




**SVĚTLO
V PRAXI**



**Posouzení oslnění v
soustavách s LED**

Ing. Filip Košč - Metrolux



Obsah

1. Co je oslnění, jeho druhy a jak se posuzuje
2. Problematika posuzování LED svítidel
3. Výpočet vs. měření

1. Co je oslnění

Co je oslnění

Nepříznivý stav zraku, který znemožňuje správné vidění (provádění zrakového úkolu) a narušuje zrakovou pohodu.

Podle příčiny vzniku: **Přímé, odrazem**

Při náhlé změně adaptačního jasu: Přechodové, závojevé

Oslnění kontrastem - psychologické

- pozorovatelné
- rušivé

- fyziologické

- omezující

- oslepující

Druhy oslnění

Psychologické

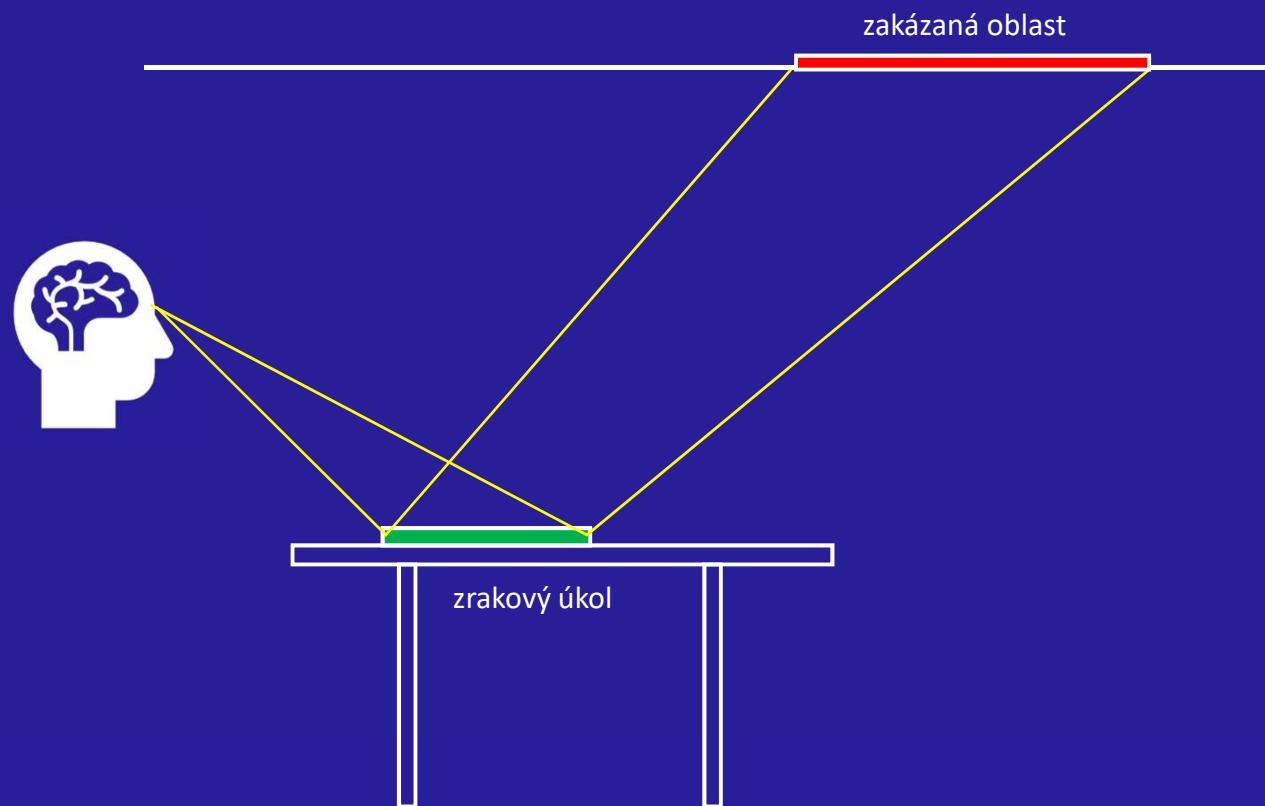
Světelný zdroj odpoutává pozornost pozorovatele od jeho zrakového úkolu. Vzniká pocit nepohody a únavy. Nevyvolává měřitelné změny zrakových funkcí.

