

Képrázás, képrázáskorlátozás

Mi a káprázás?

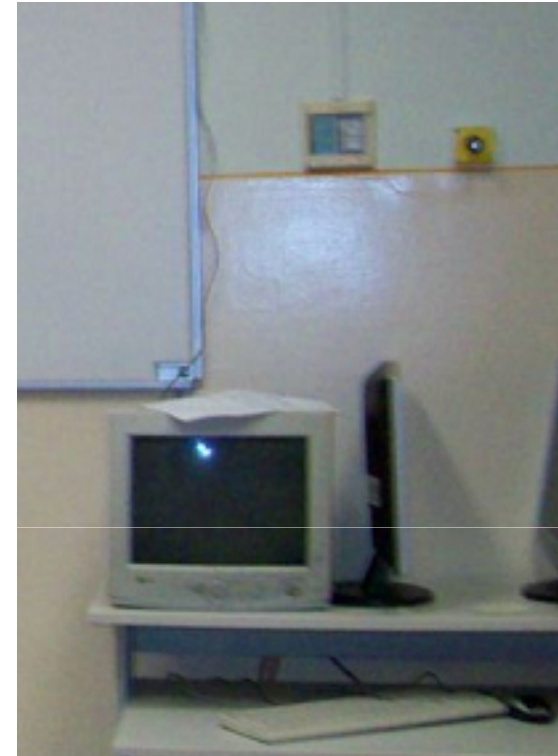


2015.11.08.



MSZ 9620 845-02-52 szerint
Látási kényelmetlenség.

A látás kényelmetlensége
és/vagy a tárgyak
felismerhetőségének a
csökkenése, a fénysűrűség
szokatlan eloszlásának.....



....vagy szokatlan értékének, illetve a térben vagy időben fellépő igen erős kontrasztnak következtében.

Mi a kontraszt?

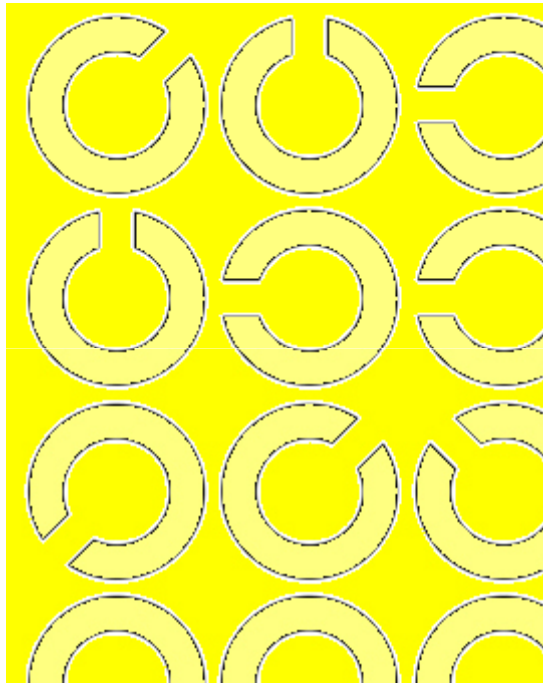
A látómező két vagy több egyidejűleg vagy egymás után látott része közötti megjelenésbeli különbség. Ez a szubjektív kontraszt. Van világosság-, szimultán-, szíkontraszt stb.

Kontraszt

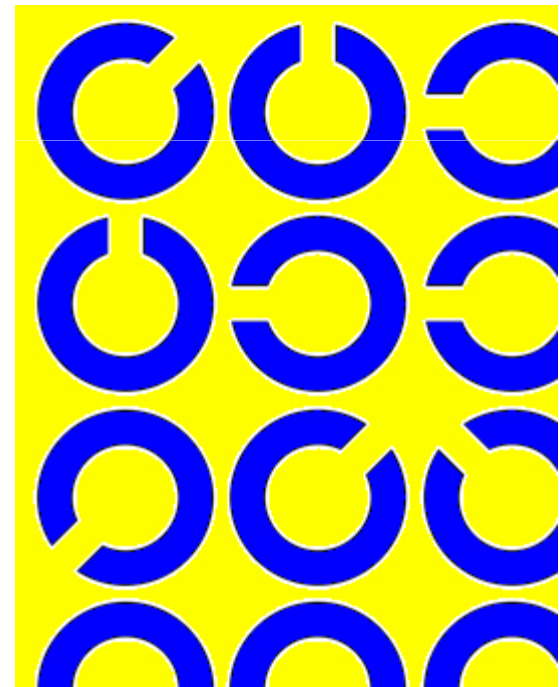


(Szín kontraszt)

Közeli színek



Komplementer színek



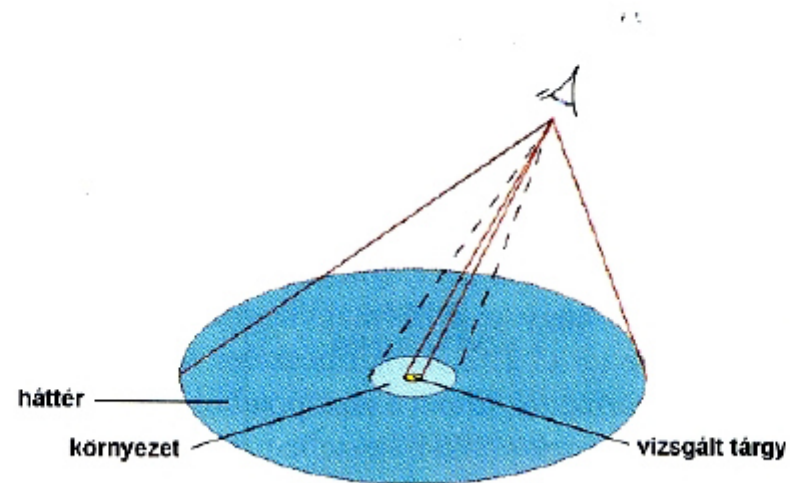
objektív: a világosságkontraszt objektív
megfelelője a fénysűrűségkontraszt,
amely például a
fénysűrűség-küszöb közelében a $\Delta L/L$
sokkal nagyobb fénysűrűségek esetén az
 L_1/L_2 képlettel határozható meg

Kontraszt

$$C = \frac{L_t - L_b}{L_b}$$

Kontraszt viszony:

$$C_v = \frac{L_t}{L_b}$$



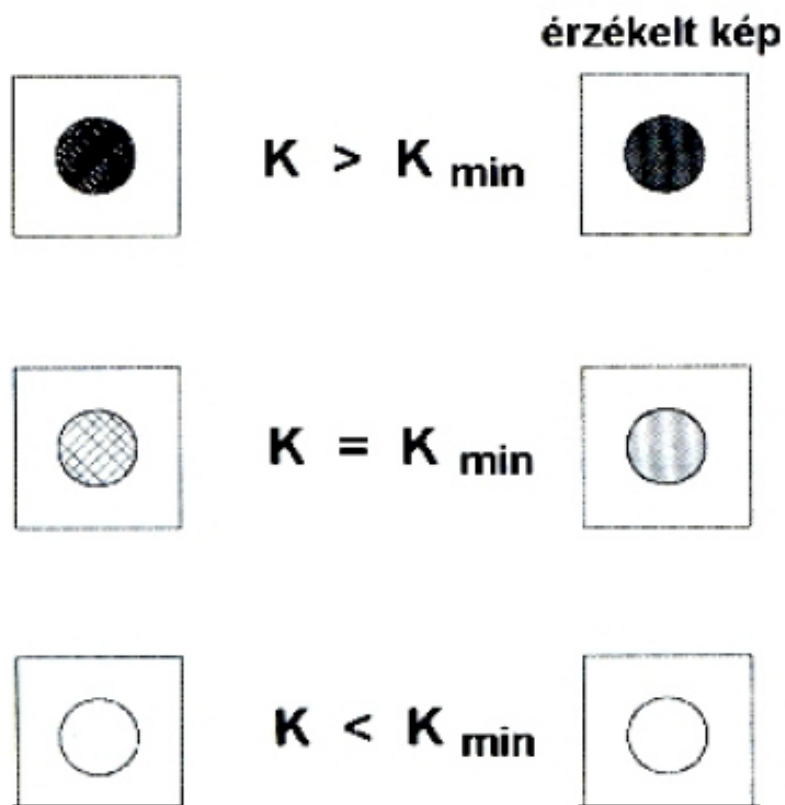
A kontrasztérzékenység vizsgálatának elrendezése

Kontraszt érzékenység:

A még észlelhető objektív kontraszt
reciproka

$$S_c = \frac{L}{\Delta L}$$

Ahol L az átlagos fénysűrűség
 ΔL a fénysűrűség különbség küszöb-
értéke



$$K = \frac{L_t - L_h}{L_h}$$

ahol

L_t : a tárgy fénysűrűsége

L_h : a háttér fénysűrűsége

A kontrasztküszöb a kontraszt azon értéke, amely esetén még éppen észlelni tudjuk a háttérre exponált fényfoltot.

