a zöld fű lényegében elnyeli.

- a tej fehér, mert a természetes fény minden színösszetevőjét közel azonos mértékben veri vissza, így a visszavert fény is fehér. Azonban ha a tejet piros fényrel megvilágítva az csak piros fényt veri vissza és így pirosnak látszik.

A természetes fény színösszetétele nem állandó, más a közvetlen napfény, a borult égbolt, a denül égbolt vagy a részben felhős égbolt feletti fényének összetétele, mások a különböző színek arányai. Ebből következik, hogy a környezetünk egyes elemeinek többféle természetes színe is a tudatunkban. Természetes színűnek tartjuk a fű színét az éjszakai égbolt adottságok mellett, napvilágban és borult égbolttól egyaránt.

## A VIZUÁLIS KÖRNYEZET JELLEMZŐI

Környezetünk egyes felületet valamilyen mértékben "világosnak" és valamilyen színűnek érzékeljük. A felület "világossága" a felület ún.  $L$  fényűrsége. Minél világosabb a felület, annál nagyobb a fényűrsége.

Végeredményben tehát az egyes felületelemek  $L$  fényűrségét és színt érzékeljük.

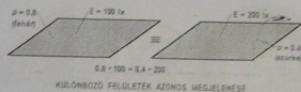
Egy felületet annál világosabb, minél nagyobb a fényvisszaverő képessége ( $\rho$ ) és minél nagyobb a megvilágítás ( $E$ ) vagyis

$$L = \rho \cdot E \quad (1)$$

A vizuális környezet a látótér felületelemének terjén rendezett összessége, azaz

$$\sum_{(látótér)} \rho \cdot E \quad (2)$$

A vizuális környezetet tehát a passzív környezet ( $\rho$ ) és az aktív világítás ( $E$ ) szorosan jellegű kapcsolattal eredményezi, az eredményben szétválaszthatatlanul van benne a két komponens. Ugyanolyan világosnak látszik egy sötétebb felület jobban megvilágítva, mint egy világosabb felület kevésbé megvilágítva.



Végeredményben a vizuális környezet a látótér háromdimenziós színes képe, rendezett összessége a fényűrségeknek és a színeknek.

Abból, hogy a vizuális környezet a fényvisszaverő környezet és a megvilágítás szorosan jellegű kapcsolatának eredménye következik, hogy

- csak csehszerűen kialakított belsőter és jó világítás együttesen eredményezhet jó vizuális környezetet.
- sem rosszul kialakított belsőter, sem rossz világítás esetén nem jöhet létre jó vizuális környezet.

A világítás célja a megfelelő vizuális környezet létrehozása. A megfelelő vizuális környezet esetenként más és más.

A vizuális környezettel szemben támasztott igény kétféle lehet

- egyszerűen háttér információt igénylünk a környezetről, tudni akarjuk, hogy mi van illetve történik a környezetünkben, az az igény az aktuális látóterhez kapcsolódik.

- másrészt a környezet egyes részéről pontos képet kívánunk kapni, ez az igény a látóter központjához kötik, és a helyiség rendeltetéséből következik

A két igény közül általában az utóbbi, a részletek pontos láttatására vonatkozó igény a nagyobb.

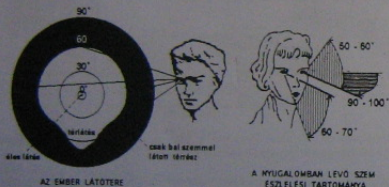
Az, hogy a környezet adott részéről pontos képet érzékelünk azt jelenti, hogy szükséges mértékben meg tudjuk különböztetni a részletek kiterjedését, fényerőiségét, színét és térbeli helyzetét.

## A LATÁS SAJÁTOSSÁGAI

A vizuális környezetet az ember számára hozzuk létre, így azt az emberi látás sajátosságainak figyelembe vételével kell kialakítani

A világítás szempontjából az emberi látás következő sajátosságait kell számításba venni:

1. Az ember közel feltehetően lát, azonban pontosan csak látóter közepéről képes pontos képet kialakítani.



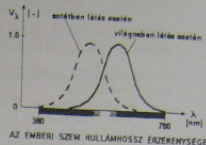
2. Csak világos környezetben érzékeljük a színeket, sötét környezetben annak fekete - fehér képet látjuk.

3. Az emberi szem relatív érzékenysége függ a fény hullámhosszától, azaz színtől, a következő ábra szerint

Ennek következtében a színi által felfogott fény nem azonos azzal a fényzettel amit lát.

A különböző színű és azonos erősségű fény sugarzásból a szem

- világos környezetben az 555 nm hullámhosszu sárgás-zöld,
- sötét környezetben az 505 nm hullámhosszu kekes-zöld színeket látja legvilágosabbnak.

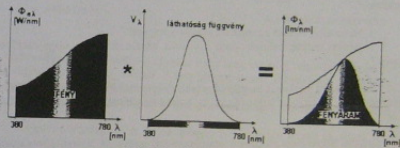


AZ EMBERI SZEM HULLÁMHOSSZ ÉRZÉKENYSÉGE

A  $V(\lambda)$  függvény neve láthatósági függvény.

A fényáram a fény fényszórtéként felfogható része, jele  $\Phi$ , mértékegysége a lumen (lm).

$$\Phi = K \int_0^{300} \Phi_{e\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d(\lambda) \quad [lm]$$



A FÉNY ÉS A FÉNYÁRAM KAPCSOLATA

Annak ellenére, hogy a világítás technikában csak az adott fénynek megfelelő fényáram, mint fogalom használatának van létjogosultsága, a hétköznapi gyakorlatban helyette gyakran pongyola módon fényt mondnak.

4. Az emberi látás képes alkalmazkodni a különböző mértékben világos környezethez, ez a képesség az adaptáció. A különböző mértékben világos környezethez a látás más-más adaptáció szintje tartozik. Az alkalmazkodás nem azt jelenti, hogy minden környezetben egyformán jól látunk. Látásunk sötétebb környezetben rosszabb, mint világosban. Ha a környezet változik, sötétebb vagy világosabb lesz, akkor a látás ehhez alkalmazkodik, ehhez azonban idő kell.

5. Képesek vagyunk tisztán kelet alkotni a különböző távolságban lévő részletekről. Látásunk ezen tulajdonság az **akkomodáció**

6. A fényssűrűség arányokat nem lineárisan, hanem logaritmikusan érzékeljük. Ebből következik, hogy

- a vizonylag egyenlőenül megvilágított homogén felületeket közel azonos világosságúnak, fényssűrűségűnek látjuk,
- az azonosan megvilágított fényviszaveres szempontból nem homogén felületet egységesebbnek érzékelünk,
- ahhoz, hogy egy felületet kétszer olyan világosnak, fényssűrűségűnek érzékeljünk, mintegy másikat fényssűrűség arányuknak 1:10 -nek kell lenni.

## LÁTÁSI FELADAT ÉS VIZUÁLIS KÖRNYEZET

Megfelelő vizuális környezet kialakítására való törekvés során ker alapvető dolgot kell tisztázni:

1. Mi az adott esetben a megfelelő vizuális környezet ?
2. Milyen módon befolyásolható a vizuális környezet ahhoz, hogy megfelelő legyen ?

A "Mi az adott esetben a megfelelő vizuális környezet ?" kérdés a belső teret adott rendelkezéséhez kapcsolódó látási feladat és a látás tulajdonságai alapján határozható meg.

Adott látási feladat meghatározható látótélelményt igényel. A látótélelmény az a pontosság és gyorsaság, amivel a vizuális feldolgozás végbemegy.

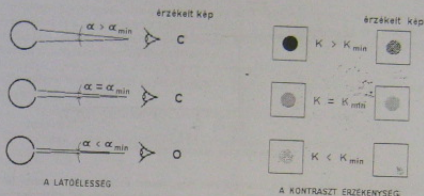
A látási teletlmény mérhető jellemző:

- a látóélesség,
- a kontraszterzékenység és
- a gyorsaság.

A **látóélesség** alatt annak a legkisebb  $\alpha_{min}$  szögnek a reciprokát értjük, amely alatt két pontot még éppen meg tudunk egymástól különböztetni.

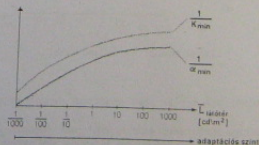
A **kontraszterzékenység**en annak a legkisebb  $K_{min}$  kontrasztnak a reciprokát értjük amelyet még éppen észlelni tudunk.

A gyorsaság a vizuális feldolgozás gyorsasága.



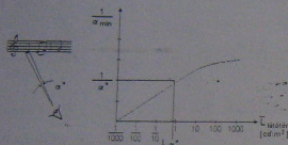
A látótélelményt a vizuális környezet határozza meg. A vizuális környezetet a látóter átlagos fényssűrűsége jellemzi. Adott átlagos látóter fényssűrűség meghatározott látótélelmény feltételét teremti meg. Kívánt látótélelmény biztosításához a vizuális környezetnek, mint lehetséges látóternek kell kivánni az átlagos fényssűrűségeit biztosítani.

A látótélelmény jellemzői és látóter átlagos fényssűrűsége között az alábbi jellegű összefüggés van.



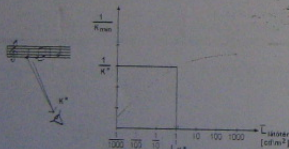
A LÁTÓTELELMÉNY JELLEMZŐI FÜGGÉSE A LÁTÓTER FÉNYSSŪRÜSÉGÉTŐL

Adott látási feladat esetén a látni kívánt tárgy részlet nagysága és az a távolság, ami a tárgy és a szemlélő között van definiál egy  $\alpha^*$  legkisebb szöget, aminek megfelelő részletességgel kell a tárgyat látni ahhoz, hogy megfelelő információt kapjunk. Ennek megfelelő  $1/\alpha^*$  látóélességet kell biztosítani a vizuális környezetnek az adott esetben.



LÁTÓTÉR ÁTLAGOS FÉNYÜRÜSÉG IGÉNY

Adott látási feladat esetén a látni kívánt tárgy részlet és környezete közötti  $K^*$  kontraszt meghatározza azt az  $1/K^*$  kontraszterzékenységet, amire az adott feladat kapcsán szükség van.



LÁTÓTÉR ÁTLAGOS FÉNYÜRÜSÉG IGÉNY

Ez a két paraméter definiálja az adott feladathoz elengedhetetlenül szükséges látóteljesítményt.

A fenti ábra tanúsága szerint, adott  $1/\alpha^*$  és  $1/K^*$  paraméterekkel jellemzett látási feladathoz olyan  $L^*$  látóter átlagos fényűrűség szükséges, ami nagyobb, mint  $L_{\alpha^*}$  és  $L_{K^*}$ .

Milyen módon befolyásolható a vizuális környezet ahhoz, hogy a látóter átlagos fényűrűsége a szükséges  $L^*$  értékű legyen?

Mint ahogy a felülete  $L$  fényűrűsége a fényvisszaverő képessége ( $\rho$ ) és a megvilágítása ( $E$ ) szorzata, vagyis

$$L = \rho \cdot E$$

a látóter illetve egyes elemeinek fényűrűsége a belsőteri felületek fényvisszaverő képességeivel és a megvilágítással lehet befolyásolni. A világosabb felületek és a nagyobb megvilágítás egyaránt nagyobb fényűrűségeket és jobb látóteljesítményt azaz kisebb részleteket és kontraszt felismerést eredményez.

Következik továbbá ebből az összefüggésből, hogy a látóteljesítmény illetve a vizuális környezet befolyásolásának

- egyik módja, a fényvisszaverő képessége ( $\rho$ ) változtatása építészeti lehetőség,
- a másik eszköze, megvilágítás ( $E$ ) változtatása a világítástechnikai lehetőség.

A mesterséges világítás tervezését megelőzően, a belsőter már általában meghatározott. Így az adott rendelkezéshez illetve látási feladathoz szükséges vizuális környezet (látóteljesítmény - látóter átlagos fényűrűség) biztosítása a mesterséges világítás feladata.

Ahhoz, hogy a belsőter felületei megfelelő megvilágítást kapjanak megfelelő mennyiségű fényáramot kell bevinni. Annnyi fényáramot kell előállítani és azt a térben megfelelő módon, úgy kell elosztani, hogy az egyes felületek kívánt mértékben legyenek megvilágítva.

## FÉNYFORRÁSOK

A fénycsugár előállításának eszközei a **fényforrások**. Fényforrás az a technikai berendezés, ami valamilyen, jelenlegi gyakorlatban többnyire villamos energia felhasználásával fényt állít elő.

A fénykétesnek két gyakorlati lehetősége van

- az egyik a **hőmérsékleti sugárzáson**,
- a másik a **lumineszkáláson** alapuló fényerjesztés.

A hőmérsékleti sugárzáson alapuló fényforrásokban a fényt hevített izozsál állítja elő. Az így előállított fény szinkope folytonos (minden hullámhosszon tartalmaz sugárzást) és monoton, a fény előállítás jelentős hőfelvétel mellett történik.

Hőmérsékleti sugárzáson alapuló fényforrások a gyakorlatban

- az **izzólámpák**
- a **kisfeszültségű halogén izzólámpák**
- a **törpefeszültségű halogén reflektorlámpák**

A lumineszkáláson alapuló fényforrásoknál a fénykétes az atom gerjesztett állapotának erőtlenítése. A fényt a villamos iv gerjesztés az ún. kisülőkőben illetve elektrodták a lammphura belül fillerrel (az ún. lumineszkáló anyag segítségével).

Az ilyen módon előállított fény szinkope nem feltétlen folytonos, bizonyos hullámhosszakon illetve keskeny hullámhosszakban a sugárzás kvantum nagyobb, mint a színspektrum egyéb tartományában.

Lumineszkáláson alapuló fényforrások a gyakorlatban

- a **fénycsövek**
- a **kompakt fénycsövek**
- a **higanylámpák**
- a **kevertípusú lámpák**
- a **fémhalogén lámpák**
- a **nátrium lámpák**

A fényforrások felhasználhatóság szempontjából a következők jellemzők:

- felépítése és működése
- műszaki adatai

névleges feszültség amire a fényforrást csatlakoztatni lehet, ez olyan esetekben, amikor a működéséhez segédberendezés szükséges nem azonos a hálózati feszültséggel.

névleges teljesítmény amit maga a fényforrás (az egyes fajtáknál szükséges segédberendezések nélkül) működése során a hálózatról fel vesz, a fényforrás-segédberendezés egyed a hálózatról a fényforrás névleges teljesítményénél többet vesz fel.

felépítés a fényforrás hálózathoz illetve segédberendezésekhez történő csatlakozásának megoldás módja.

méretek a fényforrás beépítés szempontjából lényeges geometriai méretek.