Fyziologické

Zhoršení schopnosti uživatele vykonávat zrakový úkol. Snižuje se kontrastní citlivost a zraková ostrost. Vyvolává měřitelné změny zrakových funkcí.

Omezující a oslepující oslnění se nesmí v osvětlovacích soustavách vyskytovat. Psychologické rušivé oslnění je potřeba omezit, což se řeší ve fázi návrhu.

Omezení oslnění odrazem



Hodnocení oslnění

(rušivého psychologického)

Vnitřní soustavy: UGR

Venkovní soustavy: GR

UGR (Unified Glare Rating)

- Jednotný systém hodnocení oslnění ve vnitřních prostorech. Umožňuje kvantifikovat míru oslnění uživatele vnitřního prostoru.
- Požadavky na UGR obsaženy v ČSN EN 12464-1

Hodnoty: 0 až 30, pokud je $UGR < 10$, není žádné rušivé oslnění

Jedna jednotka představuje nejmenší zjistitelný rozdíl, tři jednotky přijatelný rozdíl z hlediska kritéria oslnění

Stav oslnění	Hodnota UGR
Neznatelné	10
Právě znatelné	13
Znatelné	16
Právě přijatelné	19
Nepřijatelné	22
Právě nepříjemné	25
Nepříjemné	28

Tabulka 5.26 – Administrativní prostory (Kanceláře)

Ref. číslo	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	\hat{E}_m lx	UGR _L	U_o	R_s	Specifické požadavky
5.26.1	zakládání dokumentů, kopírování atd.	300	19	0,4	80	
5.26.2	psaní, psaní na stroji, čtení, zpracování dat	500	19	0,6	80	Práce s displeji viz 4.9.
5.26.3	technické kreslení	750	16	0,7	80	
5.26.4	pracovní stanice CAD	500	19	0,6	80	Práce s displeji viz 4.9.
5.26.5	konferenční a zasedací místnosti	500	19	0,6	80	Osvětlení má být regulovatelné.
5.26.6	recepce	300	22	0,6	80	
5.26.7	archivy	200	25	0,4	80	



UGR

Vzorec pro jednotné hodnocení rušivého oslnění

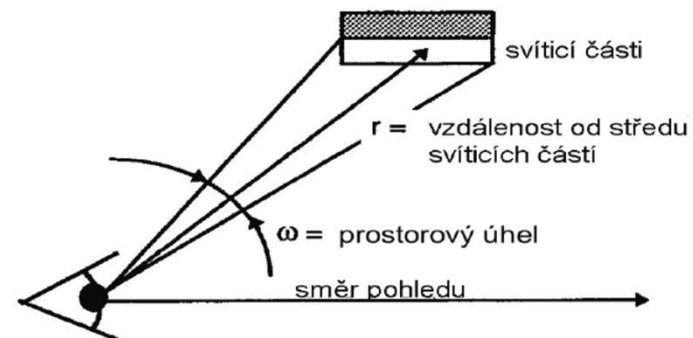
$$UGR = 8 \log \left[\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{\rho^2} \right]$$

kde L_b je jas pozadí (cd.m^{-2}),

L jas svíticích částí každého svítidla ve směru k oku pozorovatele (cd.m^{-2}),

ω prostorový úhel, pod nímž pozorovatel vidí svíticí části každého svítidla (sr),

ρ činitel polohy podle Gutha pro každé svítidlo (vychýlení ze směru pohledu)