Pozitív kontraszt: $L_{\text{háttér}} < L_{\text{tárgy}}$



Foto: Kiss Péter József Pannon Egyetem
2015.11.08. BME - VIK

Negatív kontraszt

$$L_t < L_h$$

Olyasni tud a betűt ismerő,

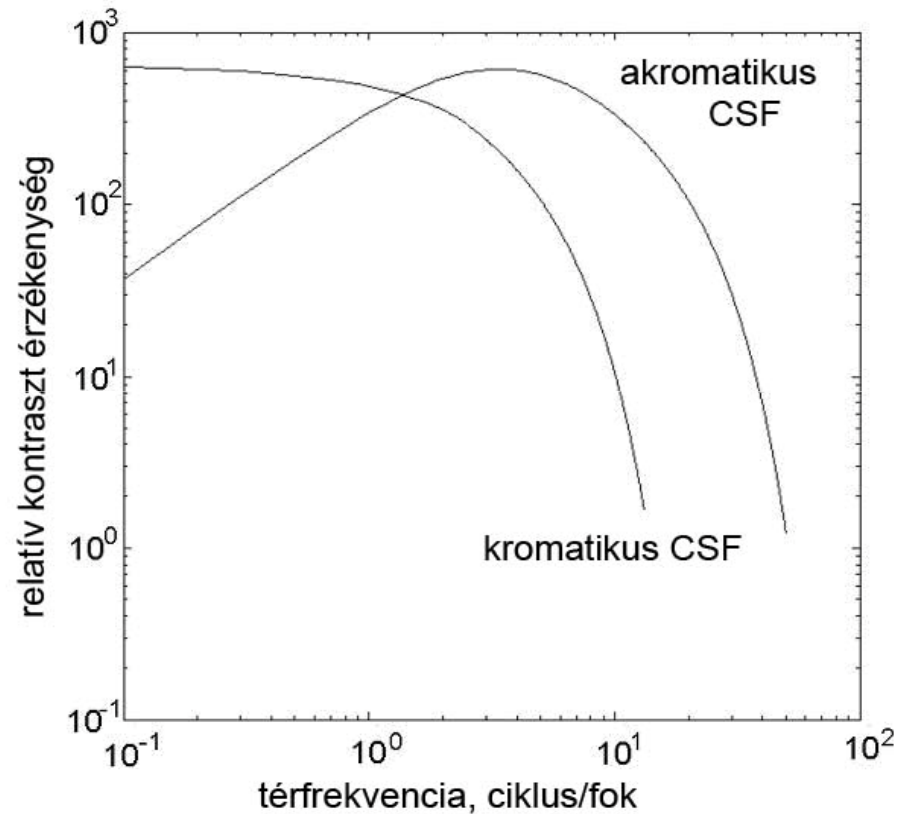
a létni tudónak fél betű is

elég

Kontrasztérzékenység

A
kontrasztérzékenység
(láthatóság) függ

- a minta méretétől
 - Akromatikus fény: sávfüggvény
 - Kromatikus fény: aluláteresztő szűrő



Weber – Fechner törvénye:

ingerküszöb az ingerszint meghatározott értékű hányada.

K_w a Weber tört $K_w = \frac{\Delta L}{L}$

Ahol ΔL az inger legkisebb észrevehető különbsége; L az aktuális intenzitása az ingernek

Fechner törvénye:

$$B = \log(L)$$

Ahol B az érzet erősség, L ingererősség

Ismétlés

Inger – fizikai jel,

Érzet– a fizikai jel okozta idegi gerjesztés (szemben keletkező idegi jel)

Észlelet – agyban keletkező jel feldolgozás,

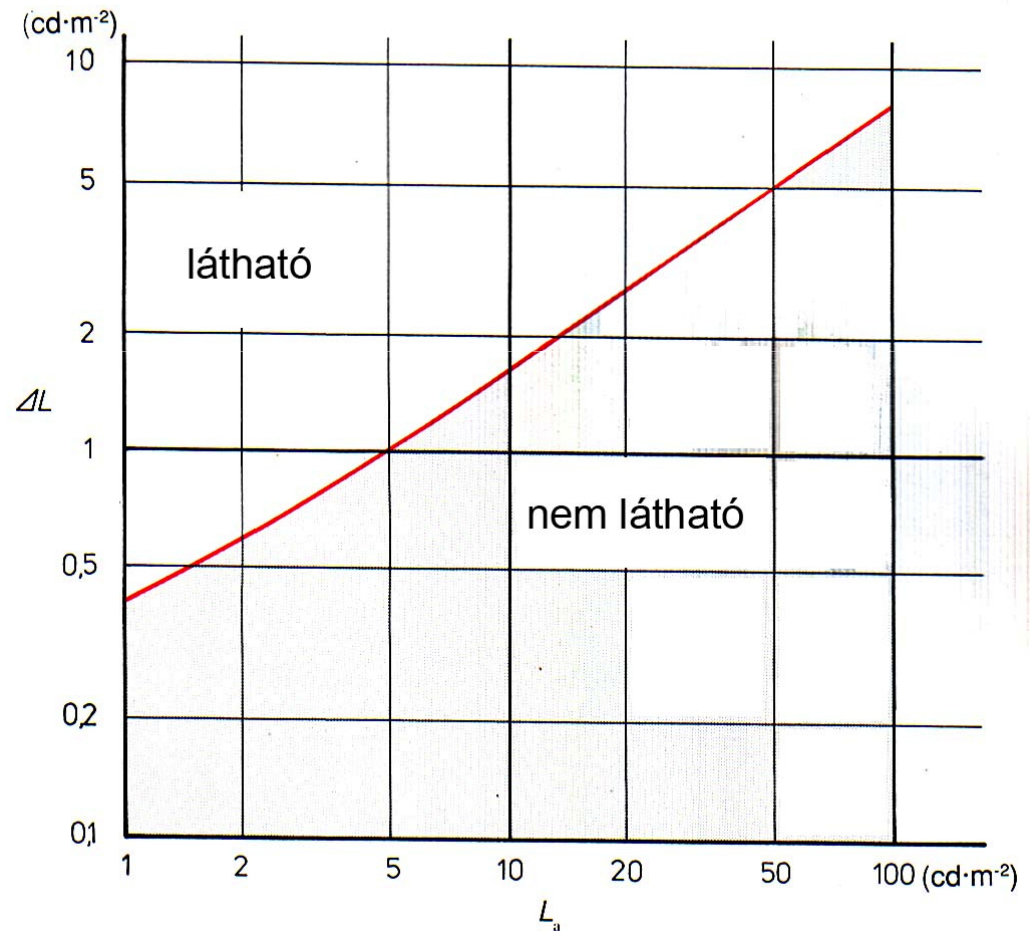
A feltűnőség (conspicuity):

$$D = f(L\sqrt{\omega})$$

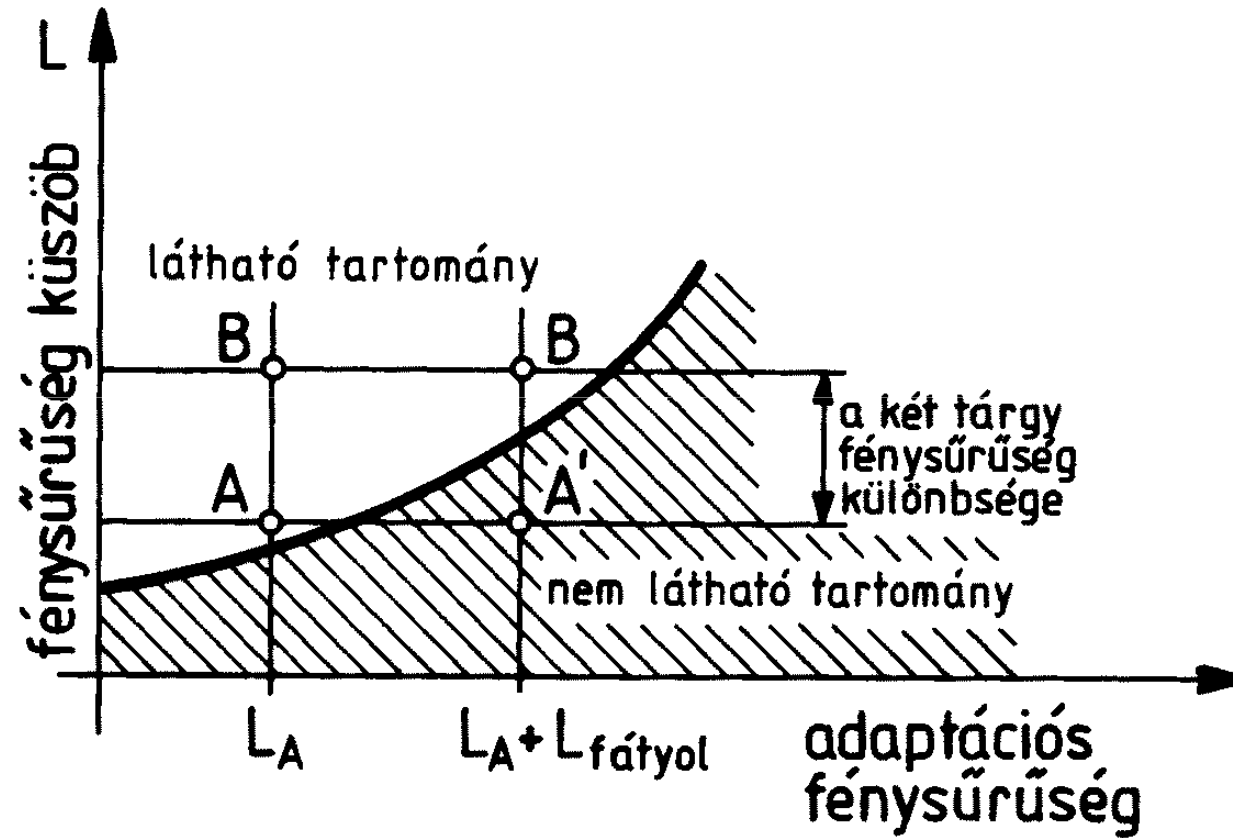
ahol: L a jel fényűrűsége
 ω a látószöge