- fényének minősége

spektrális eloszlás: a fény  $\Phi_e(\lambda)$  eloszlása,

színhőmérséklet  $T(K)$ ,

színhétszám  $R_n$ ,

- gazdaságossági mutatók,

fényhasznosítás a fényforrás által előállított  $\Phi_e$  névleges fénycsugár és a fényforrás  $P_n$  névleges teljesítményének hányadosa, jele  $\eta^*$ , egysége  $lm/W$ ,

$$\eta^* = \frac{\Phi_e}{P_n}$$

A fényhasznosítás nem veszi figyelembe az esetleges segédberendezések teljesítmény igényét!

üzemeltetési idő az az időtartam, ami alatt a fényforrás nagyobb csoportjának 50%-a üzemképtelenné válik,

viszonylagos bekerülési és üzemeltetési költség,

- üzemelési tulajdonságai,

felújítási idő az az időtartam, ami alatt a fényforrás a bekapcsolást

követően eléri a gyakorlatilag állandósult fénycsugár.

újraüzemeltetési idő az az időtartam, ami alatt a kikapcsolt, majd azonnal

visztkapcsolt fényforrás eléri a gyakorlatilag állandósult fénycsugár.

hőmérsékleti jellemzők,

fénytechnikai jellemzőinek függően az üzemi körülményekről.

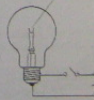
FELMÉRÉS

A következőkben a gyakorlatban legelterjedtebb fényforrásokat ismertetjük a teljesseg igénye nélkül

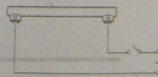
### IZZÓLÁMPÁK

**Felépítés és működés:**

Az izzólámpában villamos áram által melegített wolfram spirális szál szolgáltatja a fényt. A kb 2800 °C-on izzó wolfram szál olyan üvegburában van, amely negatívummal töltött. A villamos csatlakozást az üvegbúra egyik, vagy mindkét véger specialis fém teszi lehetővé:



IZZÓLÁMPÁK FELÉPÍTÉSE



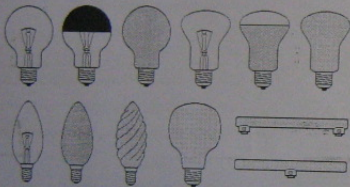
IZZÓLÁMPÁK MŰKÖDÉSE



Az izzólámpa a felvett teljesítménynek csak kb. 1/10-ét alakítja fényvé.



A felépítése részben az üvegbúra alakjától, részben a csatlakozó foglalatától függően sokféle lehet



KÜLÖNBÖZŐ FORMAJÚ IZZÓLÁMPÁK

#### Műszaki jellemzői:

A beátoterek világítására leggyakrabban használt izzólámpák névleges feszültsége 220 - 230 V, ritkábban, biztonsági okokból használnak 6, 12, 24 V-os törpefeszültségű, lámpákat is.

Az általános világítási lámpák névleges teljesítménye 25, 40, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 1000, 1500 és 2000 W.

A villamos csatlakozásra szolgáló fog leggyakrabban un. Edison-menetes, jele E. Különböző méreteinek jelölése E14, E27 és E40, közülük leggyakoribb az E 27.

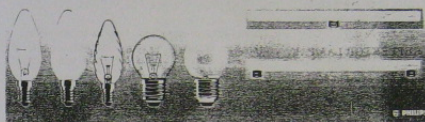
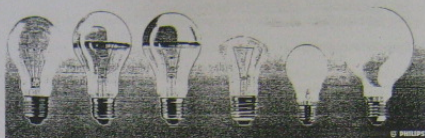
A foglalás és a teljesítmény kapcsolata a következő:

E14 foglalattal készülő lámpák teljesítmény tartománya 25 - 40 W,

E27 foglalattal készülő lámpák teljesítmény tartománya 25 - 100 W

E40 foglalattal készülő lámpák teljesítmény tartománya 150 - 2000 W

Az izzólámpa egységjelű előállított fényáram: 200 - 40 000 lm



#### Gazdaságossági jellemzői:

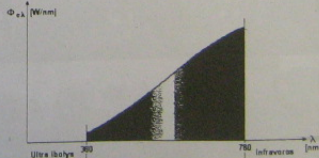
Az izzólámpák fényhasznosítása 6-20 lm/W között van, élettartamuk általában 1000 óra, egyes típusoknál lehet ennek több, mint kétszerese is.

Bekerülési költségek egyszerű felépítésüknek köszönhetően viszonylag kicsi. Az előállított fényáramra vonatkozó bekerülési költsége, az összes többi lámpához viszonyítva a legkisebb, jóllehet az egyes típusok közötti arány 1:8 is lehet.

Az előállított fényáramra vonatkoztatott üzemelési költsége, a rossz fényhasznosítás és a rövid élettartam miatt, viszonylag nagy.

#### Fényének minősége:

Fényének spektrális összetétele a következő ábrának megfelelő



AZ IZZÓLÁMPA FÉNYÉNEK SPEKTRÁLIS ELŐSZÁMLÁLÁSA

Színhőmérséklete kicsi, 2500-3000 K, így fényzárna meleg színnyelvével kiből.  $R_{90} = 1 \alpha$

#### Üzemelési tulajdonságai:

Az izzólámpa bekapcsoláskor gyakorlatilag azonnal a teljes fénysugárát szolgáltatja (felhívás idő  $< 0,1 s$ ). Kikapcsolás utáni ismételt bekapcsolás vagy feszültség kimaradás követően gyakorlatilag azonnal a névleges fénysugárát adja (újravillanás idő  $< 0,1 s$ ).

Az üzemi feszültség változása élettartamát befolyásolja, a nagyobb feszültségre üzemelő lámpa élettartama erősen csökken.

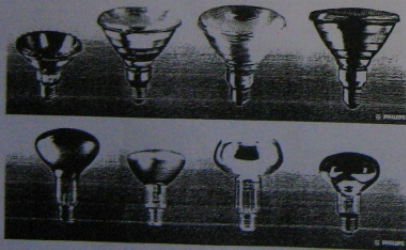
Az izzólámpa burjának és foglalatának a hőmérséklete magas, a bura tetőpontján a felület hőmérséklete meghaladhatja a 300 °C-ot is. A kialakuló fénylen hőmérsékletek függenek az égési helyzettől.

Egész helyzete veszélyes.

#### REFLEKTOR LÁMPÁK

##### Felépítés és működés:

A reflektor lámpák felépítése és működése lényegében megegyezik a normál izzólámpáéval, eltérés csupán abban van, hogy az üvegbúra belül, csatlakozó féz fele eső része tükrösített és paraboloid formájú. Ennek eredményeként a lámpa adott sugárzási szögben világít.



#### Műszaki jellemzők:

Tükrös lámpák készülnek normál-üveg burával, ezek az ún. Tungstralux lámpák és keményüveg burával, ezek az ún. PAR lámpák. Szokásos névleges teljesítmény értékek 40, 60, 75, 100 és 150 W, foglalatlanuk rendezései E 27.

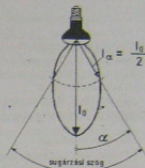
Reflektor lámpáknál általában nem a fénysugárát adják meg, hanem a fényerősséget a sugárzás tengelyében és az ún. sugárzási szögét.

A sugárzási szög annak a kúpnek a szöge, amelyben a fényerősség nagyobb, mint a lámpa tengelyében kibocsátott maximális érték fele.

Szokásos sugárzási szögek:

120°, 150°, 200°, 250°, 300°, 350°, 400°, 800°.

A lámpák kis szögben, keskenyen sugárzó (spot) és nagy szögben, szélesen sugárzó (flood) fényelosztással készülnek.

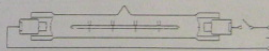


A SUGÁRZÁSI SZÖG ÉRTELMEZÉSE

#### KISFESZÜLTÉGŰ HALOGEN IZZÓLÁMPÁK

##### Felépítés és működés:

Felépítése a következőkben különbözik a normál izzólámpától. A fénysugárát vonalszerű, a bura kvarc-üveg cső, amelyben jódadalek van, innen az elnevezés. A villamos csatlakozók a legtöbb típusnál a cső két végén vannak, de készül Edison foglalattal is. Működése lényegét tekintve olyan, mint az izzólámpa.



KISFESZÜLTÉGŰ HALOGEN IZZÓLÁMPA FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDTETÉSE



#### Műszaki jellemzői:

Névleges feszültsége 230-230 V, névleges teljesítményük 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 1000, 1500 és 2000 W

Vegyes lámpa-csatlakozónak típusa speciális

Élettartamát határozza az izzólámpa együttesen előállított fényáram 1 100 - 44 000 lm

#### Gazdaságossági jellemzői:

Fényhasznosításuk 15 - 22 lm/W, jobb, mint a normál izzólámpáké. Élettartamuk 2000-3000 óra, hosszabb, mint a normál izzólámpáké.

Bekerülési költsége egyszerű felépítésének köszönhetően viszonylag alacsony. Az előállított fényáramra vonatkoztatott bekerülési költsége elég (kb 25 %-al) nagyobb a legolcsóbb izzólámpáénál.

Az előállított fényáramra vonatkoztatott üzemelési költsége a nem túl jó fényhasznosítás miatt és a  rövid élettartam miatt viszonylag nagy.

#### Fényének minősége:

Fényének színösszetétele ugyanolyan, mint a normál izzólámpáké.

Színhőmérséklete alacsony, 2800-3100 K, így fényvörös melege

színvisztaadása különö, R<sub>a</sub> = 1a

#### Üzemelési tulajdonságai:

A halogén izzólámpa bekapcsoláskor gyakorlatilag azonnal (felfutási idő  $< 0,1$  s) a teljes fényáramot szolgáltatja. Kikapcsolás vagy feszültség kimaradást követően gyakorlatilag azonnal a névleges fényáramát adja (újragyújtási idő  $< 0,1$  s).

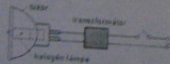
A viszonylag hűvös, a hőmérséklete közel 350 C°

Az üzemi égési helyzete között, vízszintes a 4-15°

### TÖRPEFESZÜLTÉGŰ HALOGÉN REFLEKTORLÁMPÁK

#### Felépítés és működése:

A kis méretű halogén fényforrás egybe van építve a fényelosztást szolgáló tükrös lámpával, ilyen módon kompakt egységként kerül további beépítésre. Működése lényegét tekintve olyan, mint az izzólámpáé.



TÖRPEFESZÜLTÉGŰ HALOGÉN REFLEKTORLÁMPA FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSE



#### Műszaki jellemzői:

Névleges feszültsége rendszerint 6, 12, 24 V, névleges teljesítménye: 10, 12, 30, 35, 50, 75 és 100 W

Fé kikapcsolás speciális

Sugárzási szöge 8-60° között van.

A törpefeszültségű halogén reflektor lámpákkal előállított fényáram tartományok: 140 - 3 000 lm

#### Gazdaságossági jellemzői:

Fényhasznosításuk 16-20 lm/W, jobb, mint a többi izzólámpáké, ha azonban figyelembe vesszük a tápláló transzformátorvesztésüket, a lámpa-transzformátor együttes fényhasznosítása lényegesen nem különbözik a normál izzólámpáétól. Élettartamuk 2000 - 5000 óra, hosszabb, mint a normál izzólámpáké.

Bekerülési költsége részben a törpefeszültséget előállító transzformátor részben, viszonylag bonyolult felépítés (fényterelő tükror) viszonylag magas. Az előállított fényáramra vonatkoztatott bekerülési költsége nagyon nagy, több, mint 15-ször nagyobb, mint a normál izzólámpáé esetében.

Az előállított fényáramra vonatkoztatott üzemelési költsége, a nem túl jó fényhasznosítás miatt és a nem túl hosszú élettartam miatt, viszonylag nagy.

#### Fényének minősége:

Fényének színösszetétele ugyanolyan, mint a normál izzólámpáé. Speciális tükröszerkezet eredményeként a fényhez kapcsolódó hőszugárzás kisebb, mint a normál vagy a kisfeszültségű halogén izzólámpák esetén.

Színhőmérséklete alacsony, 2800 - 3000 K, így a melege színhőmérséklet csoportba tartozik.

Színvisztaadása különö, R<sub>a</sub> = 1a

#### Üzemelési tulajdonságai:

A kisfeszültségű halogén izzólámpa bekapcsoláskor gyakorlatilag azonnal ( $< 0,1$  s) a teljes fényáramot szolgáltatja (felfutási idő  $< 0,1$  s). Kikapcsolás vagy feszültség kimaradást követően gyakorlatilag azonnal a névleges fényáramát adja (újragyújtási idő  $< 0,1$  s).

A hőmérséklete nagyobb, mint 300 C°

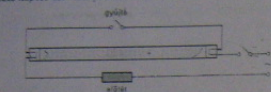
A fényforrás égési helyzet köztelen.

## FÉNYCSŐVEK

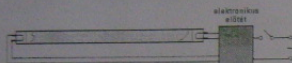
### Felépítés és működés:

A fénykéhes a fénycső falán lévő fényporokkal történik, ami a cső gázkisülésének UV sugárzását alakítja át látható sugárzássá.

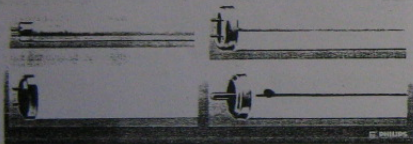
A fénycső csak segéd berendezésekkel (előtét, gyűjtő, kondenzátor, elektronikus előtét és gyűjtő) képes üzemelni. Ezek részik lehetővé a gázkisülés megindítását, a gyűjtést, továbbá a stabil gázkisülést. A leggyakrabban használt fénycső - segédberendezés kapcsolását mutatja a következő ábra.



