

FIZIKA ZGRADE

- Cilj arhitekta – ostvariti komfor!
- Komfor u građevinama uslovljava:
 - ◆ Svjetlost
 - ◆ Zvuk
 - ◆ Toplota
 - ◆ Vlaga

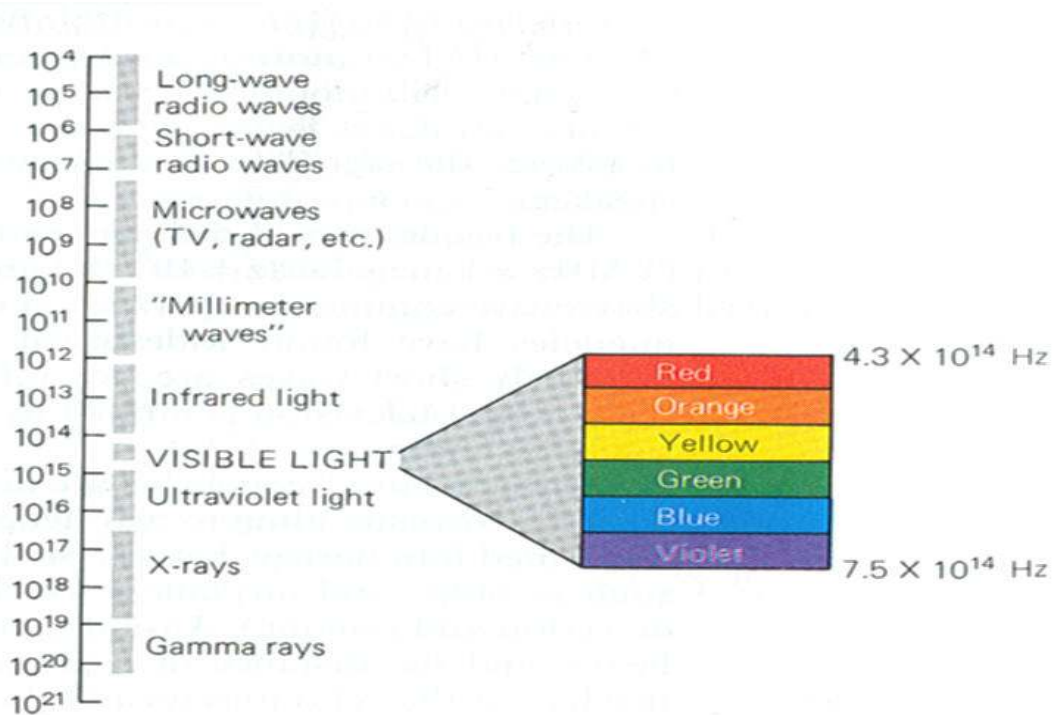
SVJETLOST

- ispravan osvjetljaj:
 - ◆ prostor prijatan i sredina vedra
 - ◆ uklonjeni štetni uticaji svjetlosti
 - ◆ ne napreže oko
 - ◆ povećana vizuelna percepcija
 - ◆ pospješuje održavanje higijene
 - ◆ smanjuje povrede na radu.....

ISTORIJA POZNAVANJA SVJETLOSTI

- **Lukrecije** (94-54 g.pne): «*svjetlost je veoma brzo, pravolinijsko kretanje užarenih čestica*» – VEOMA ISPRAVNO
- **Njutn** (1642-1727): razlaže svjetlost na *spektar*
- **Kristian Hajgens** (1629-1695) – postavio teoriju da je svjetlost talas, ali kakav talas nije znao da objasni...
- **James Maxwell** (1831-1879) – otkrio da su ti talasi ustvari oscilovanje e.m.polja!
- **Max Planck** (1831-1947) – uveo nas u eru kvantne fizike – svjetlost je kvantovana!
- **Ajnštajn** (1879-1955) – svjetlost je dualne prirode: *talas i čestica* !

SVJETLOSNI SPEKTAR



<i>Boja</i>	λ [nm]
Crvena	620 – 760
Narandžasta	590 – 620
Žuta	550 – 590
Zelenožuta	530 – 550
Zelena	505 – 530
Plavozelena	480 – 505
Plava	430 – 480
Ljubičasta	400 – 430