Kontrasztérzékenység

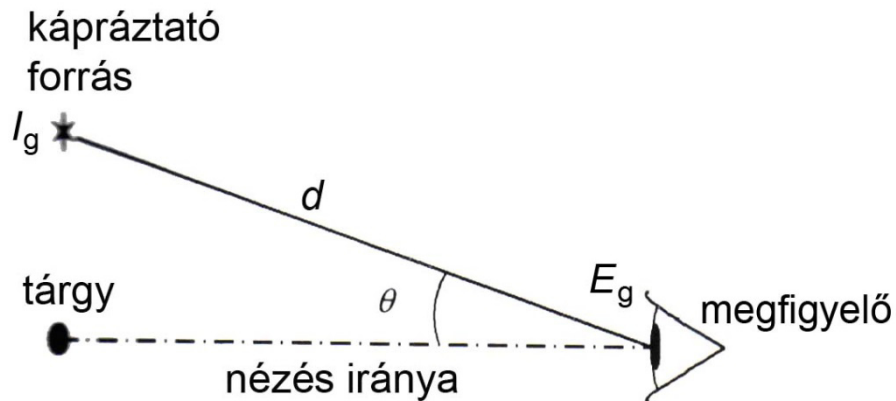
- A kontrasztérzékenység adaptációs fénysűrűségtől való függése:
 - 3' nagyságú tárgy észlelhetőségéhez szükséges a tárgy és a háttér fénysűrűsége közötti, fénysűrűség különbség
- Az adaptációs fénysűrűség növekedését okozhatja látótérben megjelenő nagy fénysűrűségű fény:
 - pl. szembejövő gépkocsi fényszórójának fénye
 - fátolfénysűrűség



Fátyol fénysűrűség



Képrázthatás leírása



$$E_g = \frac{I_g}{d^2} \cos \Theta$$

E_g = megvilágítás a szem síkjában:

A fátolfénysűrűség és szem síkjában való megvilágítás függ még a szem szivárványhártyájának színétől és az életkortól:

$$\left[\frac{L_{\text{veil}}}{E_g} \right] = \frac{10}{\theta^3} + \left[\frac{5}{\theta^2} + \frac{0,1p}{\theta} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{A}{62,5} \right)^4 \right] + 0,0025p$$

$p = 0,5$ barna, $=1$ kék, $=1,2$ nagyon világos kék szivárványhártya esetén,

A a megfigyelő életkora években

Káprázás

Hatása szerint:

- Rontó (disability glare, physiologische Blendung)
- Zavaró (discomfort glare, psychologische Blendung)

Keletkezése szerint:

- Közvetlen (direct glare, direkte Blendung)
- Tükröző (Közvetett) (glare by reflection, Reflexblendung)

Káprázás a gyakorlatban

- Közvetlen –fényforrás
- Közvetett – képernyőn fényforrás tükörképe
- Természetes – Nap fénye az irodában



2015.11.08.

BME-VIK

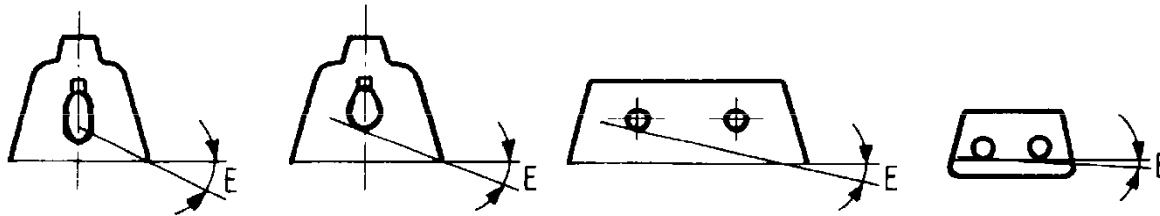
Barkóczy Gergely Attila



22

Hogyan védekezzünk?

Direkt (közvetlen) káprázás ellen
ernyőzéssel, burával stb.



Tükröző káprázás ellen – matt felületekkel

Hogyan írható le?