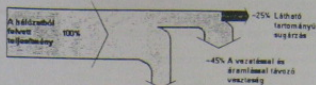
FÉNYCSŐ FELÉPÍTÉSE ÉS HAGYOMÁNYOS MŰKÖDTETÉSE



FÉNYCSŐ MŰKÖDTETÉSE ELEKTRONIKUS ELŐTÉTTEL



A fénycső a felvett teljesítménynek kb. 1/4-et alakítja fényvé. Az előtét teljesítmény-felvetelét figyelembe ez az arány kisebb



A FÉNYCSŐ ENERGIA ÁBRÁJA

### Műszaki jellemzői:

Névleges feszültsége 57 - 110 V, ami azt jelenti, hogy megfelelő előtétrel erről a feszültségről működtethető. Névleges teljesítmény fénycső esetén a gázkisülés névleges teljesítményét jelenti, a hálózatról a fénycső-előtét egység nagyobb teljesítményt vesz fel. Az előtét fajtajától függően hálózatról felvett teljesítmény normál vasmagos előtét esetén kb. 20 %-al, kis veszteségű vasmagos előtét esetén kb. 10 %-al, elektronikus előtét esetén kb. 5 %-al

nagyobb, mint a fénycső névleges teljesítménye. Ennek következtében a fényforrás működése során a tényleges fényhasznosítás kisebb annál, mint a fénycső névleges értékéből adódó érték.

A leggyakrabban használt fénycsővek névleges teljesítménye, a hossz és átmérő függvényében a következők:

20 W	Φ 38 mm	l = 590 mm
18 W	Φ 26 mm	l = 590 mm
14 W	Φ 16 mm	l = 548 mm
40 W	Φ 38 mm	l = 1200 mm
36 W	Φ 26 mm	l = 1200 mm
28 W	Φ 16 mm	l = 1148 mm
65 W	Φ 38 mm	l = 1500 mm
58 W	Φ 26 mm	l = 1500 mm
35 W	Φ 16 mm	l = 1448 mm

A normál fénycsővekkel előállítható fényáram 1 000 - 5 400 lm

### Gazdaságossági jellemzői:

A fénycsővek fényhasznosítása függ

- az alkalmazott fénypor bevonattól,
- a névleges teljesítménytől és
- az átmérőtől.

Ennek megfelelően fényhasznosításuk

Φ 28 mm esetén	50 - 75 lm/W,
Φ 26 mm esetén	70 - 95 lm/W,
Φ 18 mm esetén	95 - 105 lm/W

Az időretek fogyasztását figyelembe véve ezek az értékek csökkentek.

Élettartamuk 7500 és 15 000 óra között várható

Bekérülési költsége a segédberendezések szükségessége és a fényforrás bonyolultsága miatt viszonylag magas.

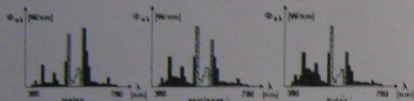
Az előállított fényáramra vonatkoztatott bekérülési költség mintegy 7-szer nagyobb, mint az egyszerű izzólámpánál.

Üzemelési költsége a jó fényhasznosítás és a hosszú élettartam eredményeként viszonylag alacsony.

#### Fényének minősége:

Fényének minősége az alkalmazott fényforrás összetételétől függően különböző.

Fényük spektrális összetétele sokféle, ezeket a fény minőségre utaló megnevezéssel és betű szám kombinációival jelölik, az ábra szerint:



A FÉNYCSÖVEK FÉNYENEK SPEKTRÁLIS ELŐZSLASA

Színhőmérséklete típusától függően 2700-6500 K, így tartozhat a meleg, semleges vagy hideg színhőmérsékleti csoportba.

Színvisszaadási fokozata típusától függően lehet  $R_a = 1a, 1b, 2a, 2b$  vagy 3.

#### Üzemelési tulajdonságai:

A fénycső bekapcsolását, illetve kikapcsolását utáni ismételt bekapcsolását követő kb 1 s múlva szolgáltatja teljes fényáramát.

A fénycsövek élettartama főleg az előtér típusától (vástagos vagy elektronikus) és a k-bekapcsolás gyakoriságától függ, várhatóan 1000 óra.

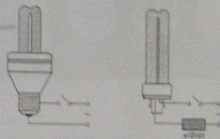
A fénycső felületi hőmérséklete 35-50 C°.

A fénycső üzemelési hőjezete közönséges.

## KOMPAKT FÉNYCSÖVEK

### Felépítés és működés:

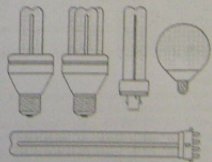
A kompakt fénycső viszonylag kis méretű, segédberendezésekkel teljesen vagy részben összeépített vagy összeépíthető fénycső. Működése elve teljesen megegyezik a normál fénycsőével.



KOMPAKT FÉNYCSÖVEK FELEPÍTÉSE ÉS MŰKÖDTETÉSE

### Szokásos típusok

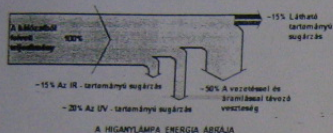
- elektronikus vagy hagyományos előtérrel egybeépített (teljes mértékben kompakt),
- gyújtóval és zavarcsűrővel egybeépített előtérhez dugaszolható valamint
- működtető elemekhez dugaszolható



KÜLÖNBÖZŐ FAJTA  
KOMPAKT FÉNYCSÖVEK



A nagy nyomású higanylámpa a felvett teljesítmény kb. 1/6-át alakítja fényvé. Az előzetes teljesítmény-felvételel számításba veve ez az arány kisebb.



A HIGANYLÁMPA ENERGIA ÁBRÁJA

#### Műszaki jellemzői:

Névleges feszültsége 95 - 145 V, szokásos névleges teljesítmény értékek 50, 80, 125, 175, 250, 400, 700 és 1000 W.

Csatlakozó foglalatuk 125W-ig E27, ennél nagyobb teljesítmény esetén E40. Készül más foglalat típusú is.

A nagy nyomású higanylámpa egységgel előállítható fényáram 1 800 - 58 000lm.

#### Gazdaságossági jellemzői:

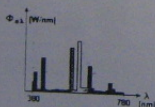
Fényhasznosításuk 30-60 lm/W, a segédberendezés fogyasztását figyelembe véve ezek az értékek csökkennek. Élettartamuk 8000-20000 óra.

Bekerülési költségek a bonyolult lámpafelepítés és a segédberendezés miatt viszonylag magas. Az előállított fényáramra vonatkoztatott bekerülési költsége kb. 13-szor nagyobb, mint az egyszerű izzólámpáé.

Üzemeleti költség a jó fényhasznosítás és a hosszú élettartam okán viszonylag alacsony.

#### Fényének minősége:

Fényének minősége az alkalmazott fényportól függően változó. Szokásos színhőmérséklete 3350 - 4000 K, így a meleg illetve a semleges színscsoportba tartozik. Színvisztaadása rossz, az  $R_a=3$  csoportba sorolható. Fénysűrűsége nagy.



A HIGANYLÁMPA FÉNYÉNEK SPECTRÁLIS ELOSZLÁSA

#### Üzemeleti tulajdonságai:

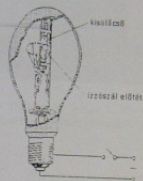
Bekapcsolás után néhány perc múlva éri el névleges fényáramát (felhútsági idő kb. 2-5 perc). Kikapcsolás vagy feszültség kimaradás követően kb. 10 perc elteltével szolgáltatja névleges fényáramát (újraújtsági idő kb. 10 perc).

A fényforrás egész felvétele retszöleget.

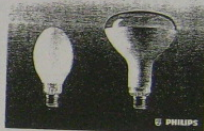
## KEVERTFÉNYŰ LÁMPÁK

### Felépítés és működés:

A kevertfényű lámpa olyan higanylámpa, amelyeknek előtere a kislülőcső és a külső bura közé építet izzószál, ami izzólámpaként működik. Ily módon működéséhez nincs szükség segédberendezésre, mint az izzólámpa úgy alkalmazható. Bekapcsoláskor a segédelektroda indítja a kvarcoszóban a kislüest. A belső kvarcúveg kislüestében keletkezett csak részben látható sugárzást a külső bura fénypor bevonata alakítja fényvé.



KEVERTFÉNYŰ LÁMPA FELEPÍTÉSE ÉS MŰKÖDTETÉSE



### Műszaki jellemzői:

Névleges feszültsége 220 - 240 V, szokásos névleges teljesítmény értékei 160, 250, 500 W. Csatlakozó fű 160 W esetén E27, a többi teljesítménynél E40.

A kevertfényű lámpa egységgel előállítható fényáram 3 000 - 14 000 lm.

### Gazdaságossági jellemzői:

Fényhasznosítása 18-28 lm/W között van, élettartama várhatóan 8000-10000 óra. Bekerülési költsége viszonylag magas. Az előállított fényáramra vonatkoztatott bekerülési költsége mintegy 11-szer nagyobb, mint az egyszerű izzólámpáé.

Üzemeleti költsége, a nem túl jó fényhasznosítás és a hosszú élettartam eredményeként, jobb, mint az izzólámpáé, de rosszabb, mint a kislülő lámpáé.

### Fényének minősége:

Fényének minősége az alkalmazott fényportól függően változó. Fényének spektrális eloszlás jellege hasonló a higanylámpaéhoz. Szokásos színhőmérséklete 3 000 - 4 200 K, így a meleg illetve a semleges színscsoportba tartozik. Színvisztaadása rossz, az  $R_a=3$  csoportba sorolható. Fénysűrűsége nagy.

### Üzemeleti tulajdonságai:

Bekapcsolás után kb. 0,1 perc felhútsági idő múlva már számottevő részei szolgáltatja fényáramának, azonban csak néhány perc múlva (kb. 5 perc) éri el névleges fényáramát.

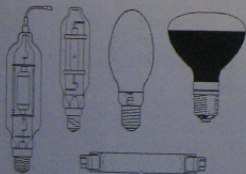
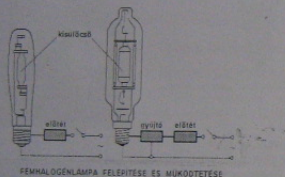
Kikapcsolást követő azonnali visszakapcsolást vagy feszültség kimaradást követően kb 10 perc újragyújtási idő elteltevel szolgáltatja névleges fénycsapot.

A fénycsapot egy helyezett lehet kötetlen vagy megengedett eltéréssel függőleges.

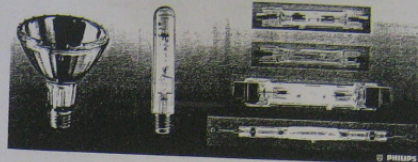
## FÉMHALOGEN LÁMPÁK

### Felepités és működés:

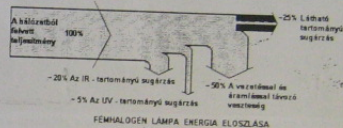
A fémhalogen lámpa kettős üvegburából áll. A belső ún. kvarcúveg kisülőcsőben higanyon kívül fémhalogének vannak. A kisülőcsőben vagy segedelektroda vagy gyújtó impulzus segítségével indul meg a fényt gerjesztő kisülés. A külső üvegbura készülhet fénycsapot bevonattal vagy anélkül.



FÉMHALOGEN LÁMPÁK



A fémhalogen lámpa a felvett teljesítmény kb 1/4-et alakítja fényre. Az előtér teljesítmény felvételét számításba véve ez az arány kisebb.



### Műszaki jellemzői:

Névleges feszültségük 95 - 235 V. Szokásos névleges teljesítmény értékek: 35, 75, 150, 250, 400, 1000, 2000 és 3500 W. Csatlakozó foglalatuk lehet Edison típusú, vagy két végen fejt. Készülnek reflektor kialakításban is.

A fémhalogenlámpa egységgel előállítható fénycsapot 2 400 - 300 000 lm

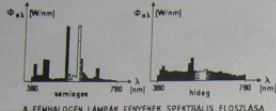
### Gazdaságossági jellemzői:

Fénycsapotjuk nagyon jó, 55-110 lm/W. élettartamuk 2 000-10 000 ora. Bekerülési költségük viszonylag nagy. Az előállított fénycsapotra vonatkoztatott bekerülési költsége kb 10-szer nagyobb, mint az egyszerű izzólámpa.

Üzemeltetési költsége a jó fénycsapot és a hosszú élettartam következtében viszonylag alacsony.



**Fényének minősége:**  
Fényének minősége a kislöcsőben lévő fémhalogénidektől függ. Fénye spektrális eloszlásának jellegét a következő ábra mutatja.



Színhőmérséklete 3000-6000 K között lehet, így fénye lehet meleg, semleges vagy hideg.

Színvisszaadása általában jó,  $R_a = 1a, 1b, 2a$  színvisszaadási csoportoknak megfelelő.

**Üzemelési tulajdonságai:**

Bekapcsolás után kb 5 perc felvételi idő múlva éri el névleges fénysűrűségét. Kikapcsolás vagy feszültség kimaradás követően kb 10 perc újrajuttatási idő elteltével szolgáltatja névleges fénysűrűségét. Vannak olyan típusok is ahol az újrajuttatási idő, csak néhány másodperc.

A fényforrás égési helyzete egyes típusoknál kötött.

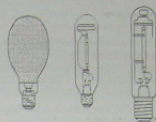
## NAGYNYOMÁSÚ NÁTRIUMLÁMPÁK

**Felépítés és működés:**

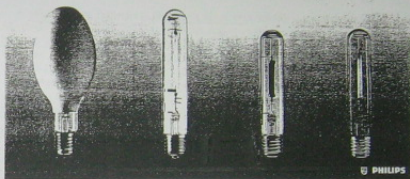
A nátriumlámpa kettős burából áll. A belső ún. nagyon jó fényáteresztő alumíniumoxid kerámia kislöcsőben nagynyomású nátriumgőz szolgáltatja a fényt. A kislöcsőben általában nagyfeszültségű gyújtó impulzus segítségével indul meg a fényt gerjesztő kislöcs. Van olyan típus is amelyik gyújtót nem igényel.



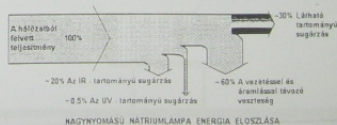
Készülnek adlátszó és áttetsző burával egyaránt.



NAGYNYOMÁSÚ HALOGENLÁMPÁK



A nagynyomású nátriumlámpa a felvett teljesítmény kb 1/3-át alakítja fényre. Az előtét teljesítmény felvételét számításba véve ez az arány kisebb.



#### Műszaki jellemzői:

A lámpák névleges feszültsége 50 - 100 V. Szokásos névleges teljesítmények 50, 70, 100, 150, 250, 400, 600, 1000, 2000 és 3500 W.

Csatlakozó foglalatuk lehet Edison típusú, vagy két végén fejezt. Hálózatra minden esetben segédberendezéssel csatlakoztatható.

A nagynyomású nátriumlámpa egységével előállítható fényáram 2 100 - 130 000 lm.