OSJETLJIVOST LJUDSKOG OKA

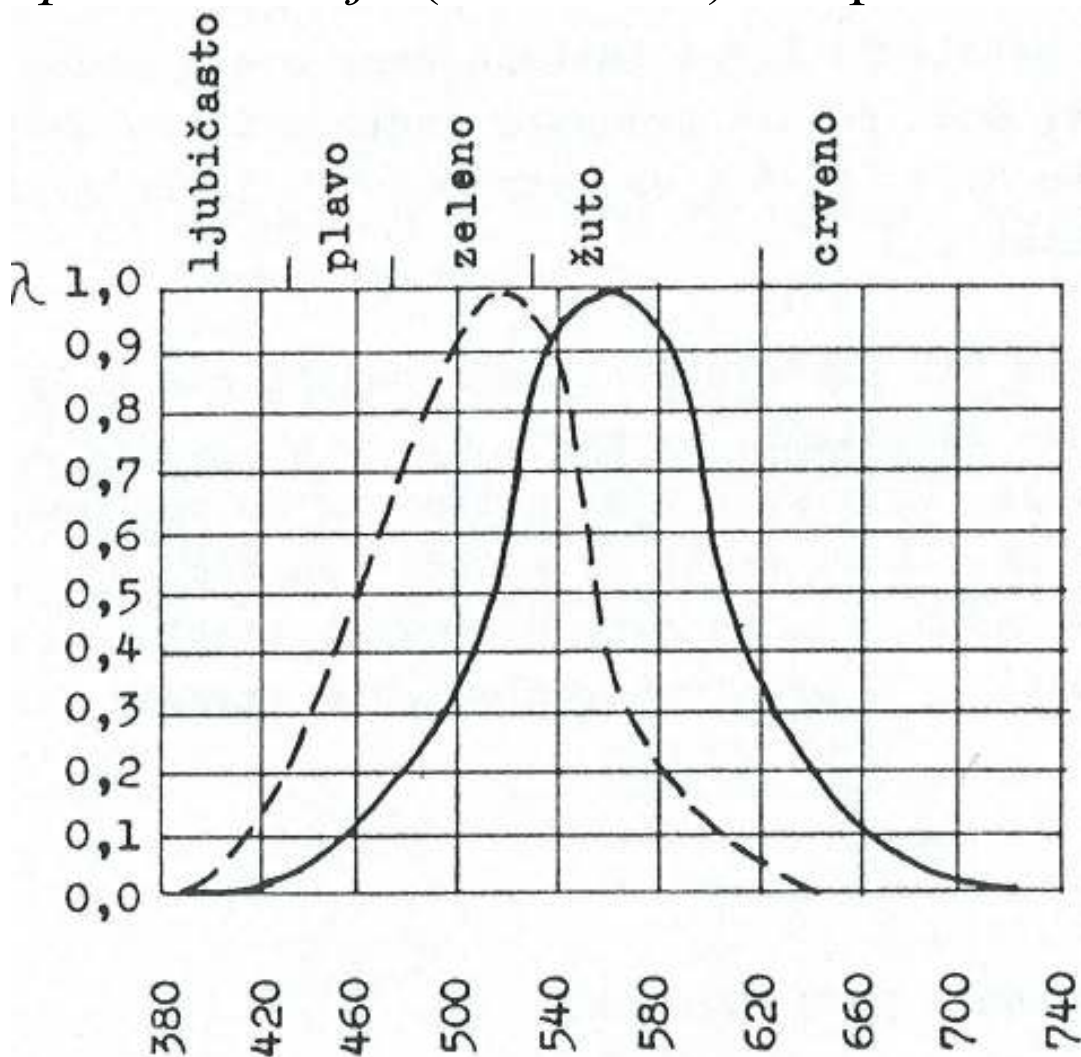
- žuta mrlja:

♦ štapići → odgovorni za intenzitet (130 miliona)

♦ čepići → odgovorni za boju (7 miliona)

- *fotooptičko viđenje* (pri normalnoj svjetlosti)

- *skotooptičko viđenje* (u sumraku) – čepići bez uloge!



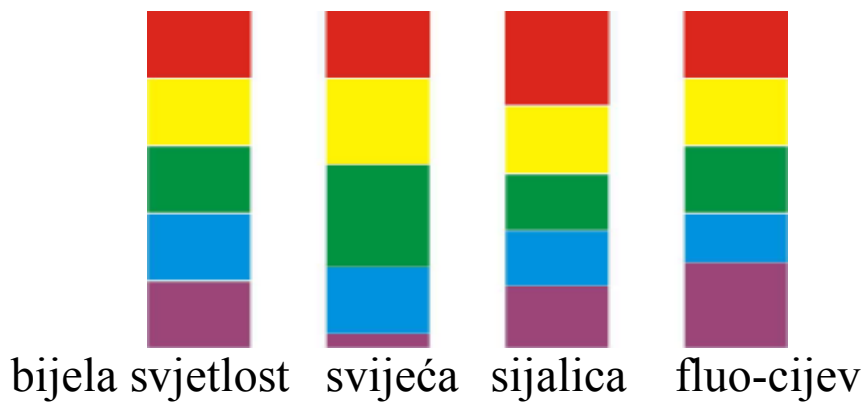
KOLIKA JE TEMPERATURA SVJETLOSTI?

- ♦ Emitancija – energija emitovana sa neke površine u vidu e.m.zračenja u jed.vremena:
- ♦ Apsolutno crno tijelo: Štefan-Bolcmanov z.

$$E = \sigma T^4, \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \left[\text{W} / \text{m}^2 \text{K}^4 \right]$$

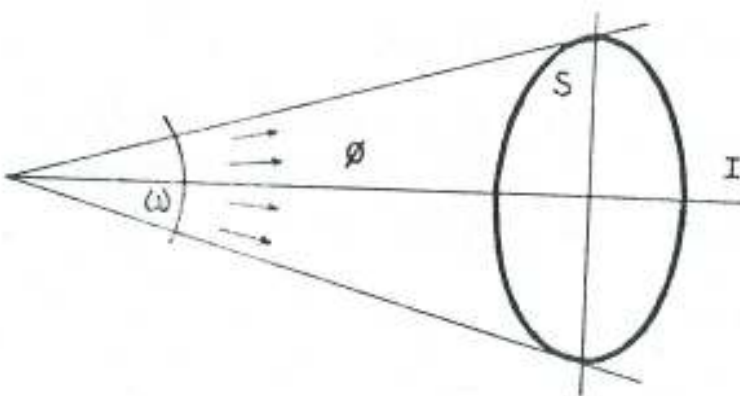
- ♦ Vinov zakon «pomjeranja»: $\lambda_m \cdot T = b$,
 $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \left[\text{K} \cdot \text{m} \right]$

	prirodni izvori	[K]	vještački izvori
hladni tonovi		7000	
	ravnomjerno prekriveno nebo	6500	fluo cijec
		6000	
	Sunce u zenitu	5500	
		5000	
	2 h po izlasku	4500	
		4000	BIJELA SVJETLOST
topli tonovi			gasna sijalica
		3500	
		3000	
	30 min.po izlasku	2500	sijalica sa vakuumom
		2000	
	izlazak Sunca	1800	