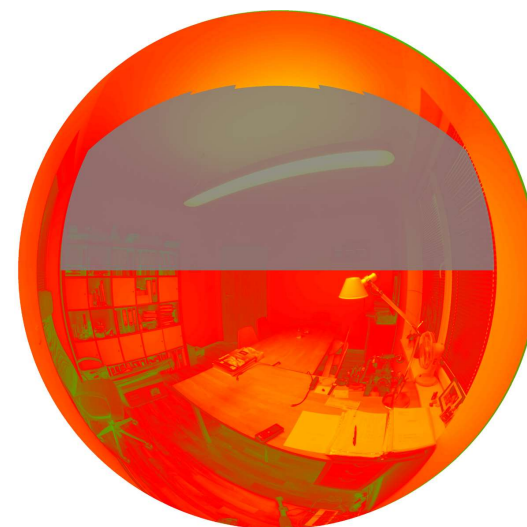
$$UGR = 8 \log \left[\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{\rho^2} \right]$$

Jas pozadí: $L_b = \frac{E_i}{\pi}$

Jas svítící části
svítidla: $L = \frac{I}{A_p}$

Prostorový
úhel: $\omega = \frac{A_p}{r^2}$

Činitel polohy:



Omezení metody UGR

Dokáže hodnotit pouze oslnění způsobené přímým osvětlením.

svítidlo 1x1 m ze 3 m 20 cm spot z 10 m

Metoda funguje pro prostorové úhly: $0,1 \leq \omega < 0,0003$, což v praxi odpovídá svítidlům s vyzařovací plochou v rozmezí cca $0,5 \text{ dm}^2$ do $1,5 \text{ m}^2$

Pro menší svítidla je metoda přísná, pro velká benevolentní.

$$UGR_{\text{small}} \text{ dle CIE 147:2002: } \frac{L^2 \omega}{p^2} = 200 \frac{I^2}{r^2 p^2}$$