#### Gazdaságossági jellemzői:

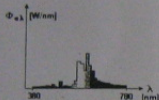
Fényhasznosítása 60-150 lm/W, a segédberendezés fogyasztását figyelembe véve ezek az értékek kisebbek. Élettartama várhatóan 10 000-28 000 óra.

Bekapcsolási költségük viszonylag nagy. Az előállított fényáramra vonatkoztatott bekapcsolási költsége kb 13-szor nagyobb, mint az egyszerű izzólámpáé.

Üzemeltetési költségük igen hosszú élettartamuk és nagyon jó fényhasznosításuk következtében nagyon alacsony.

#### Fényének minősége:

Fényének minősége nem nagyon jó, fényeloszlásának jellegét mutatja a következő ábra. Fényzárna meleg, színhőmérséklete 2000-2200 K. Színvisztaadása ugyancsak rossz, az  $R_a = 3$  és 4 színvisztaadási csoportba tartozik.



A NÁTRIUMLÁMPA FÉNYÉNEK SPEKTRÁLIS ELŐZSLÁSA

#### Üzemelési tulajdonságai:

Bekapcsolás után kb 6-15 perc felhúti idő múlva éri el névleges fényáramát. Kikapcsolás vagy feszültség kimaradást követően kb 1-5 perc újragyújtási idő elteltevel szolgáltató névleges fényáramát.

A lámpa égési helyzete kötetlen.

## A FÉNY ÚTJA A FÉNYFORRÁSTÓL A MUNKÁSÍKIG

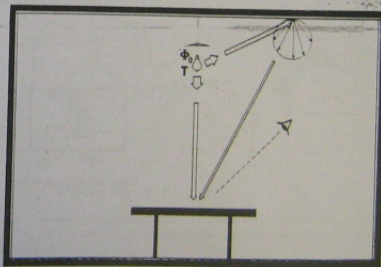
Mesterséges világítás esetén a fényforrás fényárama világítja a belsejét.

A fényforrás fényárama a lámpatesten keresztül jut a belsejébe egyes felületeire. A belsejébe felületei a fényáram egy részét valamilyen módon visszaverik, ily módon világítják egymást. (Minden reflexió csökkenti a tovább használható fény mennyiségét, így végül a használható fényáram elfogy.) A fény nagy sebessége miatt egy felületet egy adott pillanatban az ugyanabban a pillanatban a lámpából kibocsátott és a felületekről reflexiólt fények világítják.

Az előzőekből következik, hogy a belsejébe minden egyes felületet avakoriánlag egy féltér világítja, az a féltér amit a felület ügymond "lát" így a belsejébe adott felületet az "általá látott" féltérben lévő lámpatestek és felületek világítják, vagyis a felület egy féltérből érkező különböző irányú és mennyiségű fényáram hatásának van kitéve.

A belsejébe adott felületére a fényforrás fényárama sokféle úton és módon jut el. A fényforrás fényáramának útját, használható mennyiségét és minőségét a lámpatest és a felületek alakítják. Ahhoz, hogy ezek hatásait számításba lehessen venni és a belsejébe világítást tudatosan alakítani lehessen, ismételni kell a világítás-hatáslánc részletét. Ezzel követni a fény útját a fényforrástól a vonatkoztatási síkig.

A vonatkoztatási felület, vonatkoztatási sík vagy munkásík a belsejébe azon része amihez a látási feladat kapcsolódik. Ez munkahelyek esetében leggyakrabban az asztal síkja, kb 0,85 m, közlekedő területeknél a padló síkja.



A FÉNY ÚTJA

A fényforrás által kibocsátott fényt menneviségi szempontból a  $\Phi_0$  fényáram, minőségét tekintve pedig a gyakorlatban a T színhőmérséklet és az R színvisszatartás jellemzi.

A fényforrás minden esetben valamilyen lámpatestbe beépítve üzemel. A lámpatest (köznyelvben lámpa) szerepe igen sokrétű, egyaránt meg kell oldania világítás technikai és egyéb műszaki feladatokat.

A lámpatest a következőkkel befolyásolja a világítást

- elnyel a fényforrás fényének egy részét.
- terben osztja, irányítja a fényforrás fényét és
- esetenkint változtatja a fény minőségét (spektrális eloszlását).

A lámpatest legfontosabb, nem világítástechnikai funkciói:

- a lámpatestben nyer megoldást fényforrás energiaellátása,
- a lámpatest, mint szerkezet szolgál a terbeni elhelyezésre,
- a lámpatest védi a fényforrást a környezettől és a környezetet a fényforrástól.

A lámpatestet beépített fényforrással szakszerűen világítótestnek nevezik, amit a köznyelvben ugyancsak egyszerűen lámpának neveznek.

A lámpatest a fényforrás fényáramának egy részét elnyeli és csak egy részt sugároz ki a helyiségbe. Ebből a szempontból a lámpatest hatásosságát a  $\eta_L$  lámpatest-hatásfok mutatja.

A  $\eta_L$  lámpatest-hatásfok a lámpatestből kilépő  $\Phi_L$  és a fényforrás által előállított  $\Phi_0$  fényáram hányadosa.

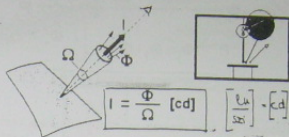


A világítás szempontjából a lámpatest elsőődleges feladata a fényforrás fényének kívánt módon történő terbeli elosztása.

A lámpatestek a terben különböző módon osztják, irányíthatják a fényforrás fényét.

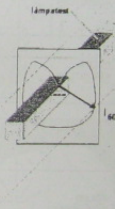
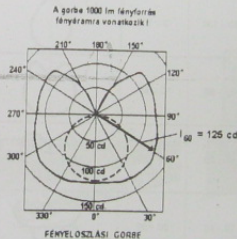
A fényelosztás kérdése, valamilyen felületről kilépő fényáram terbeli elosztása a fényerősség fogalom segítségével írható le.

A fényerősség a térpont esetére inté fényáram jele  $I$  egysége candela, [cd]

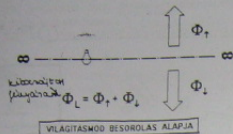


#### A FÉNYERŐSSÉG

A lámpatestek fényelosztását az ún. fényelosztási görbék segítségével lehet megadni. A fényelosztási görbe a lámpatesten alkalmaz irányban áttett egy szög alatti szög alatti és különböző irányokba sugárzott I fényerősség. A fényerősség vektor mennevisége. A fényelosztási görbe adott pontja a pont által jelölt irányba vett fényerősség vektor végpontja.



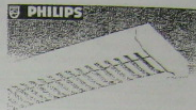
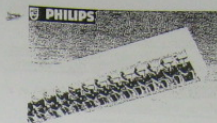
A lámpatesteket fényelosztásuk alapján világításmód csoportokba sorolják. A besorolás alapja a lámpatesten áttettett végtelen vízszintes sík fölé és alá kisugárzott fényáram aránya.



Jelentős különbség van a két fényszórás között, ugyanis az a fényszórás, amit a lámpa a vízszintes sík alá sugároz, elvben - végtelen nagy szoba esetén - teljes mennyiségében eljuthat a munkasíkra, az a fényszórás, amit a lámpa a vízszintes sík fölé bocsát ki, csak egy vagy több reflexió után, s így csak részben érheti el a munkasíkot.

VILÁGÍTÁSMÓD	$\frac{\Phi_T}{\Phi_L} \cdot 100\%$	$\frac{\Phi_D}{\Phi_L} \cdot 100\%$	FÉNYELŐSZLÁSI GÖRBE JELLEGE
KÖZVETLEN	90 - 100	0 - 10	
FŐLEG KÖZVETLEN	60 - 90	10 - 40	
SZÓRT	40 - 60	40 - 60	
FŐLEG KÖZVETETT	10 - 40	60 - 90	
KÖZVETETT	0 - 10	90 - 100	

VILÁGÍTÁSMÓD



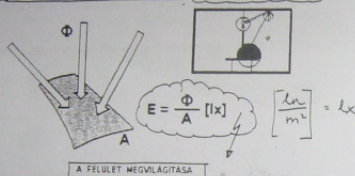
A lámpatestek elhelyezése a belső térben és a fényeloszlásuk együttesen határozzák meg a belső tér egyes felületeinek megvilágítás eloszlását.

A lámpatestek még egy vonatkozásban hathatnak a fényforrás fényének felhasználására, nevezetesen amennyiben fényáteresztő illetve reflektáló felületi színesek, úgy módosítják a fényforrás fényének minőségét, színet.

Általános világítás olyan lámpatesteket használunk amelynek a fényáteresztő és a fényt reflektáló részeit színtelenek, s így a fényforrás fényét nem torzítják.

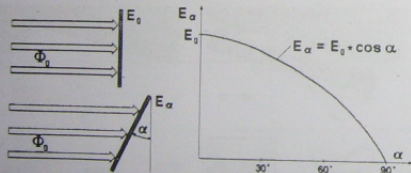
A lámpatestből kilépő fény megvilágítja a belső tér felületeit, ennek jellemzésére szolgál a megvilágítás

A megvilágítás az egységnyi felületre eső fényáram (jelölés: E, egysége: lux (lx))



A megvilágítás azt a hatást mutatja aminek a felület ki van téve

Adott felület megvilágítása függ a beeső fény irányától. Adott fényáram esetén legnagyobb a megvilágítás, ha az merőlegesen esik a felületre. A felülettel párhuzamos sűrűlő fény nem eredményez megvilágítást.



MEGVILÁGÍTÁS FÜGGÉSE A BEESÉSI SZÖGTÖL

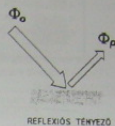
Ebből az összefüggésből következik továbbá, hogy egy felülethez közel elhelyezett lámpa csak a felület közeli részét világítja hatáson.

Adott felületre különböző forrásokból jövő egységejű megvilágítások összeadhatók.

A megvilágított felületek a rájuk eső  $\Phi_0$  fényáram

- egy  $\Phi_p$  részét visszavernek
- egy  $\Phi_a$  részét elnyelik és
- egy  $\Phi_t$  részét átengedik, amennyiben fényáteresztő felületek.

$$\Phi_0 = \Phi_p + \Phi_a + \Phi_t$$



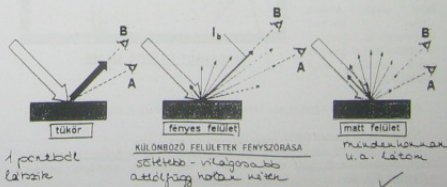
Az egyes részek aránya

- a  $\rho$  reflexiós tényező  $\rho = \frac{\Phi_p}{\Phi_0}$  visszaverés
- az  $\alpha$  abszorpciós tényező  $\alpha = \frac{\Phi_a}{\Phi_0}$  elnyelés
- a  $\tau$  transzmissziós tényező  $\tau = \frac{\Phi_t}{\Phi_0}$  átengedés

A reflexiós tényező a felület fényvisszaverő képessége

A fényáram  $\Phi_a$  visszavert hányada az a rész, ami a látás szempontjából, mint érzékelhető illetve a belső tér többi felületeinek világítása szempontjából, tovább hasznosítható.

A felületek minőségüktől függően módon verik vissza és szórják fényt. Ebből a szempontból a felületek három csoportba sorolhatók a következő ábrák szerint. A felületek fényszórása fényerősség eloszlással jellemezhető.



Az ábrák tanúsága szerint

- a matt felületek a fényt beesési iránytól függetlenül szabályosan verik vissza,
- a tükör és fényes felületek a fényt beesési iránytól függően, nagymértékben egyenlőtlenül, szabálytalanul reflektálják.

Tükör esetén a megvilágított pont csak "B" irányból látható.

Fényes felületnél a megvilágított pont különböző mértékben világos "A" ill. "B" nézési irányból szemlélve

Matt felületnél a megvilágított pont nézési iránytól függetlenül azonos világosságú.

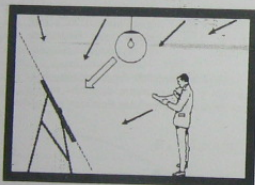
A felületeket megvilágító fény  $\Phi_e(\lambda)$  és a visszavert fény  $\Phi_p(\lambda)$  minősége azaz hullámhossz szerinti összetétele, a visszaverő felület fényvisszaverésének hullámhossz függésből  $\rho(\lambda)$  függően lehet azonos illetve közel azonos vagy többé-kevésbé különböző a következő összefüggésnek megfelelően

$$\Phi_p(\lambda) = \rho(\lambda) \cdot \Phi_e(\lambda)$$

A fehér, fekete és szürke, azaz nem színes felületek esetén a megvilágító és visszavert fény minősége közel azonos

A színes felületek a színűktől eltérő fénytartomány túlnyomó részét elnyelik, így a megvilágító és visszavert fény minősége nagymértékben különbözik.

Az adott vonatkoztatási felületet a lámpatestből közvetlenül és a besötétített felületeknek egy részéről jövő fénysugarak világítja meg. A vonatkoztatási felület adott pontját a besötétített minden olyan pontja megvilágítja, amit e pont úgy mond "lát", vagyis minden felületelemet egy féltér világít, aminek elemei lehetnek lámpatestek és különböző mértékben megvilágított és eltérő mértékben fényt reflektáló felületek.



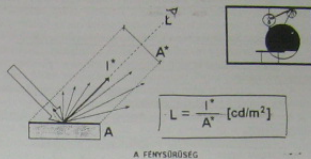
MUNKASIKOT VILÁGÍTÓ FELTÉR

A szemlélő a látótér egyes részeit különböző világosságúnak és eltérő színűnek látja.

Hogyan látszik a nézett felület?

Az adott irányból néző szem a felületelem  $A^*$  látható virtuális nagyságáról  $I^*$  fényerőssége határozza meg, ennek alapján a felületelemet valamilyen mértékben világosnak látja, amit lát az a felületelem fényerőssége.

Az fényerősség felület adott irányú fajlagos fényerőssége, jele:  $L$ , egysége:  $cd/m^2$



A FÉNYERŐSSÉG

Az előzőekből következik, hogy

- a tükör és a fényes felületek fényerőssége a nézési iránytól függően változik,
- a matt felületek fényerőssége nézési iránytól függetlenül állandó.

A vizuális környezet alakítása szempontjából a matt felületek alkalmazása előnyös.

## A VILÁGÍTÁSSAL SZEMBEN TÁMASZTOTT IGÉNYEK

A világítással szemben elméletileg a következő igények támaszthatók.