Zavaró (pszichológiai) káprázás leírására

– UGR index

Rontó (fiziológiai) káprázás leírására

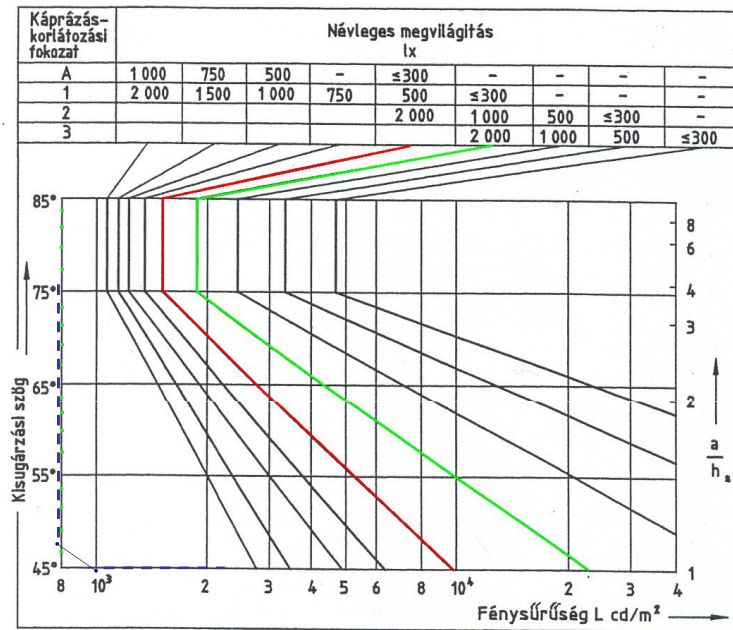
- TI Küszöbérték növekmény

Söllner határérték módszer

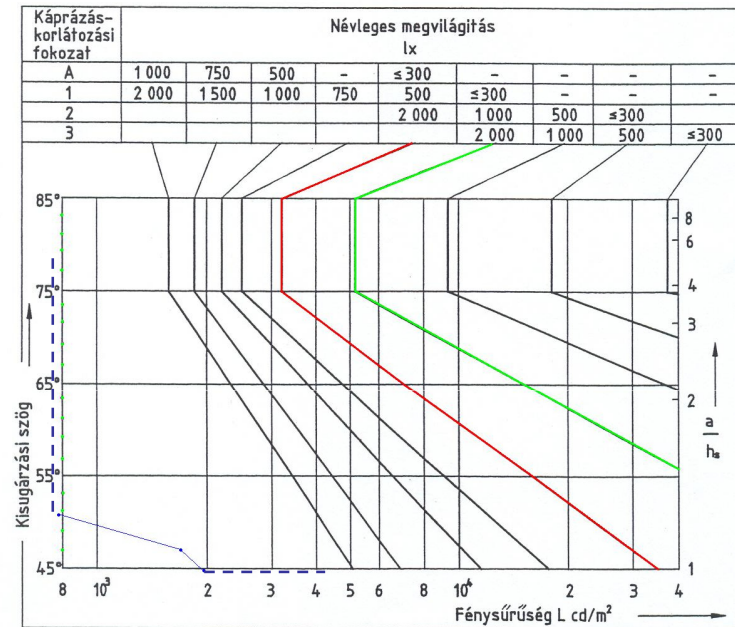
GR index

Káprázási fokozat

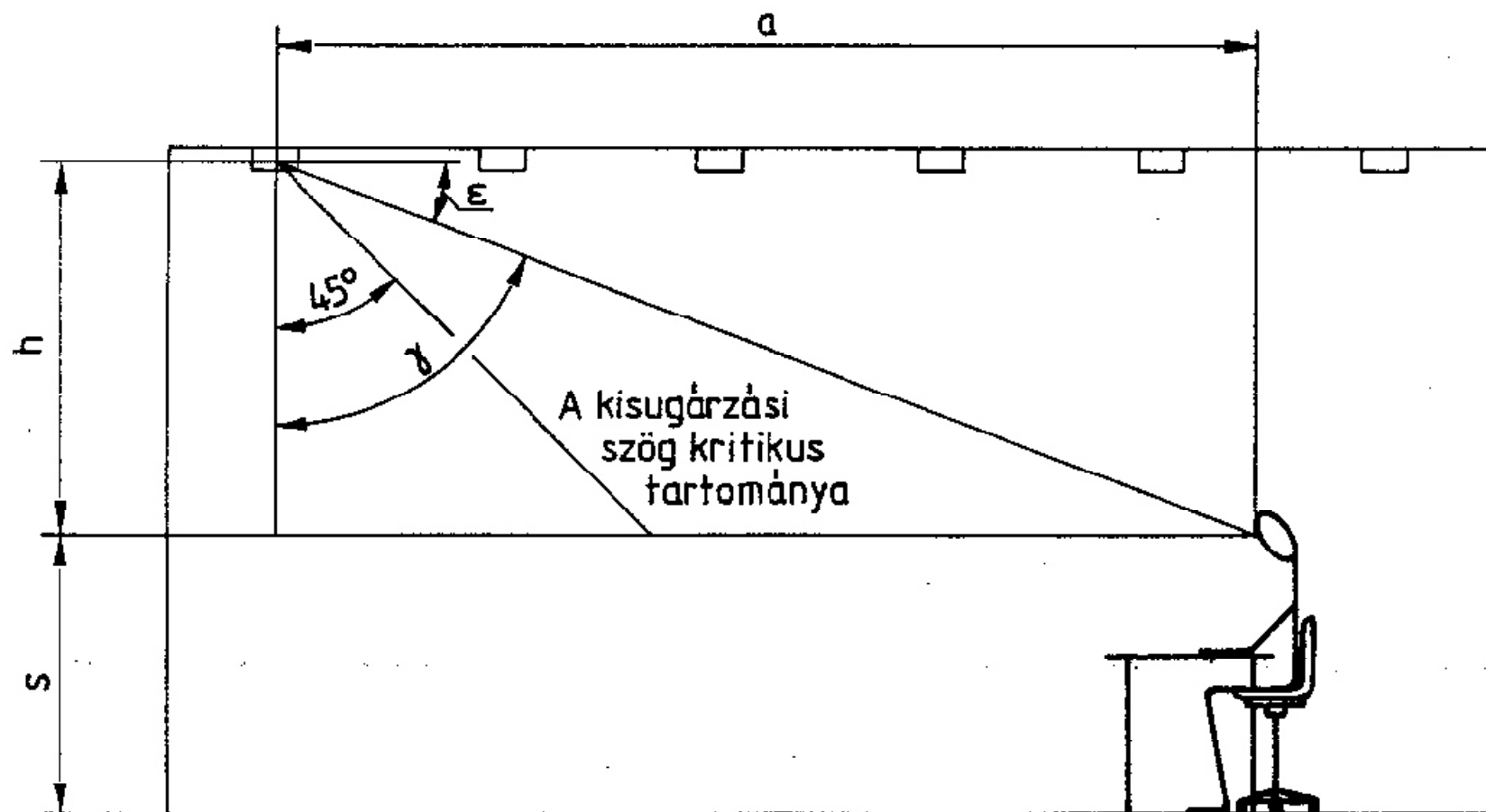
Vizsgálat a Söller görbék alapján



A fénycsőre merőleges nézési irány fénysűrűség eloszlás görbéi



A fénycsővel párhuzamos nézési irány fénysűrűség eloszlás görbéi



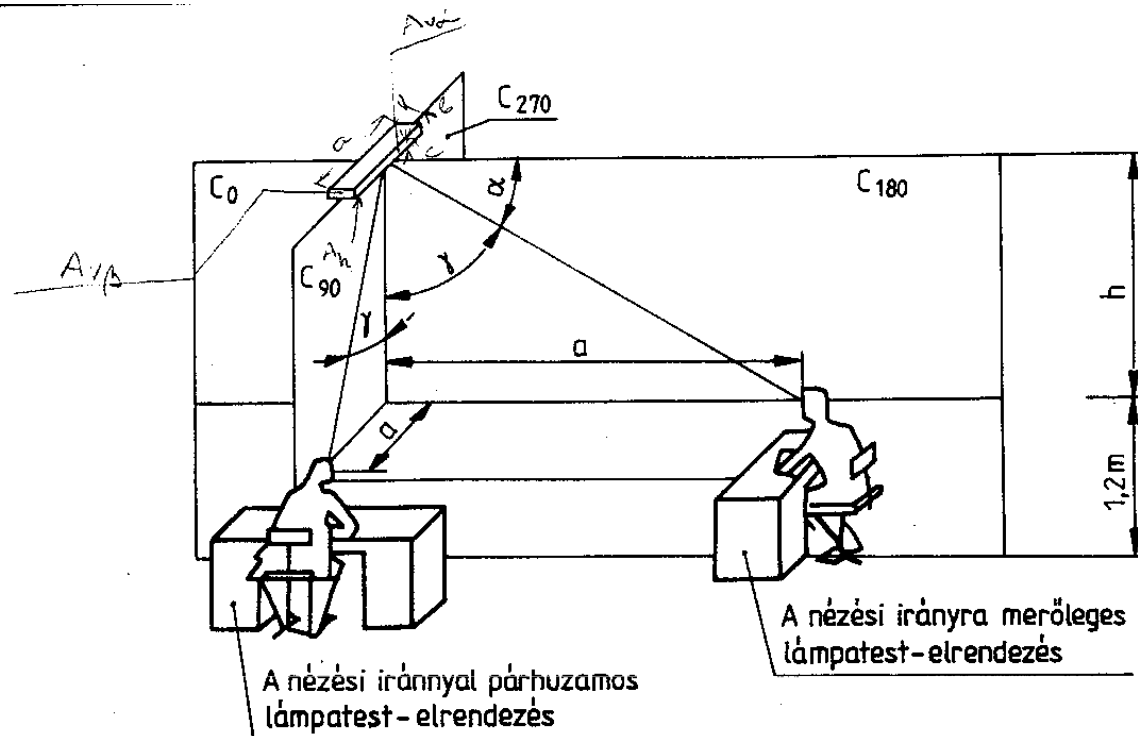
ϵ Ernyőzési tartomány

γ Kisugárzási szög

a Vízszintes távolság a néző szeme és a helyiség legtávolabbi kápráztató lámpatestének középpontjában húzott függőleges között

h Függőleges távolság a szemmagasság síkja és a világítótestek középpontjának síkja között

s Szemmagasság: az ülő ember átlagos szemmagassága 1,20 m, az álló emberé 1,65 m a padlószint felett



5.4. ábra
A nézési irányok értelmezése

5.2.3. Az A jelű határértékgörbékét kell alkalmazni:

- a nézési irányral párhuzamos elrendezésű, vonalas (pl. fénycsöves) világítótestek esetében;
- világító oldalfelületek nélküli és 30 mm-nél nem magasabb világító oldalfelületű világítótestek esetében, függetlenül az elrendezésüktől;
- a nézési irányral párhuzamosan elhelyezett, szabadon sugárzó világítótestek esetében.

5.2.4. A B jelű határértékgörbékét kell alkalmazni:

- a nézési irányra merőleges elrendezésű, világító oldalfelületű, vonalas (pl. fénycsöves) világítótestek esetében, ha az oldalfelületek magassága legalább 30 mm;
- világító oldalfelületű, tetszőleges alakú lámpatestek esetében, ha oldalfelületük magassága legalább 30 mm, függetlenül az elrendezésüktől;
- a nézési irányra merőleges elrendezésű, szabadon sugárzó világítótestek esetében.

A nézési irányok értelmezése a 4. ábra szerint.

$$L(\gamma) = k \frac{I(\vartheta)}{A(\gamma)}$$

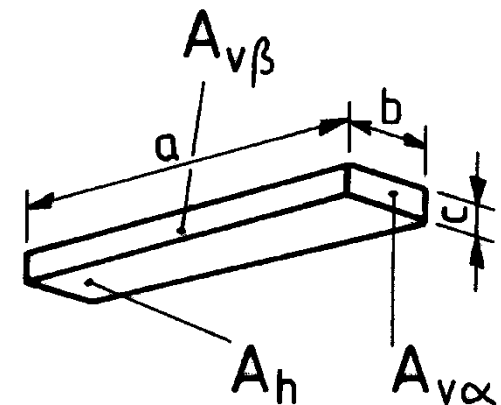
$L(\gamma)$ a lámpatest felületének (γ) irányú
fénysűrűsége;

k fényáramszorzó, a lámpatestben
elhelyezett fényforrások klm-ben kifejezett
mérőszáma;

$I(\vartheta)$ a fényeloszlási görbe (ϑ) irányú
fényerőssége;

$A(\gamma)$ a lámpatest felületének (γ) irányú
vetülete

1	Hosszúság		a	m
2	Szélesség		b	m
3	Magasság		c	m
4	Vízszintes világító felület	$\{1\} * \{2\}$	A_h	m^2
5	Függőleges világító felület	$\{2\} * \{3\}$	$A_{v\alpha}$	m^2
6	Függőleges világító felület	$\{1\} * \{3\}$	$A_{v\beta}$	m^2
7	A lámpatestbe beépített fényáram		$Z * \Phi$	klm



Az UGR

$$UGR = 8 \lg \left[\frac{0,25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right]$$

- L - Lámpatest fénysűrűség
- L_b – Háttér fénysűrűség
- ω - Térszög
- P - Pozíció index f(Fő nézési irány)

Térszög

$$\omega = \frac{A}{d^2}$$

$$A = A_{teljes} \cdot \sin \gamma = a \cdot b \cdot \sin \gamma = 1,22 m \cdot 0,28 m \cdot \left(\frac{h}{d} \right) = 0,3416 m^2 \cdot \left(\frac{2,09}{d} \right)$$

Pozíció index

$$\frac{1}{p} = \left[\frac{d^2 \cdot E}{d^2 + 1,5d + 4,6} + 0,12(1 - E) \right]$$

$$E = e \left(\frac{-0,18S^2}{d} + \frac{0,011S^3}{d} \right)$$

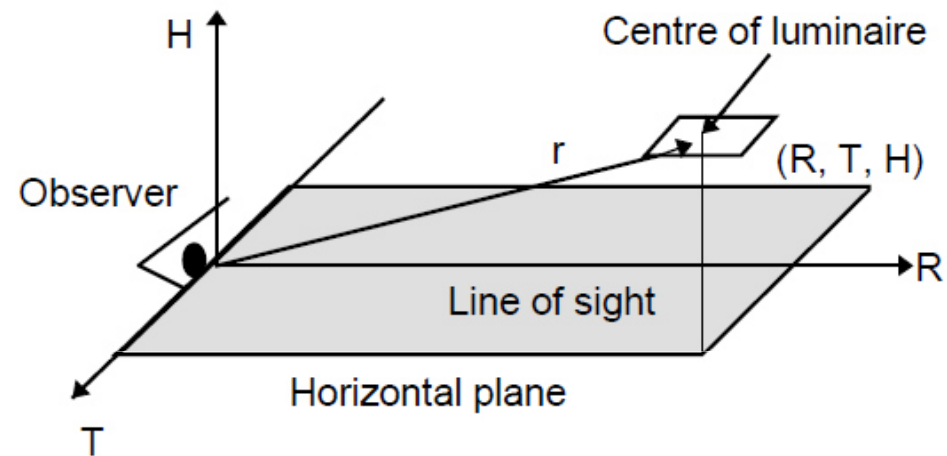


Figure 4.2 The position index coordinate system (R, T, H) based on the observer. The ratios H/R and T/R are based on the centre of the luminaire.