FOTOMETRIJSKE VELIČINE

1. **Svjetlosni fluks**, Φ [lm]: to je energija one svjetlosti koja prođe kroz neki prostorni ugao ili površinu u jednoj sekundi.
2. **Količina svjetlosti**, Q [lm·s]: fluks emitovan u određenom vremenu, $Q = \int \Phi \cdot dt$
3. **Jačina svjetlosti**, I [cd]: snaga svjetlosnog izvora koja se javlja na osi prostiranja svjetlosti, $I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$

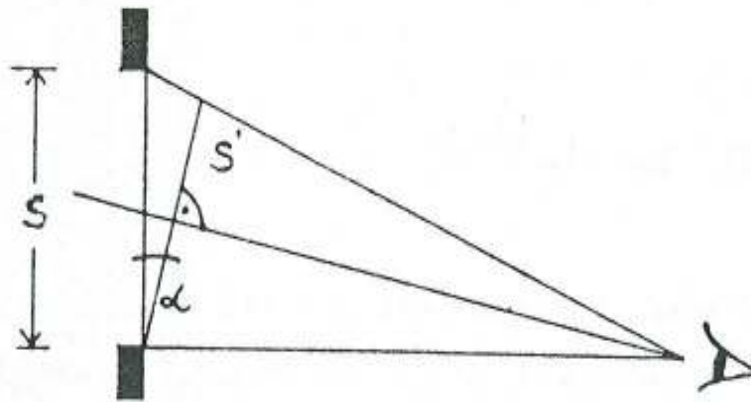


Za tačkasti i izotropan izvor:

$$I = \frac{\Phi}{4\pi}$$

4. **Bljesak (luminancija, sjajnost), L [nt]:** veličina koju najčešće ljudsko oko osjeća,

$$L = \frac{dI}{dS_s} \left[\text{nt} = \frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \right]$$



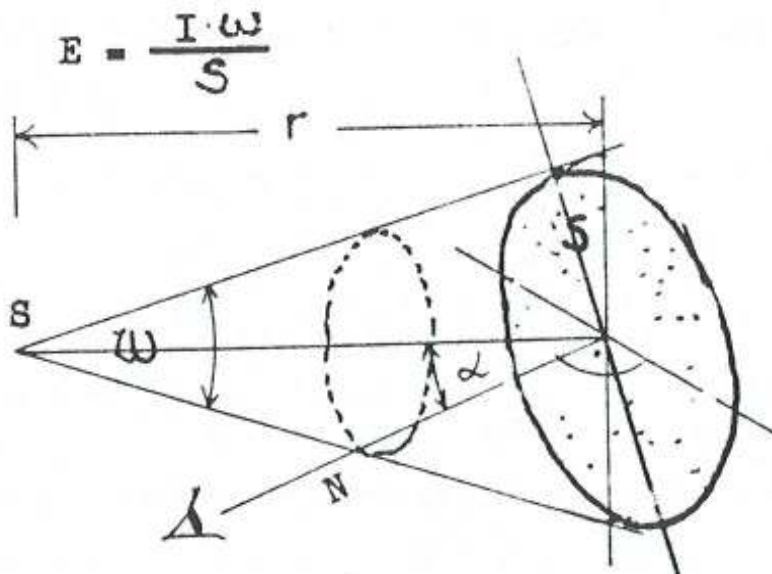
$$L = \frac{I}{S'} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha} = \frac{\Phi}{\Omega \cdot S \cdot \cos \alpha}$$

Bljesak može biti -onesposobljavajući
-neugodan

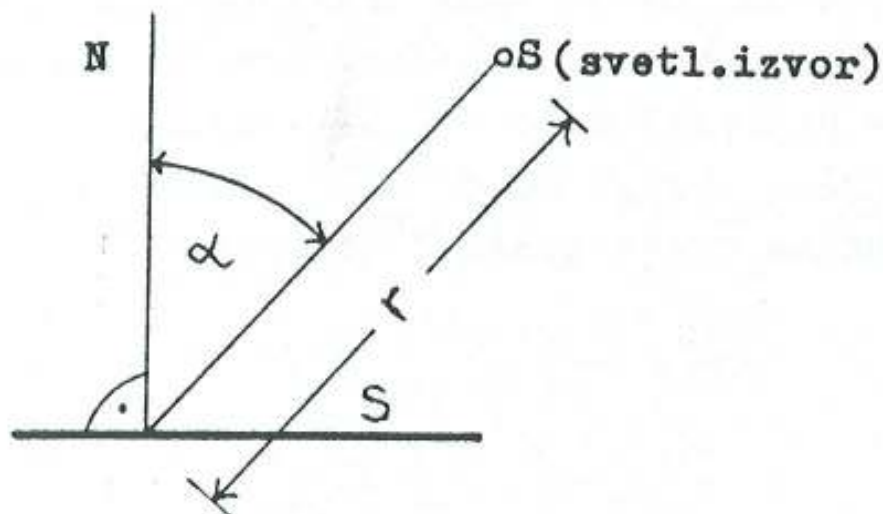
Izvor	Oblačno nebo	Vedro nebo	Sunce zenit	Mjesec	Sijalica 100 W	Svijeća
[nt]	7000 – 8000	2500 – 4000	$1,5 \cdot 10^9$	2500	$5,5 \cdot 10^6$	5000

5. **Osvjetljaj (iluminancija), E [lx]:** je mjera za intenzitet svjetlosti koji pada na određenu površ,