1. A világítás biztosítása az adott feladathoz szükséges megfelelően pontos és gyors látást.  
A pontos látható az adott feladatnak megfelelő mértékben látni kell a részleteket azok színeit és a részletek terjedését.
2. A világítás által okozott látási diszkomfort legyen megfelelő mértékben korlátozott.
3. A világítás olyan legyen, hogy az látási feladatot kiszolgáló szádaságos legyen.

Az elméletileg megfogalmazható elvárásokat a gyakorlatban akkor lehet kielégíteni, azoknak akkor lehet érvényt szerezni, ha a követelményeket a világítás mérhető, ellenőrizhető jellemzőivel definiáljuk.

A megfelelő láthatóhoz az adott feladatnak megfelelő mértékben, érzéklni kell a részleteket. Az, hogy a környezet adott részéről pontos képet érzékeli azt jelenti, hogy a szükséges mértékben meg tudjuk különböztetni a részletek kiterjedését, fényerősséget és színt továbbá érzékeli térbeliséget.

- ① A megfelelő látás igénye a következő világítási jellemzők előírható értékeivel biztosítható

Megvilágítás a vonatkoztatási felületen  
Színvisszaverés  
Árnyéklaras

- ② A látási diszkomfort mértéke a következő világítási jellemzők előírt értékeihez kötődik.

Fényerő  
Káprazás  
Fényerősség arányok

- ③ A látási feladatot kiszolgáló világítási berendezés akkor szádaságos, ha  
A mesterséges világítás lefűtése és üzemeltetése szádaságos  
A vizuális feldolgozás szádaságos

Az egyes igények esetenként különböző mértékben jelentkeznek, így adott látási feladathoz a lehetséges igen nagy számú igény kombináció egyike tartozik.

## MEGVILÁGÍTÁS A VONATKOZTATÁSI FELÜLETEN.

A vonatkoztatási felület, amire az látási feladat kapcsolódik. Minthogy az a legtöbb esetben látás valamilyen munkához köthetik szokások elnevezés a munkások is. Általában esetben, elérő igény hiányában, munkahelyeken a munkások a padló fölött 0,85 m magassághon lévő vízszintes sík, közlekedő területeken a padló síkján.

Adott látási feladat meghatározott látóélességet illetve kontraszterekenységet, azaz meghatározott látótélejesítmény igényével.

Minthogy a látótélejesítmény a látóter átlagos fényerősségetől függ, a látóter eleminek fényerőssége pedig, az  $L = p \cdot E$  összefüggés szerint, a p felület jellemző és a felület E megvilágítás függvénye, ha a belsőter felületi adottak ( $p = \text{állandó}$ ), akkor a látóter átlagos fényerőssége a felületek megvilágításával változtatható.

$L = E$

Ilyen módon adott belsőter esetén a látóter átlagos fényerőssége igénye, mint megvilágítás igen fogalmazható meg.

A belsőter határoló felületeinek átlagos fényvisszaverését a gyakorlatban a következő érték tartományban szokták és tanácsos tartani:

- mennyezet:	60-80 %
- oldalfalak:	40-60 %
- padló:	20-30 %

A vonatkoztatási felület reflexiója a gyakorlatban igen széles határok között változik ugyan, de adott feladat esetén többnyire jól behatárolható értékű.

Így adott rendeltetésű belsőter feltetelezett kialakítása (felületeinek meghatározott fényvisszaverése) és a látási feladat jellemzőinek ismeretében meghatározható az a megvilágítás, ami mellett a feltetelezhető látóter átlagos fényerőssége biztosítja a feladathoz szükséges látótélejesítményt.

A szükségesnél nagyobb megvilágítás nagyobb látóter átlagos fényerősséget (magasabb adaptációs szintet) és következetesen nagyobb látótélejesítmény eredményez.

A nagyobb megvilágítás kedvezően befolyásolja a munkatelejesítmény és az elfáradást, ugyanakkor mind a létesítés, mind az üzemeltetés tekintetében költségesebb.

A vizuális feldolgozás szempontjából esetenként definiálható optimális megvilágítás. Ez általában sokkal nagyobb annál az értékénél, ami a látási feladathoz okvetlenül szükséges.

A jelenlegi gyakorlat szerint a tevékenységekhez nagyobb megvilágítás alkalmazni, mint ami ahhoz elengedhetetlenül szükséges és kisebbet annál, mint ami optimálisnak ítéltető. Például olvasni lehet néhány tíz lux megvilágítással is azonban az ilyen feladathoz rendelt megvilágítás névleges értéke néhány száz lux, jóllehet az optimális érték ezer lux körül van.

Az egyes országok lehetőségeiktől függően elérő megvilágítás irán elő adott tevékenységhez. Az optimális általában néhány ezer lux értékű megvilágítást azonban csak a feladatok igen szűk körében engedik meg a lehetőlegesebb országok is.

A belsőterek rendeltetéséből következnek az a látási feladat, aminek megfelelő világítást kell szolgáltatni. Így a vonatkozó szabványok adott rendeltetésű helyiségekre adják meg a megvilágítási igényt. Az igények, elsősorban a gazdasági lehetőségeiktől függően, országokonként változhatnak.

A megvilágítási igényt, mint  $E_n$  névleges megvilágítást adják meg. Ez az ajánlott megvilágítás a vonatkoztatási felületre illetve munkasíkra vonatkozó átlagérték.

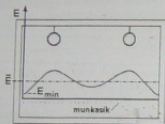
A Magyarországon szabványosított  $E_n$  névleges megvilágítás értékek 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1 000, 1 500 és 2 000 lx.

Adott rendeltetéshez ezek közül az értékek közül választható névleges megvilágítás.

A vonatkoztatási felületen a megvilágítás kívánt átlagértékét, a szabványban előírt egyenletességgel kell szolgáltatni. Ez biztosítja, hogy a vonatkoztatási sík legrosszabbul megvilágított részén is elegendő legyen a megvilágítás.

A megvilágítás térben (vonatkoztatási síkon levő) egyenletessége az térbeli egyenletességi tényezővel adható meg az alábbi összefüggés szerint:

$$\epsilon = \frac{E_{\min}}{E}$$



A MEGVILÁGÍTÁS TÉRBELI EGYENLETESSÉGE

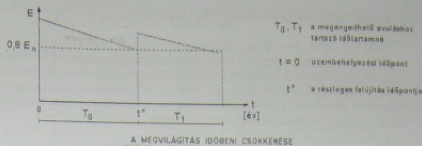
A térbeli egyenletesség kívánt értéke általában 1/2 és 1/10 között van. Ez figyelembe véve a fényűrűség különbség érzékelés logaritmikus jellegét, azt jelenti, hogy a homogén felületet 1/3 és 1/10 közötti egyenletességgel megvilágítva az érzékelt fényűrűség különbségek 70 és 130 % között várhatók.

Az azonos megvilágítási igényű munkavégzésre szolgáló helyiségekben a térbeli egyenletesség nagyobb kell, hogy legyen, mint 1/3.

Munkavégzésre nem szolgáló, pihenésre, közlekedésre, várakozásra szolgáló terekben a térbeli egyenletesség korlátja az 1/10.

Különböző megvilágítást igénylő helyiség részek, egymásba nyíló helyiségek átlagos megvilágításának kívánt aránya legalább 1/5.

A megvilágítással kapcsolatos probléma a megvilágítás időbeni változása. Adott mesterséges világítási berendezés legnagyobb megvilágítást az üzembeliyezések során a üzemelés során a szolgáltatott megvilágítás a berendezés avulása (öregedés és piszkolódás) valamint a belsőtéri felületek piszkolódása miatt folyamatosan és északszerűen csökken. Így a berendezés hatásfoka is egyre rosszabb lesz.



E csökkenés csak bizonyos határig engedhető meg, részben a látási feltételek romlása, részben a világítás rossz hatásossága miatt.

Általános esetben a megvilágítás a vonatkozó névleges érték 80 %-át tekintik az elfogadható átlagos megvilágítás alsó határának. Amennyiben ezen alsó határnak megfelelő értékre csökken a világítási berendezést legalább részlegesen fel kell újítani. Ez a gyakorlatban elsősorban a fényforrás cserét, lámpatest tisztítást jelent s csak ritkábban terjed ki a belsőtéri felületek felújítására.

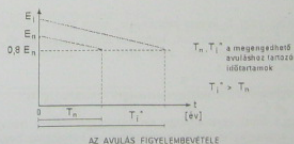
Az avulást már a mesterséges világítási berendezés tervezése során figyelembe veszik az  $k_a$  tervezési tényezővel (aminek szokásos értéke 1,25-1,65), oly módon, hogy a berendezést:

$$E_i = k_a \cdot E_n$$

kezdeti megvilágítás értékre tervezik.

Tisztább környezetbe a kisebb, piszkosabb környezetben a nagyobb avulási tényezőt veszik számításba.

Így a megvilágítás létesítéskor magasabb, mint a névleges érték és hosszabb lehet a karbantartási ciklus idő.





### Hogyan elégíthető ki a megvilágításra vonatkozó igények ?

Az  $E_v$  [lx] kezdeni megvilágítás értéknek megfelelő átlagos megvilágítás biztosítás az  $A_v$  (m<sup>2</sup>) munkasíkon az alkalmazni kívánt világítástól, továbbá a helyiség adottságaitól függő  $\Phi_{0v}$  (lm) fénysáram beépítései, fényforrásokkal történő elbálintásával biztosítható. A  $\Phi_{0v}$  beépített fényáramnak csak egy része jut el közvetlenül, vagy felületekről visszaverve közvetlenül a vonatkoztatási síkra. A vonatkoztatási síkot megvilágító ( $E_v = A_v$ ) és a beépített fényáram ( $\Phi_{0v}$ ) aránya a világítás hatásfoka

$$\eta_v = \frac{E_v \cdot A_v}{\Phi_{0v}}$$

A világítás hatásfoka mutatja meg, hogy a fényforrások által előállított fényáram mekkora hányada jut el a vonatkoztatási síkra.

#### A világítás hatásfoka függ

- a világítás módjától ( közvetlen, főleg közvetlen, szort, főleg közvetett, közvetett),
- a  $\eta_v$  lámpatest-hatásfokától,
- a helyiség geometriai arányaitól és határoló felületeinek reflexiójáról.

#### A világítás hatásfoka annál nagyobb

- minél közvetlenebb a világítás,
- minél jobb a lámpatest-hatásfoka,
- minél szimmetrikusabb az alaprajz (négyzet) és minél közelebb van a lámpatest a vonatkoztatási síkhoz, továbbá minél nagyobb a felületek reflexív tényezője.

A világítás hatásfok értékeit a különböző számítási eljárások táblázatokban közlik. A világítás hatásfok értéke a gyakorlatban 0,1 és 0,6 között vannak.

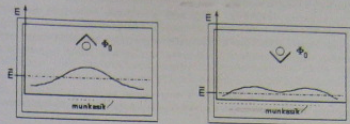
A világítás hatásfoka egyben a világítási berendezés gazdaságosságának egyik fontos jellemzője.

Adott belsőter, adott  $E_v$  átlagos megvilágítási igénye tehát, a különböző világítási megoldásoktól függően, nagyon sok, különböző értékű beépítendő  $\Phi_{0v}$  fényárammal biztosítható. Adott esetben ezek közül olyat kell választani, amelyik a többi követelménynek is eleget tesz.

### Hogyan elégíthető ki a térbeli egyenletességre vonatkozó igény ?

Ez az igény a térbeli egyenletességet befolyásoló körülmények mérlegelése alapján elégíthető ki, a megvilágítás térbeli egyenletessége úgy biztosítható, hogy az  $E_v$  elemi kívánt kezden megvilágítást szolgáltató megoldások közül ki kell választani, azt aminek egyenletessége megfelelő.

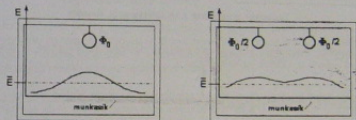
A megvilágítás térbeli egyenletességét az alábbi körülmények befolyásolják:  
- a világításmód ( a lámpatest fényeloszlása)



VILÁGÍTÁSMÓD HATÁSA TÉRBELI EGYENLETESSEGRE

A közvetlenlől a közvetett világítás fele haladva a megvilágítás térbeli egyenletessége javul.

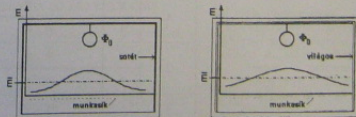
- a lámpa egységjeljesítmény  $\Phi_{0v}$   
Minél kisebb a lámpa egységjeljesítmény, annál többet kell beépíteni a szükséges fényáram biztosításához.



LÁMPAEGYSEG JELTESÍTMÉNY HATÁSA TÉRBELI EGYENLETESSEGRE

Az adott beépítendő fényáramot minél több lámpa állítja elő, annál egyenletesebb megvilágítás eloszlás érhető el.

- a határoló felületek fényvisszaverése  
Minél nagyobb a mennyezet, oldalfalak és a padló fényvisszaverése, annál jobb a világítás térbeli egyenletessége.



HATÁROLÓ FELÜLETEK REFLEXIÓINAK HATÁSA TÉRBELI EGYENLETESSEGRE

Az egyes felületek viszonylagos szerepe attól is függ, hogy mennyire van megvilágítva vagyis függ a világítás módja.

Igy közvetlen világításnál a legkisebb a felületek befolyásoló hatása, a falak fényvisszaverésének hatása lehet számottevő, közvetett világításnál a legnagyobb a felületek hatása, elsősorban a mennyezet fényvisszaverése játszik nagy szerepet. A közbeszó világítás módoknál a mennyezet és oldalfalak hatása egyaránt számottevő lehet.

A gyakorlat általános eseteiben a megvilágítás térbeli egyenletessége jó, ha a lámpatestek elhelyezése kielegíti a következő világításmódhoz rendelt arányokat:

Világításmód	a	m
Közvetlen	(1,2 - 1,5) d	0 - h/6
Főleg közvetlen	(1,5 - 2,0) d	h/6 - h/6
Szórót	(2,0 - 2,5) d	h/6 - h/4
Főleg közvetett	(2,5 - 3,0) d	h/4 - h/3
Közvetett	(3,0 - 4,0) d	h/3 - h/2

LÁMPATEST ELHELYEZÉSE A VILÁGÍTÁSMÓDTÓL FÜGGŐEN

A legtöbb mesterséges világítás meretezésére szolgáló számítógépes programok általában számolják a térbeli egyenletességet is.