©CIE 117_1995

Table A2 A typical uncorrected comprehensive UGR table.

Reflectances:											
ceiling/cavity		0,7	0,7	0,5	0,5	0,3	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3
walls		0,5	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
working plane		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Room dimensions:		Viewed crosswise					Viewed endwise				
x = 2H	y = 2H	14,4	15,4	14,6	15,6	16,0	13,5	14,5	13,7	14,7	15,1
	3H	14,3	15,3	14,6	15,5	15,8	13,3	14,3	13,6	14,5	14,8
	4H	14,2	15,1	14,5	15,3	15,6	13,2	14,1	13,5	14,3	14,6
	6H	14,0	14,8	14,4	15,1	15,4	13,0	13,8	13,4	14,1	14,4
	8H	14,0	14,8	14,4	15,1	15,4	13,0	13,8	13,4	14,1	14,4
	12H	14,0	14,8	14,3	15,0	15,4	13,0	13,8	13,3	14,0	14,4
4H	2H	14,4	15,3	14,7	15,5	15,8	13,6	14,5	13,9	14,7	15,0
	3H	14,3	15,1	14,6	15,3	15,7	13,4	14,2	13,7	14,4	14,8
	4H	14,1	15,0	14,5	15,2	15,7	13,2	14,1	13,6	14,3	14,8
	6H	14,1	14,7	14,6	15,1	15,6	13,2	13,8	13,7	14,2	14,7
	8H	14,0	14,6	14,6	15,0	15,5	13,1	13,7	13,7	14,1	14,6
	12H	14,0	14,6	14,6	15,0	15,5	13,1	13,7	13,7	14,1	14,6

folyt

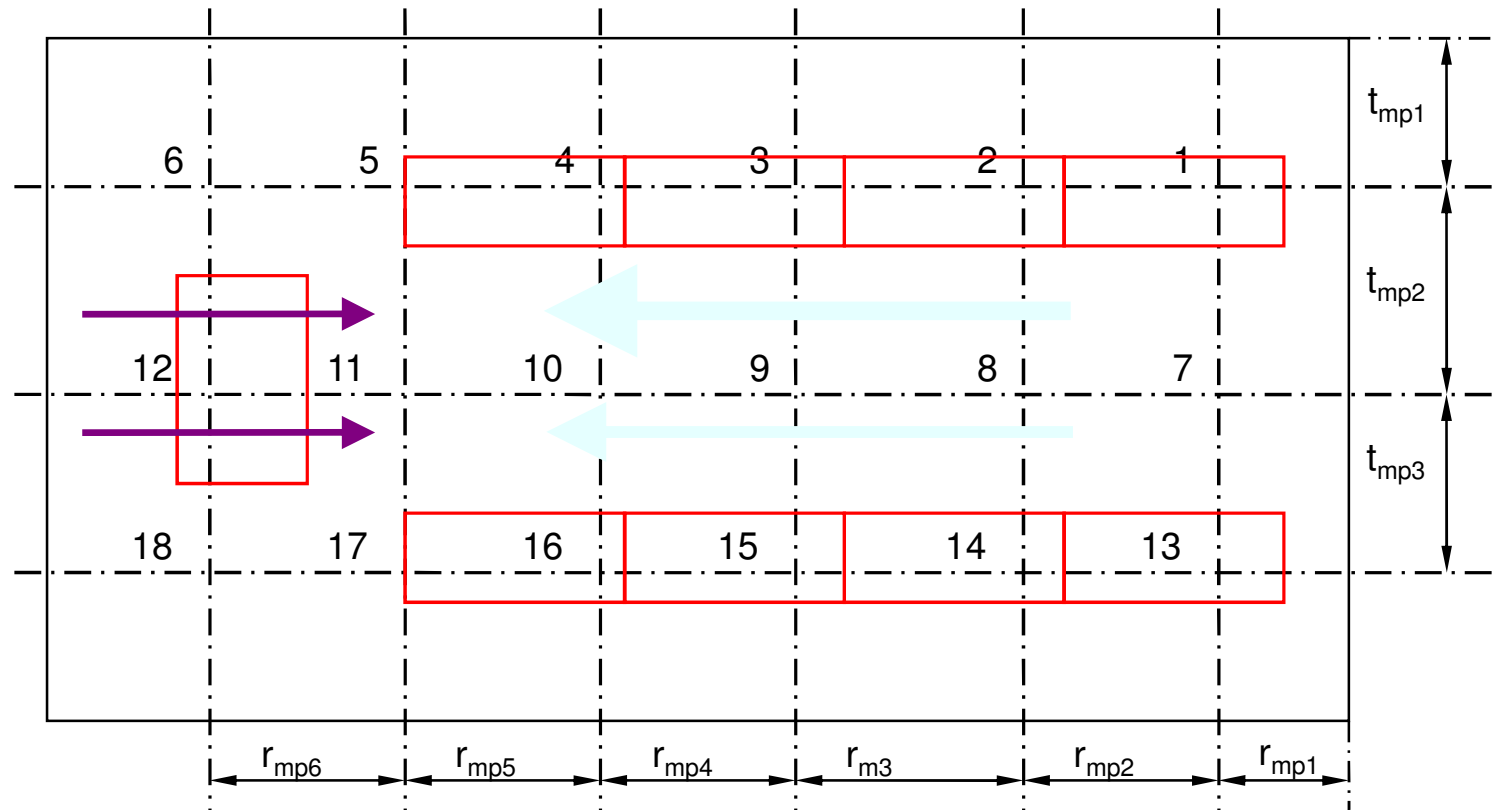
©CIE 117_1995

2015.11.08.

BME-VIK

33

Mérőpontok



Előadói, hallgatói nézési irányok

Söllner görbék

- Fénysűrűség-határérték görbesereg
 - Pontszerű fényforrások
 - vonalszerű fényforrások
- Képrázáskorlátozási fokozat
- Átlagos megvilágítás
 - Több lámpatest hatása

A Söllner-görbék módszere

- Előnyök
 - Egyszerű kiértékelhetőség
 - Egyszerű felülvizsgálat
- Hátrányok
 - Lámpatest függő (nem rendszert értékel)
 - Helyiség, környezet körülményeitől kevésbé függ

UGR

- MSZ EN 12464-1:2003
- CIE TC 3-13
- CIE 117 Technical Report
- Hopkinson egyenlet alapján a CGI továbbfejlesztése
- Angolszász módszer-táblázatos
- Német módszer-grafikonos

UGR-index módszer

- Előnyök
 - Pontos képet ad a káprázási viszonyokról
 - Helyiséget és rendszert értékel
- Hátrányok
 - Bonyolult mérés és számítás (egyszerűsítés)
 - Felülvizsgálat körülményes (ez már megoldás alatt)

UGR mérés analóg kézi műszerrel

térszög,
pozíció

háttérfénysűrűség

fénysűrűség

nézési irány

$$UGR = 8 \lg \left[\frac{0,25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right]$$

Mérőpont	UGR
1	-9,79113
2	-2,37538
3	-11,56820
4	-1,90146
5	-0,25072
6	-9,89441

Mérőpont	UGR
7	-9,89361
8	-6,55253
9	-8,36152
10	5,80036
11	8,74973
12	-9,61371

Mérőpont	UGR
13	-12,5358
14	-14,7594
15	-12,1265
16	-8,6819
17	-8,4094
18	-11,2631

2015.11.08.

BME-VIK

39

Barkóczy Gergely Attila

UGR vs Söllner

- Táblázatos számítás az UGR-re
 - Lámpatest gyártó táblázatos formát ad
- Táblázatos párosítás a Söllner görbékre megadott határtékekkel

Káprázási fokozat	Névleges megvilágítás [lx]								
1	2000	1500	1000	750	500	≤300			
2				2000	1000	500	≤300		
3					2000	1000	500	≤300	
UGR	13		16		19		22	25	28

- Hogyan értékelhető egy konkrét helyiség?
- Mérés és kiértékelés
 - CIE ajánlása az UGR egyszerűsítésre
 - Definíciós mérőháló
- Helyiség káprázása
 - Söllner-görbék alapján
 - UGR-index alapján

A mérések helyszínei



2015.11.08.