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



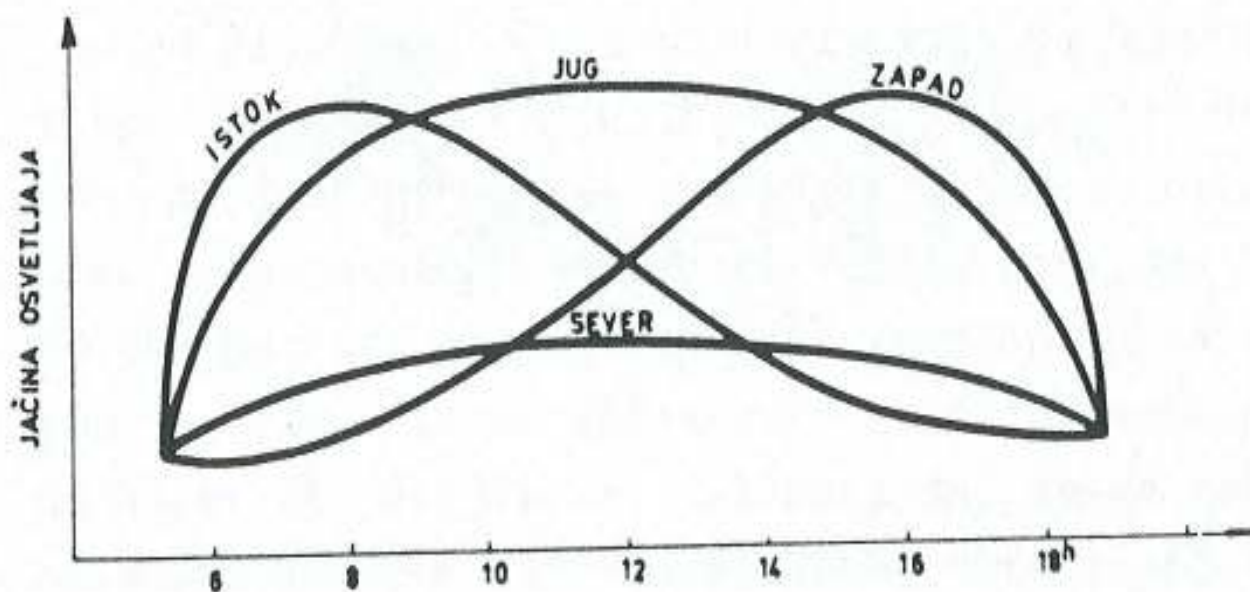
kako je $\Phi = I \cdot \Omega$ onda je $E = \frac{I \cdot \Omega}{S} = \frac{I \cdot S}{r^2 \cdot S} \cos \alpha = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$,
a to je LAMBERTOV ZAKON.



Sunce zenit	Oblačno nebo	Pun mjesec	Tamna noć	Zatvoreni prostori	
100000	15000	0,2	0,002	200 – 600	[lx]

Zašto se osvjetljaj mijenja?

- Mijenja se položaj Sunca u odnosu na Zemlju
- Različit položaj Zemljine ose
- Geografska širina posmatranog područja
- Rotacija Zemlje
- Klimatske (ne)prilike
- Smog
- Orientacija objekta



KRITIČNI OSVJETLJAJ

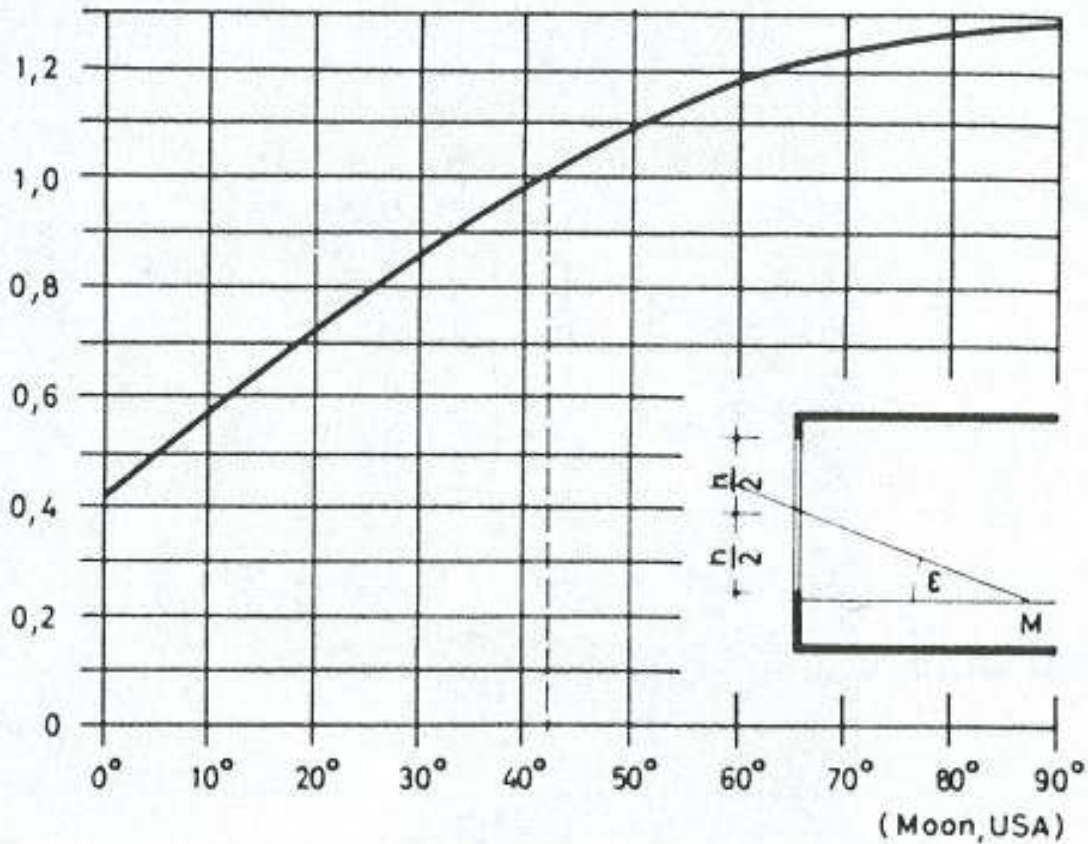
To je onaj osvjetlaj koji se javlja za vrijeme prosječnog, oblacima zastrtog, decembarskog neba, oko 9³⁰ h.