## MEGFELELŐ SZÍNVISSZAADÁS

Mesterséges világításra fehér fényt alkalmazunk. A fényforrások fehér fényének minősége különböző lehet abból a szempontból is, hogy fényük mellett mennyire érezzük természetesnek az egyes anyagok színeit. Amennyiben a fényforrás fényével megvilágított felület színe megegyezik a "természetes szín"-ével akkor a fényforrás színvisszaadása hibátlan, ha a dolgok színe eltérnek a természetesétől, úgy a színvisszaadás csak többé-kevésbé jó.

A fényforrásokat ebből a szempontból színvisszaadási indexszel jellemzik és színvisszaadási fokozatba sorolják. A tökéletes színvisszaadás esetén a színvisszaadási index értéke  $R_a = 100$ ,  $R_a = 40$  alatt gyakorlatilag teljesen hibás a színelismerés.

Színvisszaadási fokozat	Színvisszaadási index $R_a$	
1.	a	> 90
	b	80 ... 90
2.	a	70 ... 80
	b	60 ... 70
3.		40 ... 60
4.		20 ... 40

A megfelelő látáshoz a színek pontos érzékelése a látási feladattól függően eltérő mértékben szükséges.

A színvisszaadás igénye a színvisszaadási fokozat megadásával történik. Az 1 és 2 fokozatnál csak ritkán adják meg az azon belüli a vagy b fokozatot.

Hogyan elégíthetők ki a színvisszaadásra vonatkozó igények ?

A különböző látási feladatokhoz a megfelelő színvisszaadási fokozatnak megfelelő fényforrás alkalmazásával és a belső felületek megfelelő választásával biztosítható.

A mesterséges fényforrások színvisszaadása:

	színvisszaadási fokozat
- izzlólámpák	1a
- halogén lámpák	1a
- törpefeszültségű halogén izzlólámpák	1a
- fénycsővek	1a, 1b, 2a, 2b, 3
- kompakt fénycsővek	1a, 1b
- higanylámpák	3
- kevertfényű lámpák	3
- fémhalogén lámpák	1a, 1b, 2a, 2b
- nagyvomású nátriumlámpák	3, 4

Az előzőekből látható, hogy csak az izzlólámpa egyértelműen kiváló színvisszaadást, fénycsővek, kompakt fénycsővek és fémhalogén lámpák esetében fennáll a választás, így a helytelen választás lehetősége. A higanylámpák, kevertfényű lámpák és nátriumlámpák fénye mellett jelentős színtorzulással lehet számolni.

A belső tér minden egyes felületének megvilágítását az általa úgynevezett "látott" feltér szolgáltatja, így a vonatkoztatási síkot általában esetben a lámpák fénye közvetlenül és a mennyezetről, oldalfalról és berendezési tárgyakról visszavert fény világítja. A visszavert fény a fényforrás fénye. Amennyiben a felületek egy része színes felület színes, az arról visszavert fény már torzul és színvisszaadása romlik. Ha a belső felületek számottevő része színes, akkor ezek hatása a teljes világításra olyan mértékű lehet, hogy az eredő színvisszaadás még a megfelelően választott fényforrás esetén sem jó.

A megfelelő színvisszaadásához szükséges, hogy a belső felületek csak korlátozott mértékben legyenek színesek.

## MEGFELELŐ ÁRNYÉKHATÁS

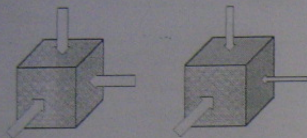
Az árnyékhattal, mint problémával a világítás kapcsán két vonatkozásban találkozunk. Az egyik a vetett árnyék problémája, a másik a területet segítő árnyékhattal.

Amennyiben a vonatkoztatási felület megvilágító fény erősen irányított és a láttatni kívánt felületre valami, például a kéz árnyékot vet, ez mint vetett árnyék pontosan annak a felületrésznek a megvilágítását csökkenti, amelynek a láttatása a cél. Például jobb

kezével írás és jobb oldalról jövő fény esetén a kez árnyékát vet a papír azon részére amin pont írunk. A zavart vetett árnyékot mindenképpen el kell kerülni.

Az egyébként azonos színű felületek különböző megvilágítása és így különböző fényerőssége érzékelteti a térbeliséget.

A térlejtést segítő árnyékhatas az előzőtől eltérően hasznos. Ez esetben valamilyen térben tárgy térbeli érzékeltetését az segít elő, hogy az a különböző irányokból érkező megvilágítást kap.

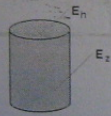


ÁRNYÉKHATÁS TERLEJTÉS

Azt, hogy a világított tér adott pontjában milyen mértékben biztosít terlejtést a világítás

- az  $E_v$  függőleges és az  $E_h$  vízszintes felületek megvilágításának vagy
- az  $E_v$  un. hengeres vagy cilindrikus és  $E_h$  vízszintes felületek megvilágításának az aránya jellemzi.

(Az  $E_v$  hengeres vagy cilindrikus megvilágítás függőleges felületek átlagos megvilágítását mutatja.)



HORIZONTÁLIS ÉS CILINDRIKUS MEGVILÁGÍTÁS

Általános esetben a világítás ebből a szempontból megfelelő, ha az  $E_v$ ,  $E_h$  illetve az  $E_v/E_h$  arány nagyobb mint 1/3.

Hogyan elégíthetők ki az árnyékhatasra vonatkozó igények ?

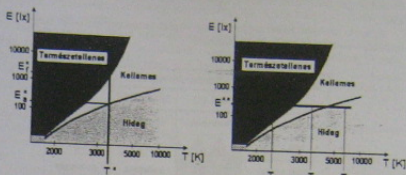
A megfelelő térlejtést elősegítő világítás biztosításához tehát az  $E_v$  illetve  $E_h$  függőleges és az  $E_h$  vízszintes felületek megvilágításának kívánt arányát kell biztosítani.

A különböző irányokból érkező és kívánt arányú megvilágítás a

- megfelelő fényelosztású lámpák alkalmazásával,
- megfelelő számú lámpa elcsúszni elrendezésével valamint
- az oldalfalak és mennyezet reflexiók előzőekkel összehangolt megvilágításával érhető el.

## MEGFELELŐ FÉNYSZÍN

A világítás színhatása akkor megfelelő, ha a használt fényforrás színhőmérséklete (azaz fényszíne) és az vonatkozási síkon létrehozott átlagos megvilágítás összehangolt. Az összehangolás alapja a **Kroithoff diagram**.



MEGFELELŐ FÉNYSZÍN - KELLEMESEN SZÍNÉRZET

E szerint adott  $T^*$  színhőmérsékletű fényforrással létrehozható világítások a megvilágítás értékétől függően eltérő szubjektív hatást gyakorolnak a szemelőre, különböző színérzetet keltenek, nevezetesen

- $E_v^*$ -nál kisebb megvilágításoknál a világítást hidegnek érzük, a színérzet hideg.
- $E_v^*$  és  $E_v^*$  közötti megvilágítások esetén a világítást kellemesnek vesszük, a színérzet kellemes.
- $E_v^*$ -nél nagyobb megvilágításoknál a világítást természetellenesnek ítéljük, a színérzet természetellenes.

A diagramból követhet továbbá, hogy egy adott  $E_v^*$  megvilágítás szubjektív megítélése az alkalmazott fényforrás színhőmérsékletétől függ, nevezetesen

- $T_I$  színhőmérsékletű fényforrással a világítás természetellenes hatást kelt.
- $T_B$  színhőmérsékletű fényforrással a világítás kellemesnek tűnik és
- $T_{III}$  színhőmérsékletű fényforrással a világítást hidegnek érezzük.

Ha a megvilágítás és színhőmérséklet érték-pár mellett a világítás kellemes akkor azt mondjuk, hogy a világítás színérzete megfelelő.

Hogyan elégíthetők ki a fényszínre vonatkozó igények ?

A gyakorlatban ennek az igénynek a kielégítés a következő módon történik.

A fényforrásokat színhőmérsékletük alapján három színhőmérsékleti csoportba sorolják:

- M jelű (meleg) csoportba tartoznak azok a fényforrások, amelyek színhőmérséklete kisebb, mint 3300 K,

- S jelű (semleges) csoportba tartoznak azok a fényforrások, amelyek színhőmérséklete 3300 és 5300 K között van.
- H jelű (hideg) csoportba tartoznak azok a fényforrások, amelyek 5300 K-nál nagyobb színhőmérsékletűek.

A névleges megvilágítás értékeket ugyancsak tartományokba sorolják.

Az egyes színhőmérsékleti csoport - megvilágítás tartomány érzék-pár esetén várható színezeti az alábbi táblázat szerint értekelhető

MEGILÁGÍTÁS [lx]	SZÍNHŐMÉRSÉKLETI CSOPORT		
	MELEG	SEMLEGES	HIDEG
0 < 500	kellemes	semleges	hideg
500 - 1000	hideg	kellemes	hideg
1000 - 2000	hideg	kellemes	semleges
2000 - 3000	hideg	kellemes	semleges
>3000	hideg	kellemes	kellemes

MEGILÁGÍTÁS - SZÍNHŐMÉRSÉKLET - KELLEMES SZÍNEZET

A világítást tehát olyan fényforrás alkalmazásával kell kialakítani, amelyik színhőmérsékleti csoportja, az adott megvilágítási szint esetén megfelelő színezetet biztosít.

A mesterséges fényforrások színhőmérsékletük alapján a következő fényszín-csoportokba tartoznak:

	színhőmérsékleti-csoport
- izzólámpák	M
- kűsfeszültségű halogén izzólámpák	M
- törpefeszültségű halogén izzólámpák	M
- fénycsővek	M, S, H
- kompakt fénycsővek	M, S, H
- higanylámpák	M, S
- kevertfényű lámpák	M, S
- fémhalogén lámpák	M, S, H
- nagyjonású nátriumlámpák	M

Mintegy fénycsővek, kompakt fénycsővek, higanylámpák, kevertfényű lámpák és fémhalogén lámpák esetén a fényforrás fényszíne különböző lehet, az ezekkel megoldott világításnál e tekintetben fennáll a helytelen alkalmazás lehetősége, és a világítás színhátsága a fényintérlől függően lehet jó vagy rossz.

## ELFOGADHATÓ KÁPRÁZÁS

A káprázás olyan látási állapot, amelyben a látás kényelmelen és a vizuális feldolgozás teljesítménye csökken. A káprázást a látótérben lévő, viszonylag nagy fényerőségre felület okozza. Mesterséges világítás esetén a helyiségben előforduló legnagyobb fényerőségre a lámpatest fényerősége, így a káprázást közvetlenül vagy közvetve a lámpák okozza.

A káprázás lehet közvetlen vagy közvetett. Közvetlen (direkt) káprázás esetén a látható lámpatest okozza a diszkomfortot, közvetett (indirekt) káprázásnál pedig annak tükröképe valamilyen látótérben lévő fényes, tükröző felületen.

Lehetséges, de ritka az az eset amikor nagyon erősen megvilágított matt felület okoz káprázást.

A káprázás különböző mértékű lehet, szélső esete a vakítás, ami a látás részlegre vagy teljes időleges megszűnését eredményezi.

A viszonylag nagyobb fényerőségre eltérő mértékű zavarást okozhat attól függően, hogy

- mekkora a káprázató felület, ugyanis az minél nagyobb annál erősebb a zavaró hatás,
- milyen a káprázató felület környezetének, a látótér többi részének fényerősége, ugyanis ha környezet fényerősége nagyobb, akkor a káprázató hatása kisebb és fordítva,
- a látótér melyik részében van a káprázató felület, annál erősebb a káprázás, minél közelebb van a látótér tengelyéhez, a látótér ebből a szempontból kritikus része az alábbi ábra szerinti tartomány.

A káprázás szoros összefüggésben van a lámpatest kialakításával annak fényeloszlásával. A fényforrások fényerősége a fénycsővek, kompakt fénycsővek valamint egyes áttetsző burájú izzólámpák kivételével olyan nagy, hogy arra a közvetlen rálátás megengedhetetlen. A lámpatestek emiatt vagy takarják a fényforrást, vagy csökkentik fényerőséget fényt (nagyobbn felületen elosztva) vagy azt célszerűen irányítják.

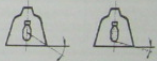
A fényforrásra történő rálátás megakadályozásának legkézenfekvőbb módja a lámpatest megfelelő árnyékolási szöggel történő kialakítása.

A káprázás várható lehetősége függ a világításmódtól, legnagyobb a közvetlen és legkisebb a közvetett világításmód esetén.

A káprázás megengedhető mértéke a helyiség rendeltetésétől függően más és más lehet.



KÁPRÁZÁS SZEMPONTJÁBÓL KRITIKUS NÉZÉSI TARTOMÁNY



ÁRNYÉKOLÁSI SZÖG

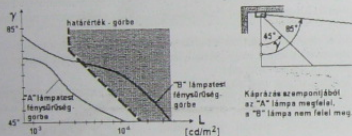
A káprázás korlátozásával kapcsolatos igényt a gyakorlatban, mint szükséges káprázási fokozatot adják meg. Az elfogadható káprázásnak három fokozata van.

- az  $G = 1$  fokozat fokozott,
- a  $G = 2$  fokozat átlagos,
- a  $G = 3$  fokozat mérsekkelt káprázás korlátozásnak felel meg.

Hogyan elégíthetők ki a káprázás korlátozásra vonatkozó igények ?

A közvetlen káprázás korlátozásának megfelelése a lámpatest különböző irányokból látható fényssűrűsége, a belsőter geometriai elrendezése és a helyiség tervezett  $E_{h0}$  névleges megvilágítása alapján értékelhető.

Adott  $E_{h0}$  névleges megvilágítása és  $G$  káprázási fokozathoz tartozik egy ún. határérték görbe. A határérték görbe mutatja az adott esetben az egyes rálatási irányokhoz tartozó, megengedhető fényssűrűség értékeit. A káprázás-korlátozás megfelelő, ha az alkalmazott lámpatest nézési iránytól függő fényssűrűség értékeinek  $L_L(\gamma)$  görbéje, az adott követelménynek megfelelő határérték görbétől balra esik ( a lámpatest fényssűrűségei kisebbek a megengedettnél).



KÁPRÁZÁS ÉRTEKELÉS HATÁRÉRTÉK GÖRBÉVEL

Az igényes lámpatest katalógusok a káprázás értekeléshez közik az egyes lámpákra vonatkozó  $L_L(\gamma)$  görbét a határérték görbékkel együtt.