BME-VIK

Barkóczy Gergely Attila

42

Külsőtéri káprázás

- Káprázás értékelése szabályozása különböző módokon történhet
 - Vasúti szabályozás
 - Káprázási kategóriák
 - Közvilágítás
 - Küszöbérték-növekmény (Treshold Index - TI)
 - MSZ EN 12464-2:2006
 - GR index
 - Fátyolfénysűrűség

Külsőtéri káprázás

- Külsőtéri világítás jellemzői
 - Kis átlagos megvilágítás
 - Sötét környezet
 - Viszonylag kevés lámpatest
 - Nagy egységfényáramú fényforrások
 - Általában egy, hosszanti kiterjedés
 - Magassághoz képest nagy kiterjedés (út)

Küszöbérték-növekmény (TI)

- MSZ EN 13201-3:2004

$$TI = \frac{65}{L_{av}^{0,8}} L_v \quad \%$$

L_v egyenértékű fátjol fénysűrűség

L_{av} útfelület átlagos fénysűrűsége

$$L_v = 10 \sum_{k=1}^n \frac{E_k}{\Theta_k^2}$$

Küszöbérték növekmény

- A röntó káprázás leírására szolgál: a tárgy és a háttér közötti , százalékban kifejezett kontraszt növekmény, mely ahhoz szükséges, hogy épp oly jól lássuk a tárgyat a kápráztató forrás esetén, mint a nélkül.
- Használni az útvilágítás területén használjuk, ezen esetben nem a háttérhez, hanem az útburkolat átlagos fényűrűségéhez (L_{av}) viszonyítunk, de hogy az átlag hatását gyengítsük, annak 0,8-es hatványát használjuk:

$$TI = 65 \frac{L_{veil}}{L_{av}^{0.8}} \%$$

- A fátýolfényűrűséget az egyes káprázást okozó fényforrások által okozott a szem síkjában mért megvilágításból határozzuk meg:

$$L_{veil} = k \sum_{i=1}^n \frac{E_{g,i}}{\Theta_i}$$

- ahol: k= 10 fiatal észlelők esetén
- Az MSZ EN 13201-3 szabvány még több megkötést is tartalmaz a minimális és maximális Θ szögre stb.

GR index

- MSZ EN 12464-2:2006 Külsőtéri munkahelyek
- Fátolfénysűrűség

$$GR = 27 + 24 \log_{10} \left(\frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0,9}} \right)$$

L_{vl} az összes fátolfénysűrűség (cd/m²)
amelyet az összes lámpatest okoz.

$$L_v = 10(E_{eye} \Theta^{-2})$$

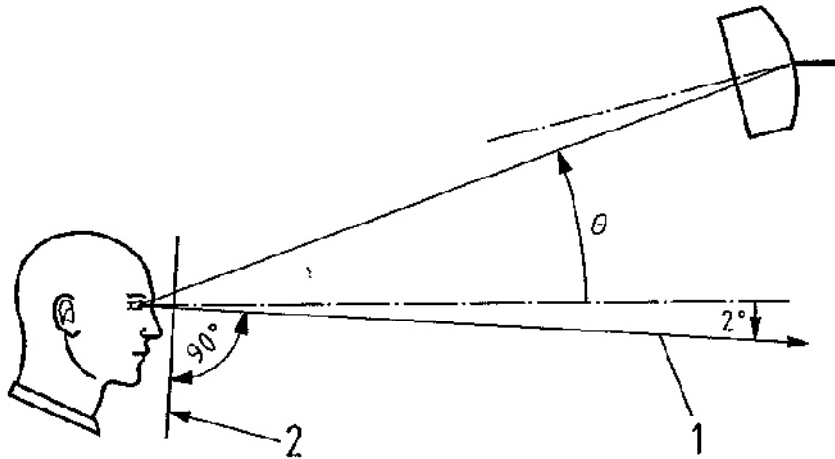
L_{ve} a környezet egyenértékű fátolfénysűrűsége

Fátyolfénysűrűség

Az összes (teljes) fátyolfénysűrűség meghatározása

$$L_{vl} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$$

Az egyes lámpatestek fátyol fénysűrűségének számítása:



$$L_v = 10(E_{eye} \Theta^{-2})$$

Fátyolfénysűrűség

Az egyenértékű fátyolfénysűrűség meghatározása,

$$L_{ve} = 0,035 \rho E_{hav} \pi^{-1}$$

ρ a terület átlagos reflexiós tényezője

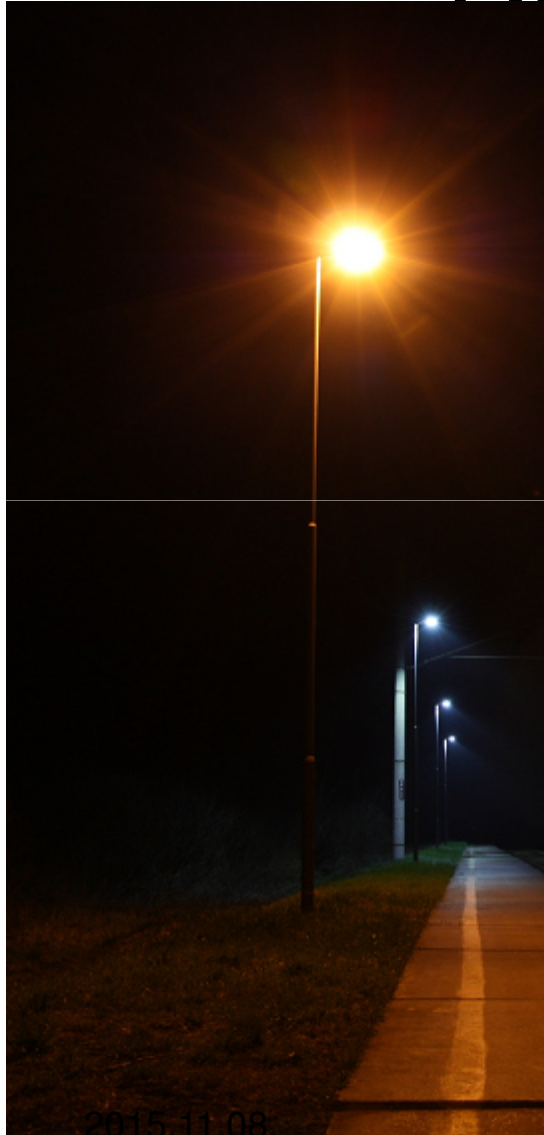
E_{hav} a terület átlagos horizontális megvilágítása

Teljesen diffúz reflexió esetén!

Vasút

- **K1-K5 Káprázási kategória**
- K1 Káprázás fizikai kizárása (nézési irányból)
- K2 Lámpatest takarásban
- K3-K4 számított határérték
 - $C_k \leq 50$ és $C_k \leq 100$
 - $$I_\gamma = c_k (h - 1,5)^2 \quad \gamma \leq 80$$
- K5 nincs korlátozás

Külsőtéri káprázás



2015.11.08.



BME-VIK

Barkóczy Gergely Attila



51

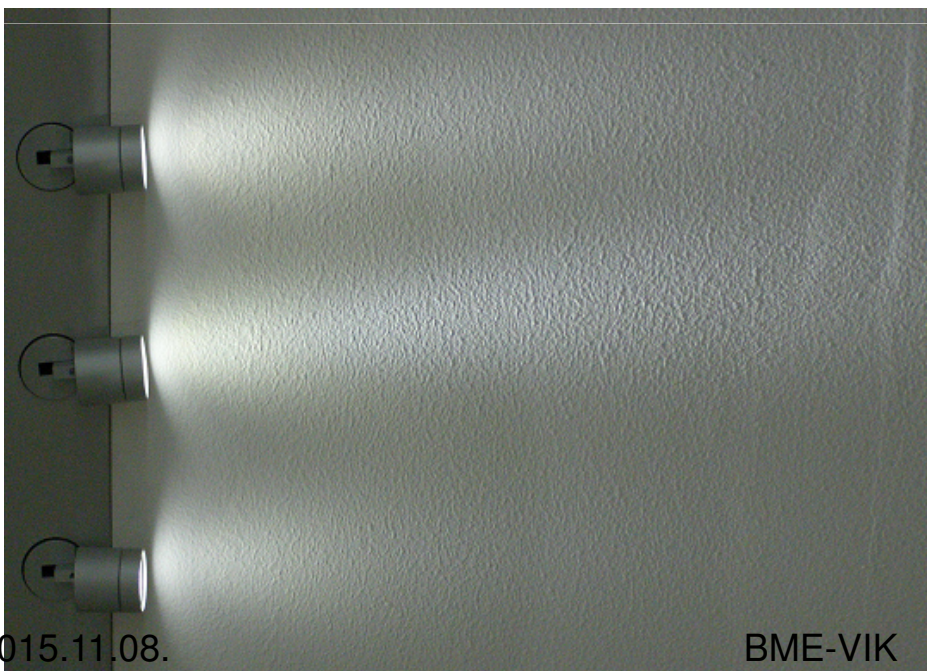
50

Káprázás és a LED

- Előnyök
 - Irányított fény
 - Szórt fény kevesebb
- Hátrányok
 - Kicsi felület, nagy fénysűrűség - eredendően
 - Optika, indirekt - veszteség
 - Fényszennyezés?

LED - Előnyök

- Irányított fény
 - Jelzőfény kápráztat
 - Oldalról nem kápráztat



2015.11.08.