$$E_a = 5500 \text{ [lx]}$$

Munova korekcija q_1

- prosječna vrijednost bljeska – za ugao 42° , dok se za ostale uglove vrši korekcija bljeska

DIJAGRAM BLESKA NEBA



Daniljukova korekcija q_2

- vezana je za orijentaciju prostorije

Izvor svjetlosti okrenut prema:	q_2 (oblačno)	q_2 (vedro)
Sjever	1	1
Sjeveroistok, sjeverozapad	0,9	0,9
Istok, zapad	0,7	0,7
Jugoistok, jugozapad	0,85	0,65
Jug	0,8	0,6

Korektovan osvjetljaj:

$$E_S = 5500 [\text{lx}] \cdot q_1 \cdot q_2$$

Koliko osvjetljenosti trebamo?

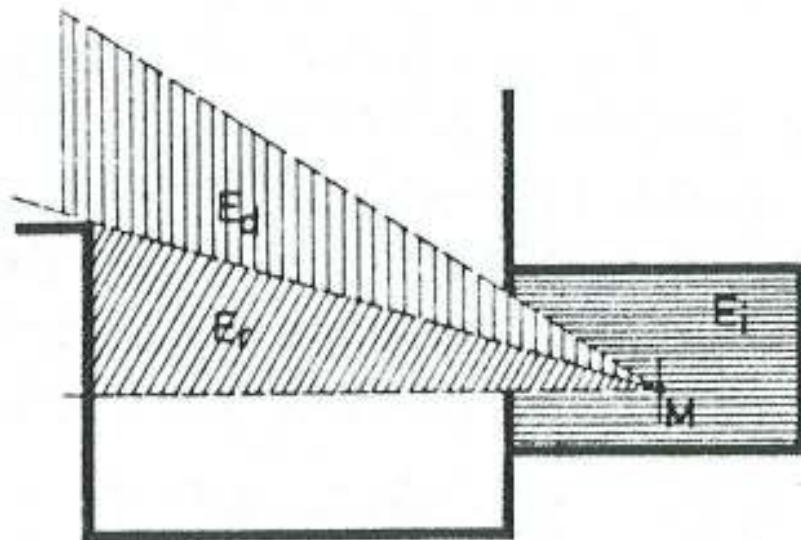
Faktori:

- prostorne karakteristike vizuelnog zadatka
- stepen refleksije (bijeli hamer zahtijeva manje E)
- kontrast sjaja vizuel.zadatka i neposred.okoline
- vrijeme trajanja vizuelnog zadatka
- brzina obavljanja rada
- stepen zahtjevane tačnosti zadatka
- starosna dob osobe koja obavlja zadatak

Standardi: (JUS.C9 100)

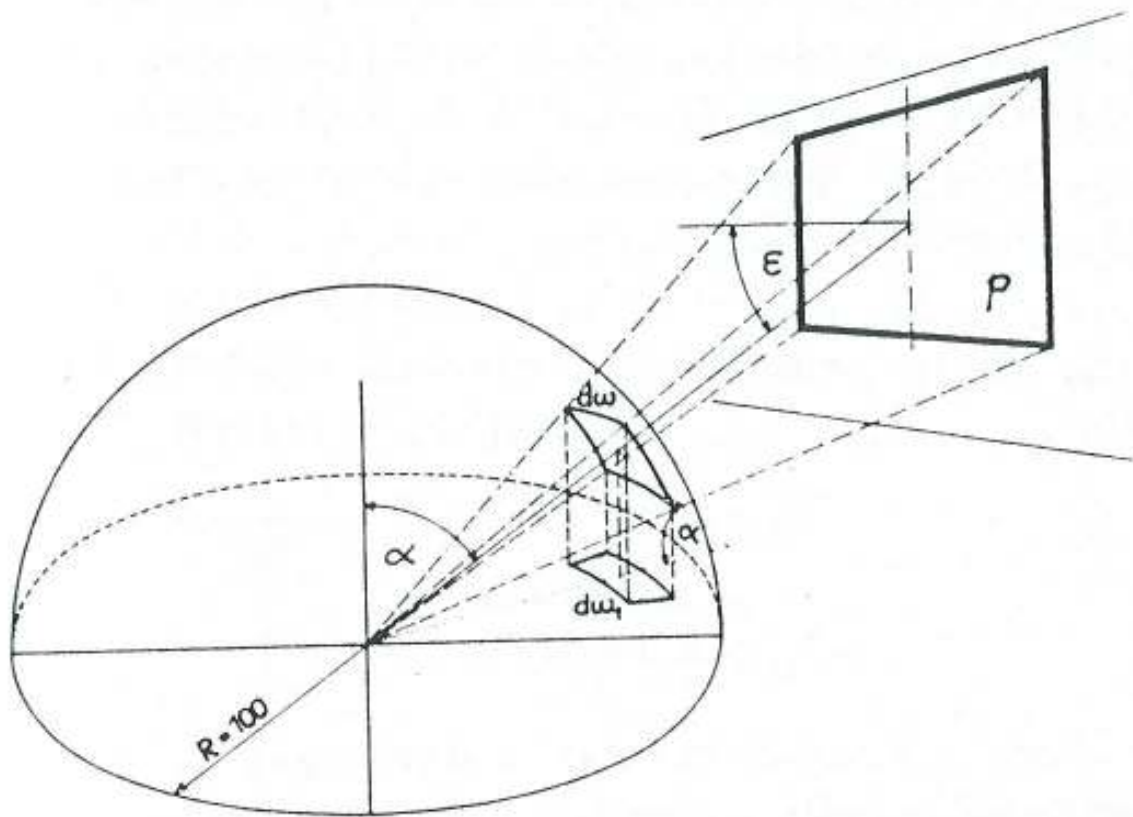
Zahtjev	Osvjetljenost [lx]	Svj.dn.činilac [%]
Veoma mali	30 – 50	0,55 – 0,9
Mali	50 – 80	0,9 – 1,5
Srednji	80 – 150	1,5 – 2,7
Veliki	150 – 300	2,7 – 5,5
Veoma veliki	300 – 600	5,5 – 11
Izvanredno veliki	preko 600	preko 11