A közvetett káprázás korlátozás a fényes tükröző felületek alkalmazásának kerülésével biztosítható. Amennyiben a fényes felület adottság, akkor

- esetenként a szemelő-tárgy-lámpatest célszerű geometriai elrendezésével vagy
- a tükröződő fényssűrűség korlátozásával lehet a káprázást kívánt szintre korlátozni.

## MEGFELELŐ FÉNYSSŰRŰSÉG ARÁNYOK

A vizuális feldolgozás során a látási feladat látóter rengelyében van. A nézett tárgy és közeli valamint távolabbi környezete általában eltérő fényssűrűségű. Ez az elérés akkor kedvezőek ha bizonyos arányoknak megfelel.

Általában megfelelőek a látóter fényssűrűség arányai, ha háttér fényssűrűsége ( $L_h$ ) annak a felületnek a fényssűrűségénél amihez a látási feladat kapcsolódik ( $L_f$ ) (például olvasott könyvlap) korlátozott mértékben tér el, azaz ha  $1/3 * L_f < L_h < 5 * L_f$

Hogyan elégíthetők ki a megfelelő fényssűrűség arányokra vonatkozó igény ?

A kívánt fényssűrűség arányok elsősorban a látóterben lévő felületek reflexiós tényezőinek megválasztásával érhetők el.

Általában megfelelők a fényssűrűség arányok, ha

- mennyezet reflexiós tényezője  $\rho > 0,7$ ,
- oldalfalak reflexiós tényezője  $\rho > 0,5$ ,
- padló reflexiós tényezője  $\rho > 0,2$  továbbá, ha
- a munkafelület reflexiós tényezője  $\rho = 0,2 - 0,5$  és világosabb mint a környezet,
- a bútorzat reflexiós tényezője  $\rho = 0,4 - 0,5$

## A VILÁGÍTÁSI BERENDEZÉS GAZDASÁGOSÁGA

Adott világítási igényszintet több, különbözőképpen kialakított berendezéssel lehet kiszolgálni. Ezek egymástól elterhetnek fényforrás, világításmód, lámpatest megjelenés, stb tekintetében. Az alternatív lehetőségek közül értelemszerűen a leggazdaságosabb kialakítás a legelőnyösebb.

Az alternatív lehetőségek összehasonlítása során értelemszerűen össze kell vetni a létesítési, üzemeltetési és ezek együttes költségét.

Bár a leggazdaságosabb megoldás esetenként, elemzés alapján választható ki, a költség összetevőknékné vannak olyan jellemzők, amelyek alapján adott esetben egy gazdaságos megoldások köre behatárolható.

- Így
- az izzólámpás világításra jellemző, hogy a beruházási költsége viszonylag kicsi, ugyanakkor a várható energiaköltsége viszonylag nagy;
- a fénycsöves, higanylámpás, fémhalogén lámpás, nátriumlámpás világításokra jellemző, hogy a beruházási költsége viszonylag nagy, ugyanakkor a várható energiaköltsége viszonylag kicsi.

Világításmód	Relatív hatékonyság
Közvetlen	100
Főleg közvetlen	80
Szórót	60
Főleg közvetett	40
Közvetett	20

- az izzólámpás világítás beruházási költsége várhatóan tört része a kisló lámpákénak,
- az izzólámpás világítás energia fogyasztása 4-7 -szerese a kisló-lámpás világításnak,
- a világítás energiafogyasztása fordított arányban van a világítás hatásfokával, így világításmódtól a táblázat szerint függ

A közvetlen világítás kb 5-ször hatásosabb, mint a közvetett.

Az előzőek alapján megállapítható, hogy

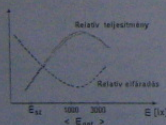
1. Izzólámpás világítás alkalmazása ott lehet gazdaságos ahol az üzemidő rövid.
2. Izzólámpás világítás ott jöhet számításba ahol a megvilágítás igény 100 lx -nál kisebb
3. Kisló-lámpás világítás hosszú üzemidő mellett gazdaságos
4. Kisló-lámpás világítás olyan esetekben alkalmazandó, ahol a megvilágítási igénye néhány száz lx.
5. Közvetlen és főleg indirekt világítást csak akkor célszerű választani, ha ezt egyéb világítással szemben támasztott követelmény, belső tér hasznalati igénye vagy belsőépítészeti igény meggyőzően indokolja.

### GAZDASÁGOS VIZUÁLIS FELDOLGOZÁS.

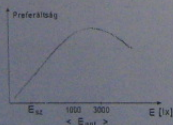
Az emberi tevékenység számottevő része a feladat vizuális feldolgozása. Erre több-kevesebb energiát fordítunk, miközben e feldolgozás hatására többé-kevésbé elfáradunk.

A relatív teljesítmény - megvilágítás, valamint a relatív elfáradás - megvilágítás összefüggéseket mutatják, hogy a feladat végzéséhez  $E_{sz}$  szükséges megvilágításnál nagyobb megvilágítás a látás szempontjából kedvező.

Olyan  $E_{opt}$  megvilágítás tekinthető optimálisnak, amelykinél a relatív teljesítmény és a relatív elfáradás görbének szélsőértéke van.



TELJESÍTMÉNY - ELFARADÁS FÜGGÉSE A MEGVILÁGÍTÁSTÓL



A MEGVILÁGÍTÁSI SZINT SZUBJEKTÍV ÉRTEKELÉSE

Mint ahogy azonban a nagyobb megvilágítás létesítése és üzemeltetése költségesebb, a jelenleg használt javasolt megvilágítás értékek a látási feladathoz elengedhetetlenül szükséges és az optimálisnak vehető érték között vannak.

Adott rendelkezés esetén, a látás szerepének fontosságától függő mértékben nagyobb a jelenleg ajánlott  $E_n$  névleges megvilágítás a látáshoz elengedhetetlenül szükségesnél.

$$E_{sz} < E_n < E_{opt}$$

Érdekes az az összecsengés, ami a teljesítmény ill. elfáradás jelleggörbéi és a megvilágítási szint, minden feladattól független preferáltsága között van.

A preferált megvilágítási szint és a teljesítmény illetve elfáradás szempontjából optimális megvilágítási szint tartománya egybeesik.

## A VILÁGÍTÁS MÉRTEZÉSE

A világítás meretezése a gyakorlati követelmények kielégítését jelenti.

A belsőter rendeltetéséből következnek a látsí feladat, így a szabvány a helyiség rendeltetéséhez adja meg a következő gyakorlati követelményeket

- átlagos megvilágítás a vonatkoztatási síkon.

$E_{av}$  (lx) értékek megadásával.

- a megvilágítás térbeli egyenletesség a vonatkoztatási síkon.

$E$  (-), mint korlát megadásával.

- a számításba veendő avulás korrekciójának mértéke

$k_1$  (-) érték közlésével.

- a fényforrás megfelelő fényszíne

megfelelő színhőmérsékleti csoport (M, S, H) megadásával.

- a fényforrás szükséges színvisztaadása

színvisztaadási csoport ( $R_a = 1, 2, 3, 4$ ) megadásával.

- a kívánt árnyékhatást biztosító  $E_1$  vertikális illetve  $E_2$

cilindrikus és  $E_0$  horizontális megvilágítások aránya

$E_v / E_0$  illetve  $E_c / E_0$  arány, mint korlát megadásával.

- a káprázás megengedett mértéke

káprázási fokozat ( $G = 1, 2, 3$ ) közlésével.

- a belsőter kívánt fényűrsége aránya:

a belsőter meghatározó felületeinek reflexiós tényezőivel.

Az előírtnál térben egyenletesebb, jobb színvisztaadású és kevésbé káprázató megoldás minden esetben kedvezőbb, így természetesen az igényt szükségszerűen jobban kielégítik.

Azonban az előírt átlagos megvilágításnál nagyobb nem minden esetben engedhető meg. Ugyanis az ajánlottól jobban megvilágított, fényjól visszaverő, például fehér papír lap fényűrsége olyan értéket érhet el, ami a látóter közepén részében lenyegeben indirekt káprázást okozhat.

A kívánt árnyékhatást biztosító megvilágítás arányokat, valamint a fényűrsége arányokat célszerű tartani. Ezekről nagymértékben elterni csak ritkán tanácsos.

A fenti követelmények

- a fényforrás megfelelő kiválasztásával,

- a lámpatestek megfelelő kiválasztásával,

- a lámpatestek megfelelő mennyiségével és elhelyezésével,

- a lámpatestek megfelelő elhelyezésével valamint

- belsőter megfelelő kialakításával

lehet kielégíteni.

Az egyes követelmények különböző mértékben illetve sorrendben függnek a fényforrás, a lámpatest jellemzőitől valamint a belsőter építészeti kialakításától, a követelők szerint ( az 1 szám azt a komponens jelöli, amelyik hatása az adott vonatkozásban általában a legnagyobb).

Komponens	$E_{av}$	$E$	lebbeni állandóság	színvisztaadása	árnyék hatása	színhatás	káprázás	fényviszonyosság belsőter	színhőmérsékletének helyszíntől függő
fényforrás	—	—	2	1	—	1	2	—	1
lámpatest	—	1	3	—	1	—	1	2	2
belsőter	—	2	1	2	2	—	3	1	3

A mesterséges világítás meretezésének célszerű menete az előzőek alapján tehát

1. Fényforrás választás a színhőmérsékleti csoport és a színvisztaadási csoport alapján
2. Lámpatest választás a lámpa világítástechnikai jellemzői alapján.
3. A lámpatest darabszámának meghatározása.
4. A lámpatestek elhelyezése a belsőterben

### 1. FÉNYFORRÁS VÁLASZTÁS

Az adott rendeltetéshez a fényforrást a színvisztaadása és a fényszíne alapján kell választani. Adott  $R_a$  színvisztaadási fokozatnak a fényűrségnek a gyakorlatban általában több fényforrás fajtá, különböző egységjellemű fényforrása felel meg, az alábbi táblázat tájékoztató adatai szerint.

színhőmérsékleti csoport	fényszíne	izzólámpa	külső, azonos méretű halogén lámpa	torpafé, azonos méretű halogén lámpa	fénycső	kompakt fénycső	higanylámpa	kvartzfényű lámpa	lég-halogén lámpa	magyományos párló lámpa
1	Méleg	+	+	+	+	+				+
	Semleges				+	+				+
2	Méleg				+					+
	Semleges				+					+
3	Méleg				+		+	+		+
	Semleges				+		+	+		
4	Méleg				+					+
	Semleges									

FÉNYFORRÁSOK FÉNYÉNEK MINŐSÉGE

Például olyan fényforrás, ami megfelel a színvisszaadási fokozatnak és színhőmérsékleti csoportja M (meleg), lehet bármelyik izzólámpa, a fénycsövek egy része és a fémhalogén lámpák egy része.

A gazdaságosság szempontjából történő mérlegelés a következő jellemzők alapján történhet.

- a fényforrások fényhasznosítása és egységtejesítménye,
- a fényforrások egymáshoz viszonyított élettartama és bekerülési költsége.

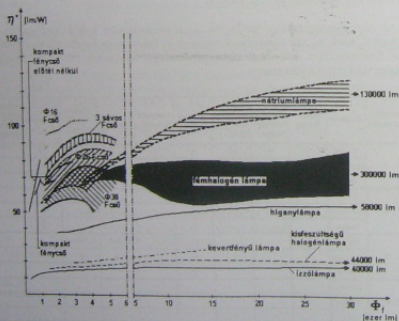
A fényforrások fényhasznosítás - egység teljesítmény jellegzőiről az alábbiakról tájékozhatunk:

- a nagyobb egységtejesítményű fényforrások fajtánként eltérő mértékben jobb fényhasznosításúak.

- fénycsövek, fémhalogén lámpák esetén az adott egységtejesítmény mellett nagymértékben eltérő lehet a fényhasznosítás, elsősorban a fényforrás fényszinétől (színhőmérsékletétől) függően.

- a nátriumlámpáknál ugyancsak tapasztalható eltérés a fényhasznosításban adott egységtejesítmény mellett, ez azonban az különböző gyártmányok tekintetében figyelhető meg.

- a fénycsövek és kompakt-fénycsövek esetén további számottevő eltérés mutatkozik a fényhasznosításban, a kialakítástól függően, ( fénycső átmérője, speciális fénypor bevonat-3 sav- előtéttel egybe épített vagy sem).

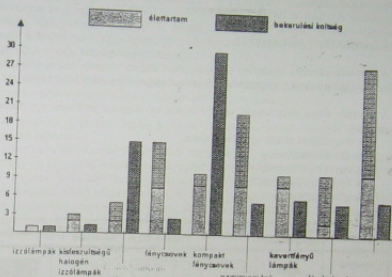


FÉNYFORRÁSOK FÉNYHASZNOSÍTÁSA

A fényforrások egymáshoz viszonyított élettartamát és bekerülési költségét mutató következő diagram bekerülési költség tekintetében erősen tájékoztató jellegű.

A diagram tájékoztat arról, hogy

- az izzólámpák kivételével az élettartam alapvetően az üzemi élettartam függően, esetenként jelentős mértékben változhat
- az azonos fénnyáram vonatkozottot bekerülési költségek között is számottevő eltérés van.



FÉNYFORRÁSOK VISZONYLAGOS ÉLETTARTAMA ÉS BEKERÜLÉSI KÖLTSÉGE

Adott feladat esetén a többi követelmény, a várható üzemi élettartam, a belső áramerősségi méretek és végül, de nem utolsósorban a gazdaságosság szempontjai szűkítik le az alkalmazható fényforrás fajtáit és egység teljesítményét.

A választás során figyelembe kell venni az alábbiakat:

- Az izzólámpák fényhasznosításuk sokkal kisebb mint a kisló lámpák (fénycső, higanylámpa, fémhalogén lámpa, nátriumlámpa)
- Az izzólámpás lámpatestek általában egyszerűbb felépítésűek, mint a segédberendezéssel (előtét, transzformátor, gyújtó, kondenzátor, stb.) működő kisló lámpás lámpatestek, ezért a törpefeszültségű halogén lámpák kivételével sokkal olcsóbbak.
- A kisló lámpák élettartama sokszorosa az izzólámpáknak.
- A fényforrások egy részének - normál izzólámpa, higanylámpa, fémhalogén lámpa, nátriumlámpa- fényerősége, a látóter közepes részén elviselhetetlenül nagy, más részük - opálburás izzólámpa, fénycső - esetén a közvetlen rálátás bizonyos mértékig elviselhető.