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

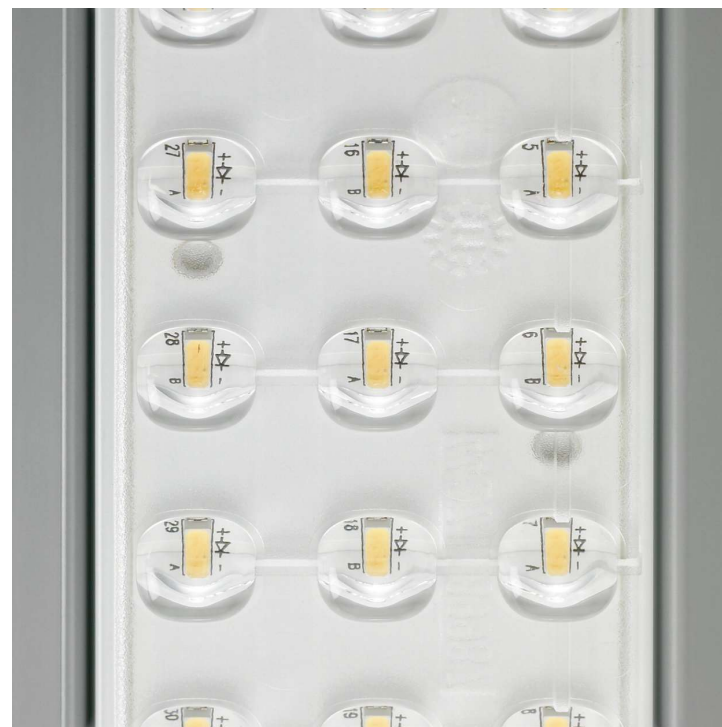




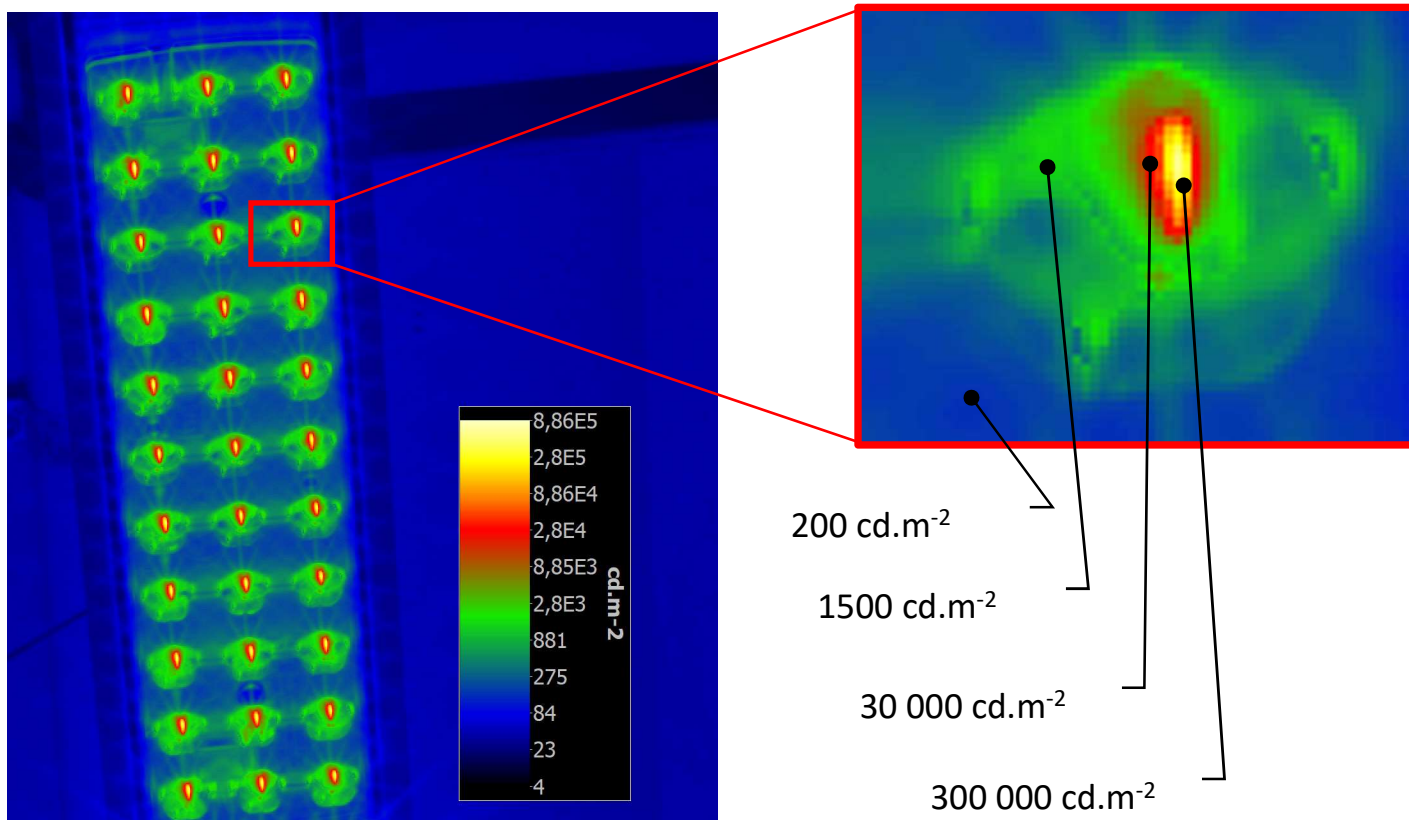
2. Aplikace na LED zdroje

UGR s LED svítidly

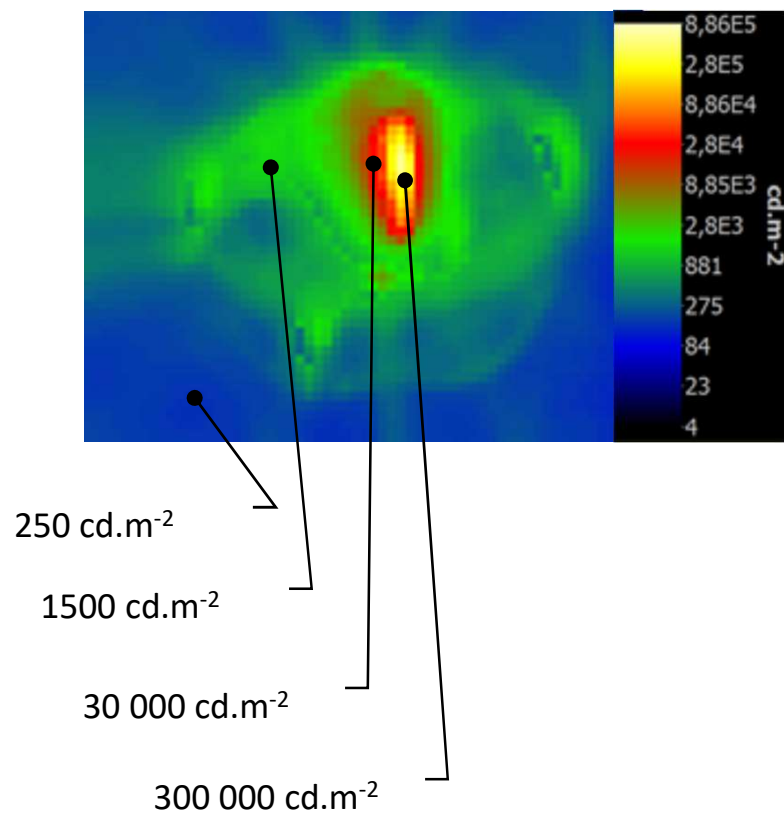
Specifickým případem jsou svítidla, kde jsou přímo viditelné LED čipy:



Měření jasovou kamerou:

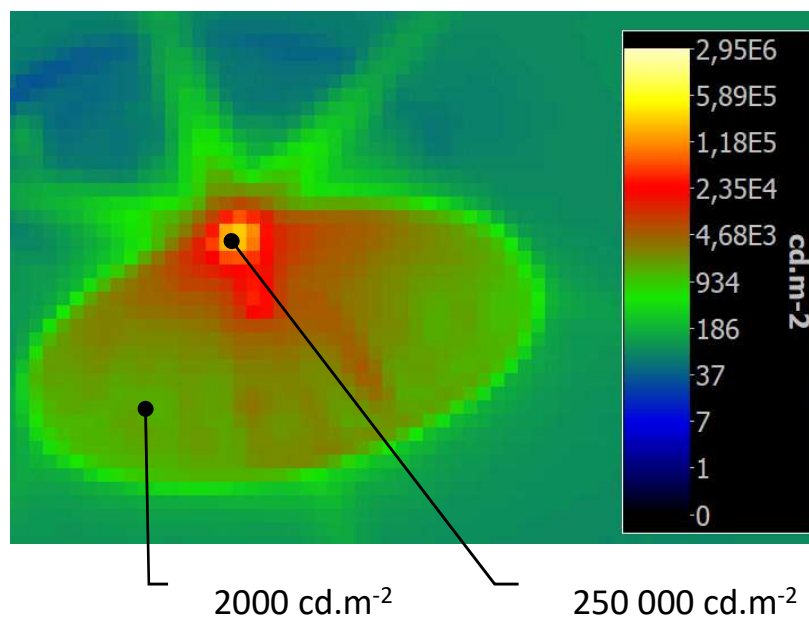


Porovnání LED a HCI



L = 2700 cd.m⁻²

Jas pozadí 40 cd. m⁻²



L = 5500 cd.m⁻²



3. Měření vs. výpočet UGR

Výpočet

Výpočetní software

Model prostoru:

Odraznosti povrchů

Fotometrická data ke svítidlům

Velký počet bodů, méně přesně

Průměrné odraznosti povrchů

Průměrný jas svítící části sv.

Průměrný jas pozadí

Fáze návrhu

Měření

Jasový analyzátor

Skutečná instalace

Malý počet bodů, přesněji

Reálné odraznosti povrchů

Reálný jas svítící části sv.