KAKO PRORAČUNATI OSVJETLJAJ?



METOD PROJEKCIJE PROSTORNOG UGLA

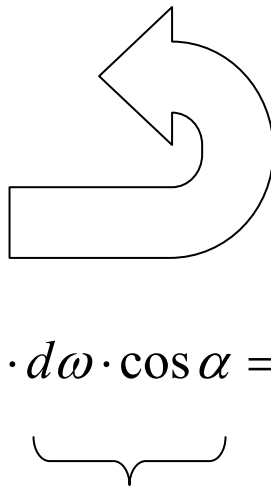
Prof. Kojić



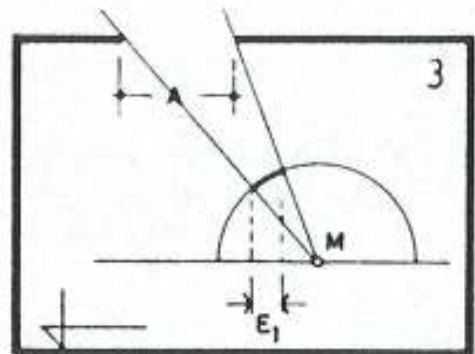
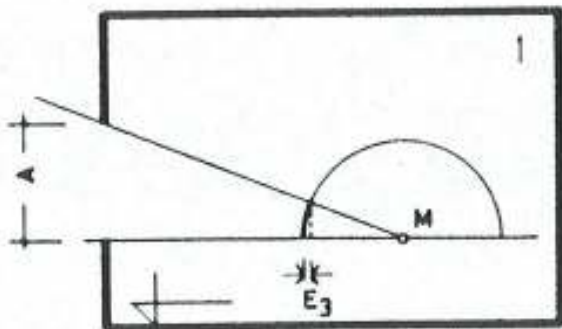
Osvjetljaj: $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$

Bljesak: $L = \frac{I}{S \cdot \cos \varepsilon} \Rightarrow I = L \cdot S \cdot \cos \varepsilon$

$$E = \frac{L \cdot S \cdot \cos \varepsilon}{r^2} \cos \alpha = (\text{jer je } \frac{S \cos \varepsilon}{r^2} = d\omega) = L \cdot d\omega \cdot \cos \alpha = L \cdot d\omega'$$



Promjena dispozicije prozora mijenja i veličinu projekcije prostornog ugla:



SVJETLOSNI DNEVNI ČINILAC (T)

Potreba da se uvede jedna veličina koja ne zavisi od spoljašnjeg bljeska.