#### Végeredményben

- izzólámpás világítás vagy kis (legfeljebb 100 lx) megvilágítási szinteknél és/vagy rövid várható üzemidő esetén jöhet számításba.
- kislámpák vagy nagy megvilágítási szint vagy hosszú várható üzemidő esetén alkalmazandók.
- nagyobb megvilágítás igény (néhány 100 lx) és kis belmagasságú belsőter ( < kb. 4 m) esetén elsősorban a fénycső világításindokolt.
- nagy egységjelzőmennyű fénnyforrások elsősorban magas belsőterekben alkalmazhatók.

## 2. LÁMPATEST VÁLASZTÁS

A lámpatest választás célszerűen a fenyeloszlása alapján történik, vagyis a lámpatest választás világítástechnika szempontból elsősorban lényegében világításmód választás.

A választás alapja világításmód várható hatása az világítási jellemzők egy részére, nevezetesen

- a megvilágítás térbeli egyenletességére.
- az árnyékoságra,
- a káprázás valószínűségére,
- a fénysűrűség arányokra,
- a gazdaságosságra

Világításmód	Térbeli egyenletesség	Árnyékosítás	Káprázás valószínűsége	Kisgyengültséget fénysűrűség	Gazdságosság
közvetlen					
félig közvetlen					
szórt					
félig közvetlen					
közvetlen					

A VILÁGÍTÁSMÓD HATÁSA A VILÁGÍTÁS JELLEMZŐIRE

A világítás minőségi követelményei a közvetlen világításmódtól a közvetett felé haladva általában jobbak. Ugyanakkor a világítás gazdaságossága a közvetett világításmód felé haladva egyre rosszabb. Egy adott megvilágítás költsége kb 1,5 arányban változhat a világításmódtól függően.

A világításmód választásnál figyelembe kell venni a helyiség belmagasságát, mint esetenként korlátozó körülményt. Ugyanis, minél inkább indirekt a világítás, a lámpa és a mennyezet közötti annál nagyobb távolságot kell tartani.

Áz egyes világításmódok alkalmazása esetén javasolható minimális belmagasságok:

- közvetlen világítás 2,5 m.
- főleg közvetlen világítás 2,6 m.
- szórt világítás 2,8 m.
- főleg közvetett világítás 3,0 m.
- közvetett világítás 3,5 m.

Ezeknél kisebb belmagasság esetén a munkások és/vagy a mennyezet megvilágításának egyenlőtlensége igen valószínű.

A belmagasság egy másik vonatkozásában is korlátozza a világításmód választást. Nevezetesen nagy egységjelzőmennyű fénnyforrások ( 200 W-nál nagyobb izzólámpák, továbbá higanylámpák, kevertfényű lámpák, fénhalogen lámpák és nátriumlámpák) esetén, a fényforrások nagy fénysűrűsége miatt, a közvetlen, főleg közvetlen és szórt világításnál is nagy belmagasság szükséges.

A világításmód választás minden esetben egy kompromisszumú kötés, az ismert körülmények és a megvalósítani kívánt vizuális területei alapján.

A lámpatest gyártmány típusa a lámpa választás és annak alaprajzi elrendezését követően választható.

Adott célra sok, azonos fenyeloszlású, de különböző gyártmányú, színű, anyagú és formájú, így különböző megjelenésű lámpatest található. Adott esetben azt a lámpatestet kell választani, ami a legjobban megfelel az építészeti koncepciónak.

A lámpatest család választás jelenti az adott világításmódot, adott fényforrás fajtáját, adott megjelenésű lámpatestek csoportját, ami ugyanakkor a beépített fényforrás névleges teljesítménye, és darabszáma tekintetében számos változatot tartalmaz. Például adott forrást és világítástechnikai tulajdonságok mellett a lámpatest család tagjai lehetnek:

- 1x18W, 2x18W, 3x18W, 4x18W
- 1x36W, 2x36W, 3x36W,
- 1x58W, 2x58W, 3x58W.

## 3. A LÁMPATEST DARABSZÁMÁNAK MEGHATÁROZÁSA.

A fényforrás és világításmód választás után kerülhet sor az adott feladat megoldásához járható lámpatest darabszám meghatározására, a következők szerint:

### 3.1 A munkásokat megvilágító $\Phi_0$ hasznos fényáram meghatározása

$$\Phi_0 = E_0 \cdot k_n \cdot A_v \quad [lm]$$

ahol  $E_0$  [lx] a névleges megvilágítás,

$k_n$  [-] a tervezési tényező,

$A_v$  [m<sup>2</sup>] a vonatkoztatási sík (munkások) területe

### 3.2 A beépítendő $\Phi_0$ beépítendő fényáram meghatározása

$$\Phi_0 = \frac{\Phi_h}{\eta_v}$$

ahol:  $\Phi_h$  [lm] a hasznosított fényáram  
 $\eta_v$  [-] a világítási hatásfok.

A világítási hatásfok értékeit a különböző módszerek táblázatokban közlik, a lámpatest fényeloszlás (világításmód), lámpatest-hatásfok, helyiség geometriai méretei, mennyezeti reflexió, oldalfal reflexió és esetleg padló reflexió függvényében.

Első közelítésként vagy adat hiányában a világítási hatásfokát, mint csak a világításmód függvényét az alábbi értékekkel lehet számításba venni.

	világításmód esetén	$\eta_{v0}$
közvetlen	"	0,6
főleg közvetlen	"	0,5
szórt	"	0,4
főleg közvetett	"	0,3
közvetett	"	0,2

### 3.3 Lámpatest darabszám meghatározás

A lámpatest darabszám meghatározásához ki kell választani a már választott lámpatest családból az alkalmazni kívánt lámpát.

A kiválasztott lámpatest fényforrásainak együttes fényárama

$$\Phi_L = n_f \cdot \Phi_f$$

ahol:  $n_f$  - a lámpatestben lévő fényforrások száma  
 $\Phi_f$  - egy fényforrás fényárama

Ezzel a szükséges lámpatest szám

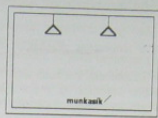
$$n_L = \frac{\Phi_0}{\Phi_L}$$

Az így kiszámított érték a lámpatestek alaprajzi kiosztásához a kiindulási érték. A lámpatesteket ugyanis általában valamilyen szabályos geometriai elrendezésben (raszterben) celszerű elhelyezni, aminek  $s$  sora és  $o$  oszlopa van és esetleges, hogy van olyan sor-oszlop kombináció, ami kielégíti az  $n_L = s \cdot o$  egyenletet.

### 3.4 A lámpatestek magassági elhelyezése.

A lámpatestek padlószint feletti elhelyezési magasságát a lámpa típus által biztosított lehetőségek határain belül a világításmód figyelembe vételével kell meghatározni.

A megfelelő elhelyezési magasság meghatározásához irányadónak tekinthetők a következő arányok



Világításmód	m
Közvetlen	0 - h/6
Főleg közvetlen	h/6 - h/5
Szórt	h/5 - h/4
Főleg közvetett	h/4 - h/3
Közvetett	h/3 - h/2

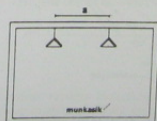
LÁMPATEST MAGASSÁGI ELHELYEZÉSE A VILÁGÍTÁSMÓDTÓL FÜGGŐEN

### 3.5 A lámpatestek alaprajzi elhelyezése

Többnyire a lámpatestek celszerű alaprajzi elhelyezésével biztosítható az igényelt térbeli egyenletesség. Minél több lámpatestet, minél egyenletesebben helyezünk el a vonatkoztatási sík fölött, annál jobb lesz a megvilágítás térbeli egyenletessége. Ugyanakkor minél több lámpatest szolgáltatja a szükséges  $\Phi_0$  szükséges fényáramot, annál költségesebb a világítási berendezés létesítése. Tehát arra kell törekedni, hogy a kívánt egyenletességet az indokoltnál ne több lámpatesttel oldjuk meg.

A lámpatesteket általában valamilyen raszterben celszerű elhelyezni,  $s$  sorban és  $o$  oszlopban. Ez vonalszerű lámpatestek (fénycsőlámpák) esetében rendszerint egymással párhuzamos, többnyire folyamatos elrendezést jelent.

A megfelelő térbeli egyenletességnek megfelelő elrendezés kialakításánál irányadónak tekinthetők a következő arányok.



Világításmód	s
Közvetlen	(1,2 ... 1,5) d
Főleg közvetlen	(1,5 ... 2,0) d
Szórt	(2,0 ... 2,5) d
Főleg közvetett	(2,5 ... 3,0) d
Közvetett	(3,0 ... 4,0) d

LÁMPATEST ALAPRAJZI ELHELYEZÉSE A VILÁGÍTÁSMÓDTÓL FÜGGŐEN

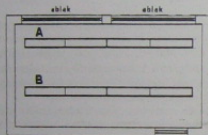
Ha az alaprajzi elrendezésben számításba vehető sorok száma  $s$  és oszlopok száma  $o$  akkor  $s \times o$  lámpa helyezhető el a raszterben. Összehasonlítva ezt a számított  $n_L$  lámpaszámmal, két eset lehetséges:

- ha az eltérés kb 0-50% határon belül van, akkor a számításba vett  $s \times o$  darabszámmal megoldható a világítás,
- amennyiben az eltérés az előzőnél nagyobb, akkor egy új raszternek megfelelő elrendezésben, esetleg a lámpatest család másik lámpatestével kell megpróbálni a feladatot megoldani.

A lámpatestek alaprajzi elhelyezésénél fontos a természetes világításhoz történő illesztés.

Ez azt jelenti, hogy a mesterséges világításnak alkalmasnak kell lenni arra, hogy a természetes világítással együtt, azt kiegészítve tudjon üzemelni. Az ennek megfelelő elrendezés a természetes megvilágítás adott helyiségen belüli jellemző eloszlása alapján alakítható ki.

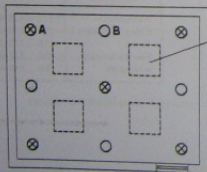
Oldalvilágítás esetén az illesztés ablakkal párhuzamos sorokban történő kiosztást és soronkénti kapcsolási lehetőséget jelent.



Az "A" és "B" lámpasor külön kapcsolható.

LÁMPATEST ELHELYEZÉS ILLESZTÉSÉ A TERMÉSZETES VILÁGÍTÁSHOZ

Felülvilágításnál a felülvilágítók között levő raszter pontjában történő elrendezés felel meg az illesztésnek.



Az "A" és "B" lámpacsoport külön kapcsolható.

LÁMPATEST ELHELYEZÉS ILLESZTÉSÉ A TERMÉSZETES VILÁGÍTÁSHOZ

A lámpatestek alaprajzi elrendezése lehet az alaprajzra szimmetrikus, vagy aszimmetrikus.

Aszimmetrikus elrendezést indokolhat a belsejéről bútorozása vagy a helyiség építészeti kialakítása egyaránt.

#### 4. A KÁPRÁZÁSKORLÁTOZÁS MEGFELELŐSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE.

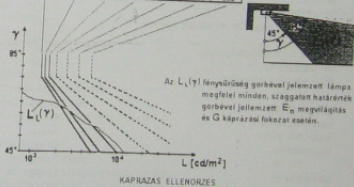
A világítási berendezés meg kell, hogy feleljen a helyiség rendeltetéshez előírt káprázási fokozatnak.

Ezt esetenként, az adott lámpatest típus, adott belsejéről elhelyezésére ellenőrizni kell. Az ellenőrzés az káprázási határérték görbék segítségével, a helyiség  $E_{0n}$  névleges megvilágítása és a követelményként előírt  $G$  káprázási fokozat alapján történhet.

A lámpatestekre gyárilag megadott  $L_L(\gamma)$  fényssűrűség eloszlás mutatója, hogy a különböző szögek alatt milyen fényssűrűséget lát a szemlélő.

Ha az adott  $E_{0n}$  névleges megvilágítás és  $G$  káprázási fokozathoz tartozó határérték görbénel a lámpatest  $L_L(\gamma)$  fényssűrűség értéke kisebbek, a világítási berendezés közvetlen káprázás szempontjából megfelel.

G	$E_{0n}$ [lx]			
	1000	750	500	<300
1		2000	1000	500 <300
2		2000	1000	500 <300



A közvetett káprázás kiküszöbölése a helyiség, elsősorban bútorozás felületeinek helyes megválasztásával oldható meg. Kerülni kell a fényes felületek alkalmazását a belsejéről azon részében, ahol a lámpatestek tükröződhetnek a szemlélő szemébe.

FOGLMAK

avulás	46 old
armyékhatás	53 old
armyékhatásra vonatkozó igények	53 old
beépítendő fényáram	66 old
életanám	18 old
látható fény	3 old
fény	14 old
felhúzó idő	13 old
felület színe	6 old
fémhalogén lámpa	30 old
fény	3 old
fényáram	9 old
fénycsó, fénycső	22 old
fényelosztás	37 old
fényelosztási görbe	37 old
fényerősség	14 old
fénydörög	15 old
fényhasznosítás	43 old
fényűrűség	57 old
fényűrűség arányokra vonatkozó igények	4 old
fényzóna	53 old
fényviszta	41 old
fényviszta	41 old
halogén lámpa	19 old
hasznos fényáram	65 old
hasáretek görbe	56 old
higanylámpa	27 old
izzólámpa	15 old
káprázat	55 old
káprázati fokozat	56 old
káprázati korlátokra vonatkozó igények	55 old
kevertényű lámpa	39 old
kezdeti megvilágítás	47 old
külfeszültségű halogén izzólámpa	19 old
kompakt fénycső	25 old
kontrasztérzékenységi	11 old

lámpanak	76 old
lámpanak-hatások	76 old
láthatóság	11 old
láthatósághatár	10 old
látnak	10 old
megvilágítás	40 old
megvilágításra vonatkozó igény	45 old
munka	37 old
nátriumlámpa	32 old
nem színes felület	3 old
névtelen felület	14 old
névtelen megvilágítás	48 old
névtelen teljesítmény	14 old
reflektorlámpa	18 old
reflexo	41 old
reflexos tényező	41 old
spektrális eloszlás	3 old
sugárzó szög	19 old
színes felület	5 old
színerzet	57 old
színház	33 old
színhőmérséklet	4 old
színhőmérsékleti csoport	51 old
színszerkezet	3 old
színviszta	4 old
színviszta	50 old
színviszta	4 old
színviszta	48 old
természeti szín	6 old
térbeli egyenletesség	46 old
térbeli egyenletességre vonatkozó igény	46 old
törpefeszültségű halogén reflektorlámpa	20 old
újragulási idő	15 old
vetett armék	31 old
világítási mód	37 old
világított	26 old
világított	35 old
világított	35 old