Reálný jas pozadí

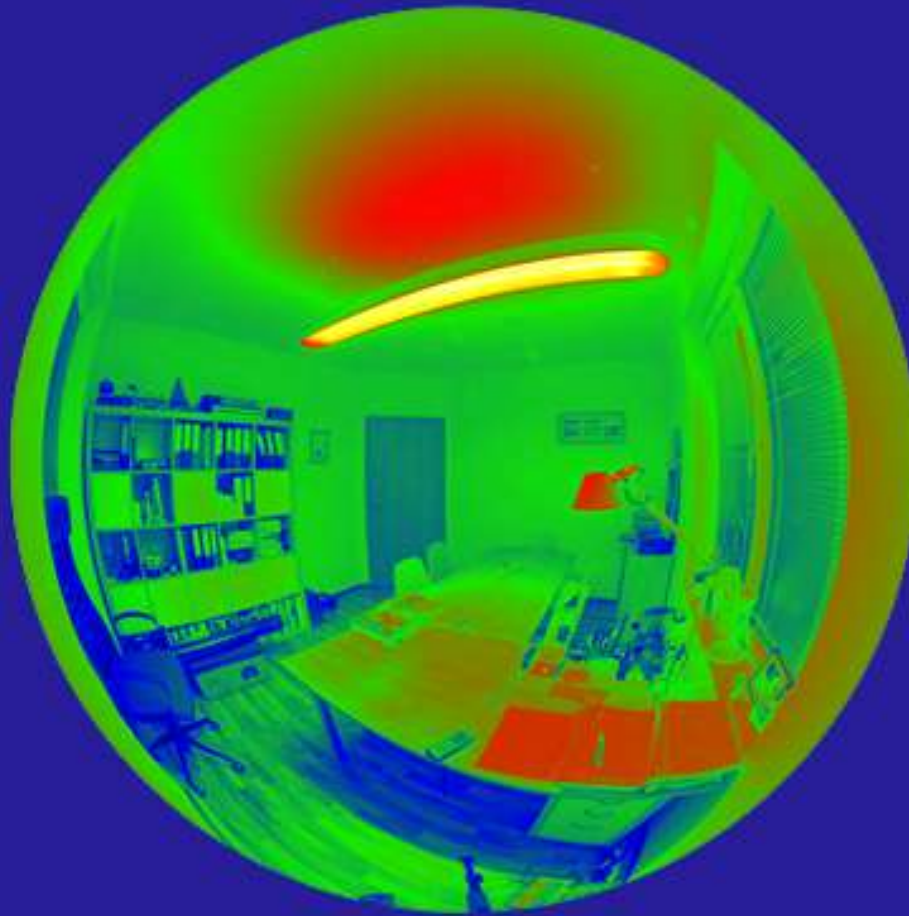
Ověření po realizaci

Příklad z praxe

Malá kancelář: 3,2 x 3,7 m, 1 ks závěsné přímo/nepřímé lineární svítidlo s prizmatickým difuzorem



Měření UGR jasovým analyzátozem



$$L = 2748 \text{ cd.m}^{-2}$$

$$\omega = 0,083 \text{ sr}$$

$$p = 3,34 \text{ (-)}$$

$$L_b = 62 \text{ cd.m}^{-2}$$

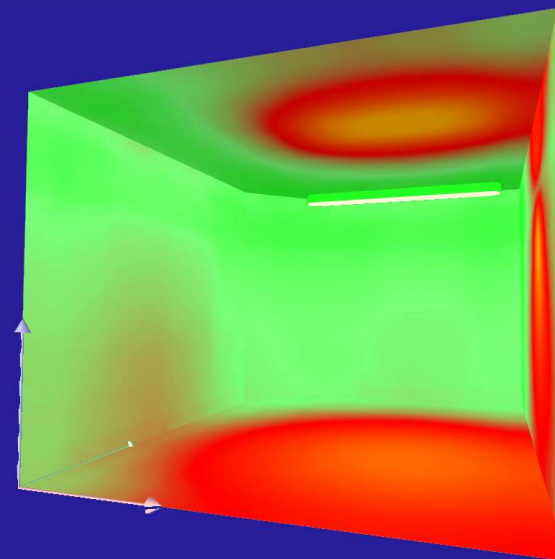
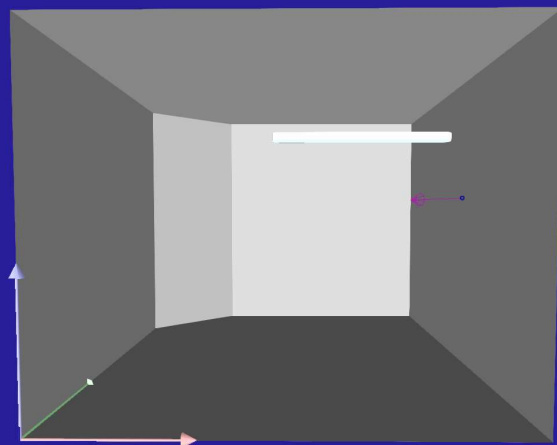
UGR = 19