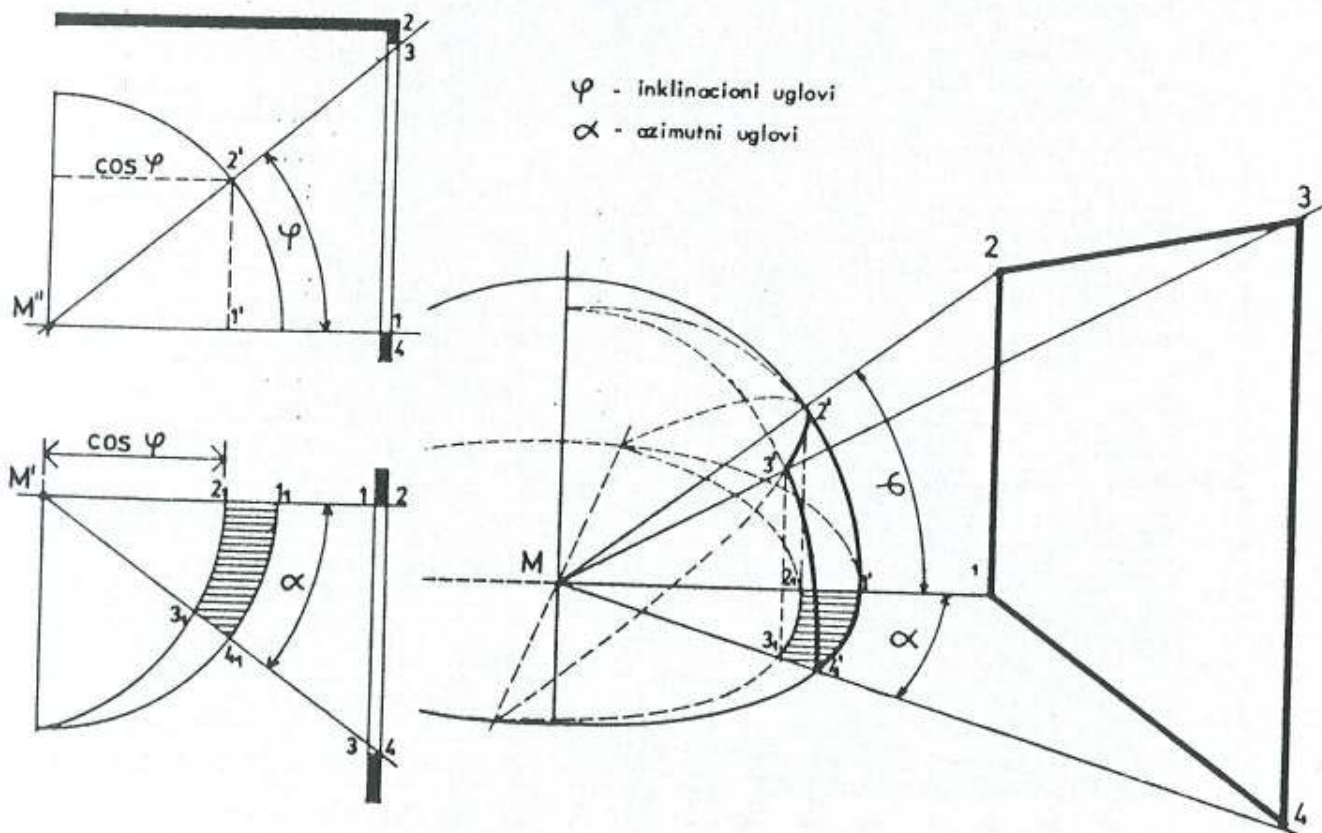
$$T = \frac{E_u}{E_s}$$

Svjetlosni dnevni činilac je veličina koja ostaje *konstantna.*

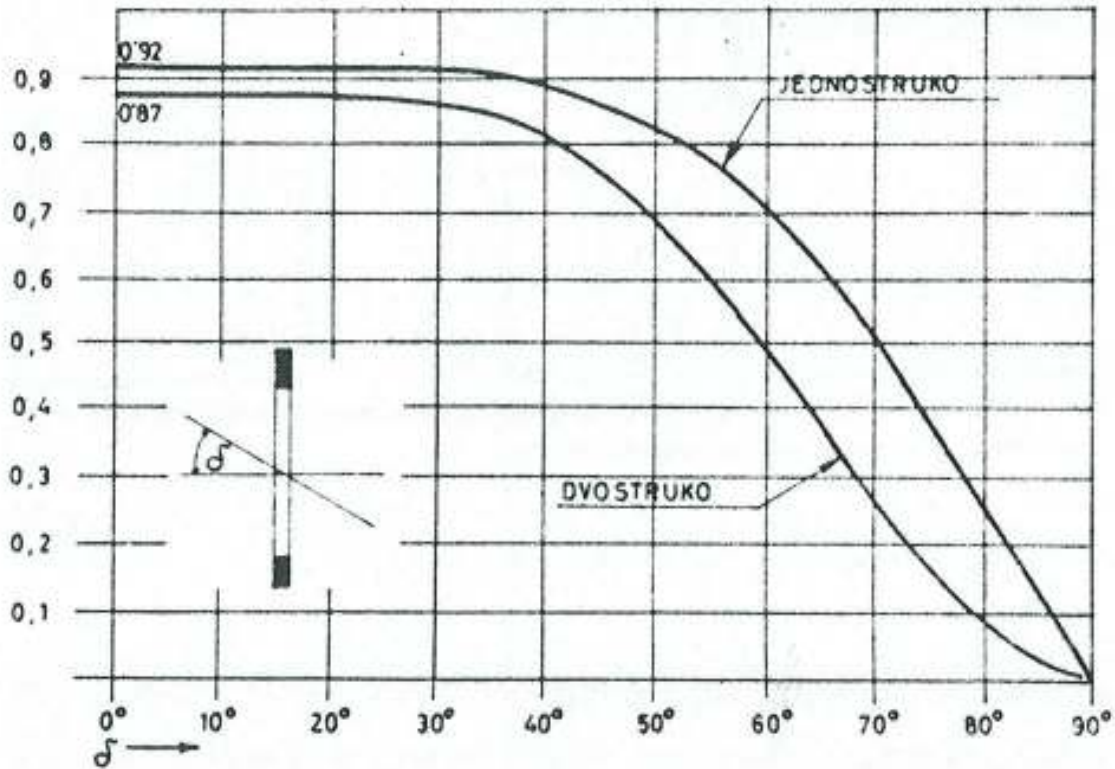
Svjetlosni dnevni činilac ima takođe 3 komponente:

$$T = t_d + t_i + t_r$$

- određivanje direktne komponente t_d (Prof. Kojić):



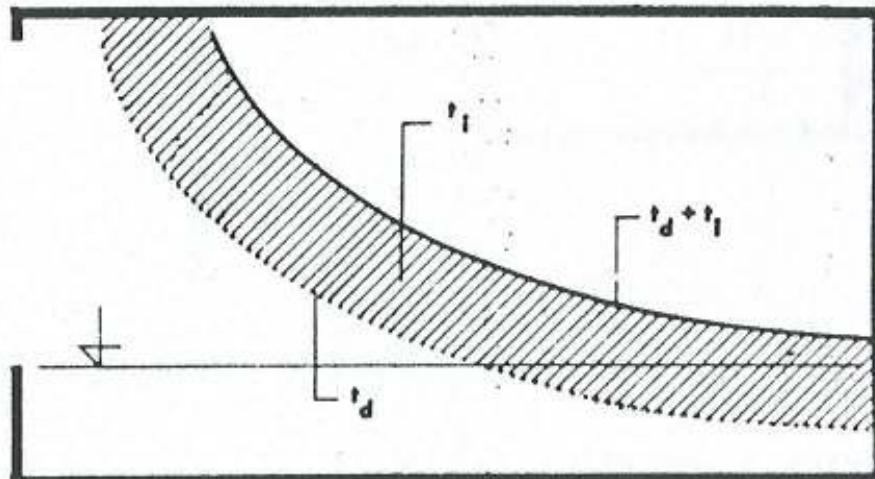
- metod fiktivnih otvora
- korekcija na direktnu komponentu (K):
 - prečke na prozorima smanjuju t_d za 4-50%
 - vrsta i debljina stakla
 - vrsta stakla (obično 8-10%, opal do 90%)
 - upadni ugao svjetlosti efektivno povećava debljinu stakla (Holmes-ov dijagram):