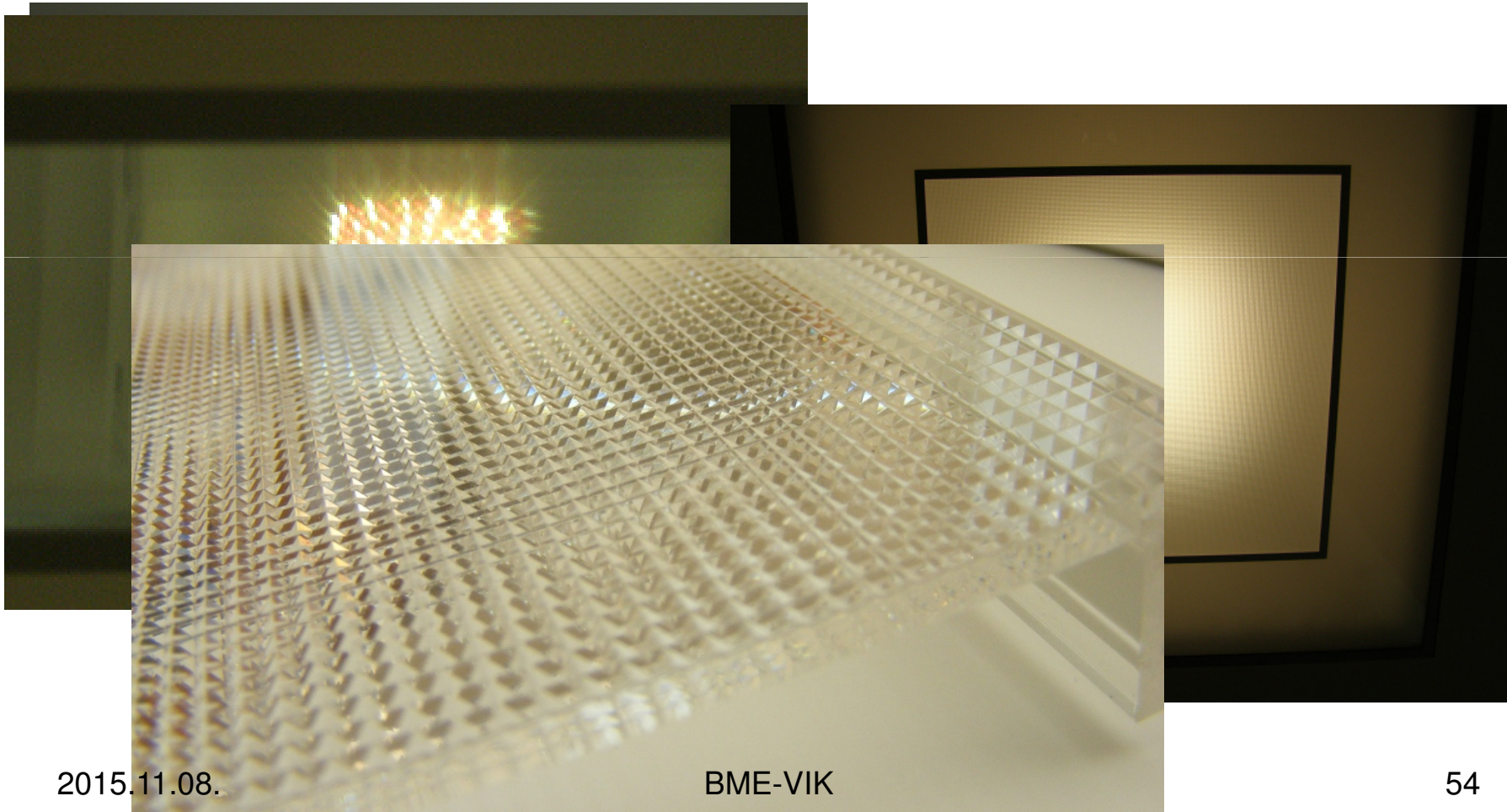
BME-VIK



53

LED - Képrázáskorlátozás

- Optikák, burák



2015.11.08.

BME-VIK

54

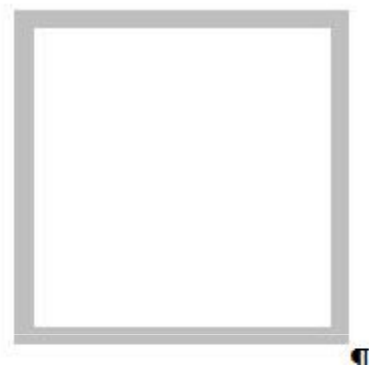
Barkóczy Gergely Attila

LED káprázás értékelése

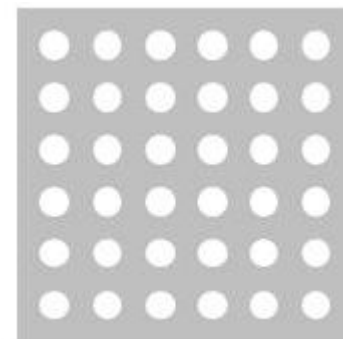
- Fénysűrűség mérési nehézségei
 - Méréstechnikai probléma
 - Kis felület
 - Nagy fénysűrűség
 - Eleve korlátozni kell
 - Értékelési dilemma
 - Mi legyen a kápráztatás alapja?

LED lámpatestek elrendezése

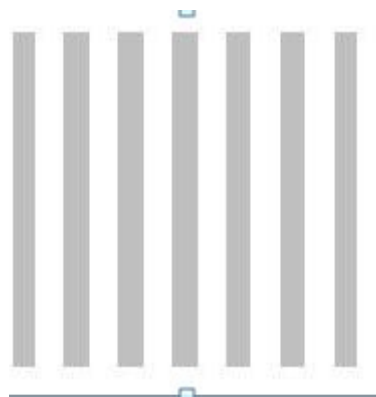
Egyenletes
stimulus



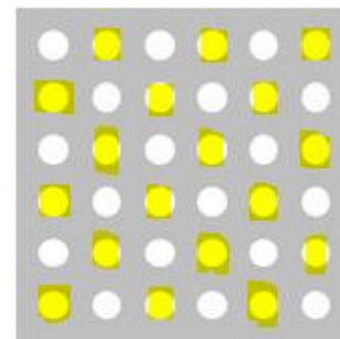
Mátrix



Soros



Sakktábla



Világosság és fénysűrűség

- **világosság**: a vizuális érzékelés jellemző tulajdonsága, amely szerint úgy tűnik, hogy egy felület több vagy kevesebb fényt bocsát ki
- **fénysűrűség**: a világosság fotometriai korrelátuma, melyet csak matematikailag határoztunk meg:

$$L = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial A \cos \Theta \partial \omega}$$

- ahol:
 - $d\Phi$ a fényáram, amelyet az elemi sugárnyaláb az adott felületelemen át továbbít, és az adott irányt is tartalmazó $d\omega$ térszögben halad;
 - dA a sugárnyaláb azon elemi metszetének a területe, amely az adott pontot tartalmazza;
 - Θ a metszeti felület normálisa és a sugárnyaláb iránya közötti szög.
- Kísérletileg igazolt összefüggés a világosság és fénysűrűség közt:

$$\frac{B}{B_{\max}} = \left(\frac{L}{L_{\max}} \right)^{0,58}$$

de

és így

$$B_{\max} = C L_{\max}^{0,37}$$
$$B = \text{Const} \cdot L^{0,58} / L_{\max}^{0,21}$$

- Kísérletileg igazolt empirikus összefüggés a világosság és fénysűrűség közt:

$$\frac{B}{B_{\max}} = \left(\frac{L}{L_{\max}} \right)^{0,58}$$

és

$$B_{\max} = \text{Const} \cdot L_{\max}^{0,37}$$

így

$$B = \text{Const} \cdot L^{0,58} / L_{\max}^{0,21}$$

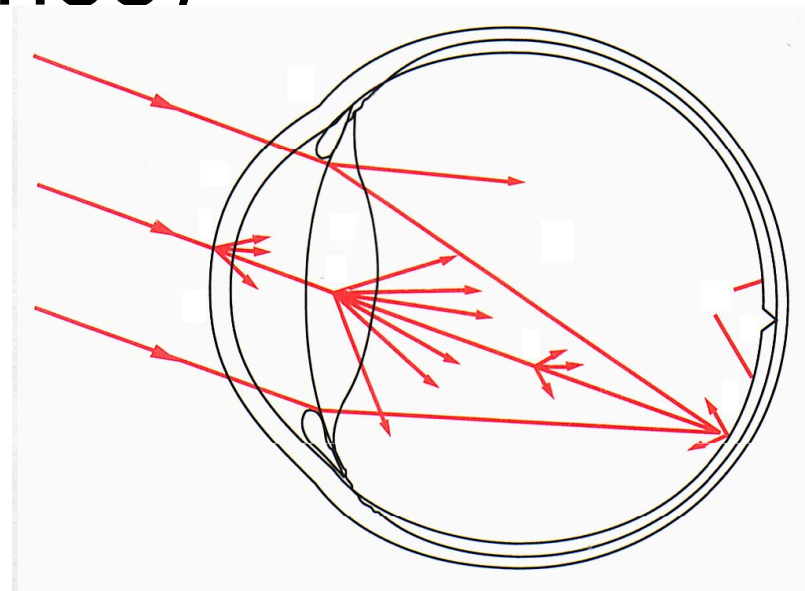
- Ha a látvány megvilágítását E_1 -ről E_2 -re növeljük, úgy mind L , mind $L_{\max}$ arányosan változik:

$$\frac{B_2}{B_1} = \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{0,37}$$

Fátyolfénysűrűség (veiling luminance)

- A látórendszer 10^{12} nagyságrendű fénysűrűségekhez tud adaptálni, de egy képben (egy adaptációs állapotban) csak néhány százszoros - ezerszeres átfogásra képes
- A látótérben lévő extrém nagy fénysűrűségű fény lokálisan telítésbe viszi az érzékelő sejteket, de a szem közegében való fényszórás következtében a többi érzékelő sejt ingerlését is megnöveli: fátyolfénysűrűséget hoz létre

$$C = \left| \frac{(L_t + L_{\text{veil}}) - (L_b + L_{\text{veil}})}{L_b + L_{\text{veil}}} \right| = \left| \frac{L_t - L_b}{L_b + L_{\text{veil}}} \right|$$



$$L_{\text{veil}} \approx \frac{E_g}{\Theta^3}, \text{ ha } \Theta > 2^\circ$$

$$L_{\text{veil}} = \frac{9,2 E_g}{\Theta(\Theta + 1,5)}$$

L_{veil} = fátyolfénysűrűség

E_g = megvilágítás a szem síkjában

Θ = nézési irány és kápráztató forrás iránya közti szög

Zavaró káprázás

- olyan káprázás, mely kényelmetlenséget okoz anélkül, hogy szükségképen rontaná a tárgy látását
- Láttuk, hogy valamely fény feltűnősege: $D = f(L\sqrt{\omega})$
- Föltételezzük, hogy a feltűnőség és a maximális világossághoz viszonyított világosság ($B/B_{\max}$) arányosak.
- Láttuk, hogy $B_b \sim L_b^{0,37}$ ($B_{\max} = \text{Const} \cdot L_{\max}^{0,37}$) és
 $B \sim L^{0,58}$
- A feltűnőség-re csak arányosságunk van, így L_b egész kitevőjére normalizálhatunk:

$$D = f\left(\frac{L_s^{1,6}}{L_b}\right)$$

ahol L_s a (zavaró) fényforrás fénysűrűsége

Unified Glare Rating

- Beltéri világítások káprázási értékeinek megadására használt módszer:
Egységesített káprázási osztályozás (UGR)
- A fentiek alapján a régebbi zavaró káprázás képletek által szolgáltatott eredményekhez való összehasonlíthatóság érdekében átskálázva a képleteket azt kapjuk, hogy

$$UGR = 8 \log \frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L_s^2 \omega}{p^2}$$

p a „helyzet index” empirikus index, mely adott nézési irány számára kápráztató forrásnak a nézési iránytól való szögétől függ.

- A háttér fénysűrűség: $L_b = E_{\text{ind}}/\pi$, ahol E_{ind} a vertikális közvetett megvilágítás az észlelő szemének helyén

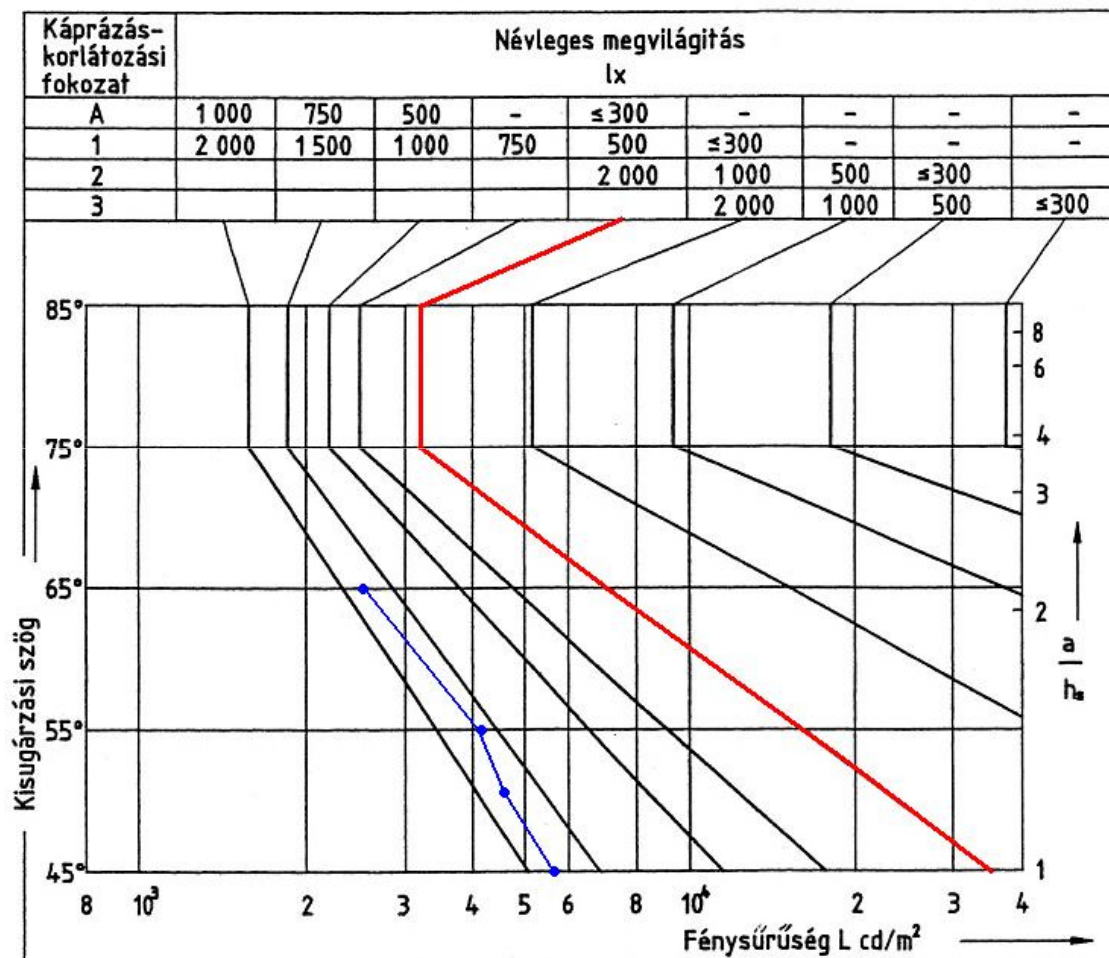
Kitekintés

- A rontó káprázás kísérletileg jól megalapozott
- A zavaró káprázás kísérleteit kiterjedt (opál burás) fényforrásokkal végezték, úgy tűnik, hogy sok apró, nagy fényerősségű pontból álló fényforrások (LED-es lámpatestek) esetén a számítottnál nagyobb káprázást érzékelünk, további vizsgálatok szükségesek.
- Nem tárgyaltuk a gépkocsi fényszórók (halogén izzó, Xe-lámpa, LED) eltérő színekéből adódó káprázási különbségeket. Fénysűrűség-arányosságtól eltérések lépnek fel, értelmezés még hiányzik.

de Boer féle skála: a zavaró káprázás ordinális (rangskála) értékelési rendszere, melynek értékei:

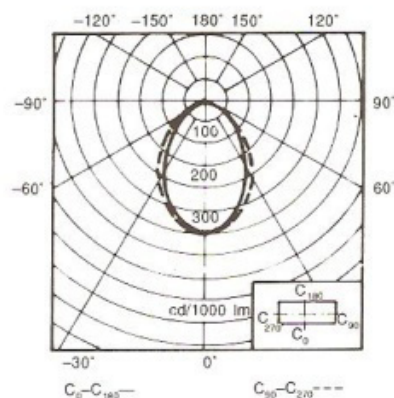
- 9 – Nem érzékelhető: a kápráztató fényforrás olyan fénysűrűségű, amely a felhasználó számára éppen nem érzékelhető. Meghatározása talán a legnehezebb.
- 7 – Érzékelhető: az a minimális inger szint, amely már érzékelhető a felhasználó számára.
- 5 – Elfogadható: szintén minimális értékű fénysűrűség, amely a felhasználót a munkájában még nem zavarja.
- 3 – Zavaró: a káprázás azon tartományának alsó határa, amely már zavaró hatása miatt csökkenti a látási teljesítményt és kellemetlen hatású. Kísérletünk fő célja ennek az értéknek a meghatározása a színekép függésében.
- 1 – Elviselhetetlen: az a szint, amelynél a felhasználó már csak korlátozottan tudja a munkáját elvégezni, ez a fénysűrűség erősen vakító hatású is lehet.

Tanterem lpt nézési iránnyal
párhuzamos felszerelés esetén

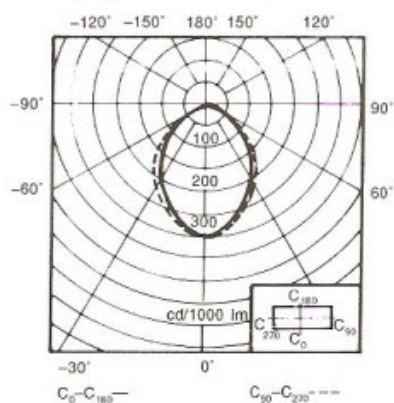


Típus Type Typ	Teljesítmény Power Leistung	Méretek, mm Dimensions, mm Abmessungen, mm							Tömeg, kg Mass, kg Masse, kg
		a	b	c	d	e	f	g	
13-22-322	2x20 W	645	190	114	450	621	166	25	3,10
13-24-322	2x40 W	1254	190	114	1050	1230	166	25	5,90
ET-23-322	2x36 W	1254	190	114	1050	1230	166	25	6,80
13-34-322	3x40 W	1260	275	114	600	1234	250	25	8,20
ET-33-322	3x36 W	1260	275	114	600	1234	250	25	9,10

13-22-322
13-24-322



13-34-322



Osztály Class Klasse	Névleges megvilágítás Nominal illuminance (lx) Nennbeleuchtung							
1	2000	1000	750	500	≤300			
2				2000	1000	500	≤300	
3					2000	1000	500	≤300