- zaprljanost stakla (5-75%)

- **određivanje interreflektovane komponente t_i :**

- konstantna i stabilna komponenta
- u nekim tačkama čak i dominantnija od t_d

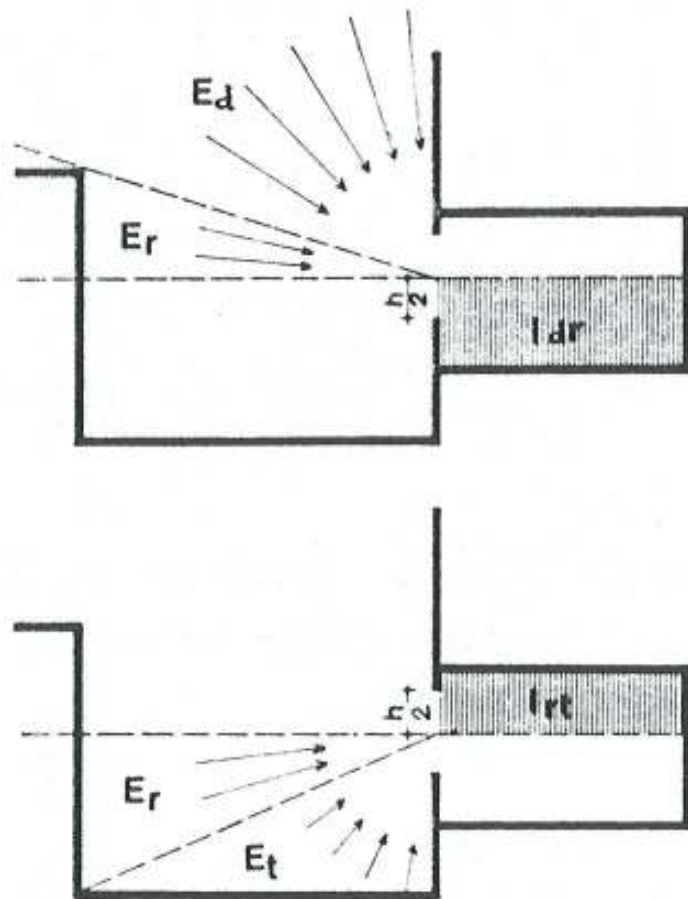


- veliki uticaj primjenjenih materijala
- proračun se vrši Hopkinsovom metodom

$$R = \frac{P_p \cdot \rho + P_T \cdot \rho + P_Z \cdot \rho + P_O \cdot \rho}{P_p + P_T + P_Z + P_O}$$

Nomogramom se odredi t_i , znajući ukupnu refleksiju i odnos površine otvora naspram ukupne površi ($P_o/\Sigma P$)

TEORIJA RAZDVOJENOG FLUKSA



E_r – potiče od refletovane svjetlosti od okolne objekte

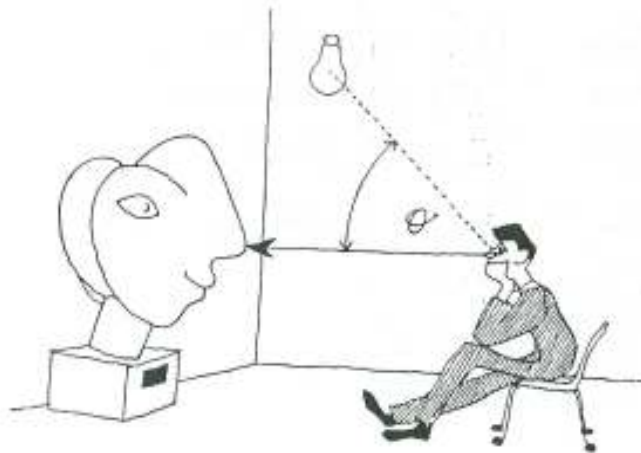
E_t – potiče od okolnog terena

KVALITET OSVJETLJAJA

1. zadovoljavajući nivo osvjetljaja (veličina otvora obrnuto proporcionalna toplotnim gubicima?!?)
2. prostorna ravnomjernost (pravilna dispozicija otvora, sa više strana, PSALI-permanent supplementary artificial lighting interiors)

Zahtjevi	Odnos najslabije osvjetljenog mjesta i prosječne osvjetljenosti
Veoma mali	1:6 – 1:3
Mali	1:3
Srednji i veliki	1:2,5
Veoma i izvanredno veliki	1:1,5

3. vremenska ujednačenost (sjeverna strana, PSALI)
4. odbrana od prekomjernog bljeska (onesposobljavajućeg ili neugodnog)
 - a. Povećati ugao između dolazećeg i reflektovanog zraka, tj. podići izvor svjetlosti na višu visinu



- b. Umanjiti sjaj izvora, postaviti zaklon ispred nj.
- c. Povećati intenzitet osvjetljenosti na predmet rada, koncentrisati svjetlost
- d. Povećati osvjetljenost okoline, ne previše da i okolina ne predstavlja bljesak
- e. Odstraniti sjajne predmete zbog refleksije