Výpočet UGR

„Klasická situace“

Projektant má k dispozici půdorys řešeného prostoru včetně pozice pracoviště a fotometrii svítidla. Nemá přesné informace o plánované výmalbě. Uvažována je světlá, průměrné odraznosti tedy použije 70/50/30

Model:

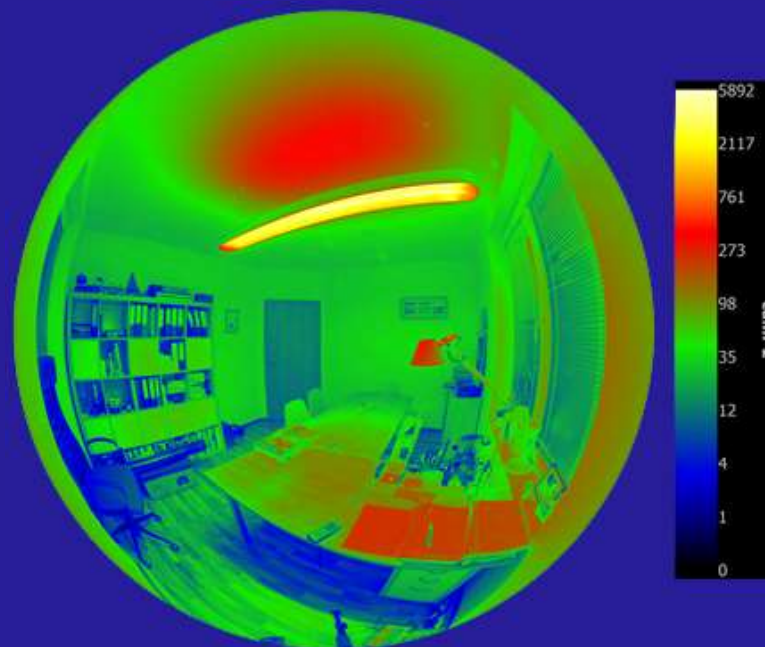
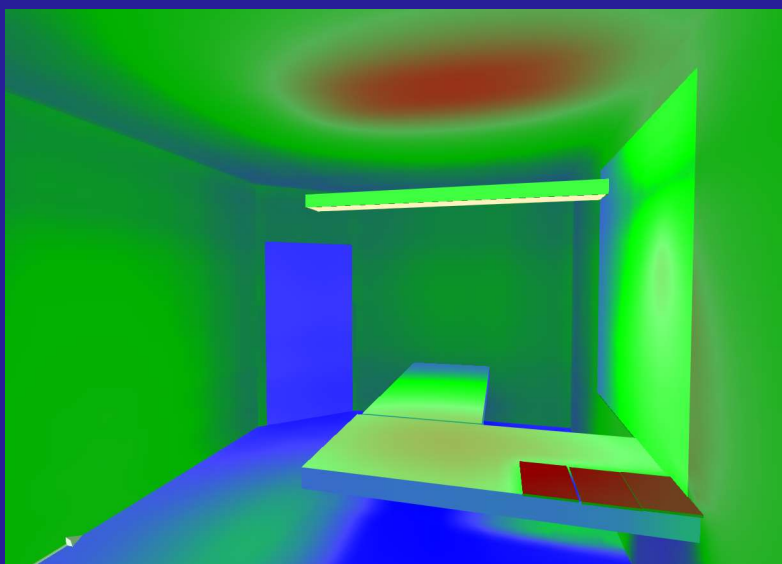


UGR = 21

Výpočet UGR

Přesný model

Reálné odraznosti (75/75/22), žaluzie (40), dveře (28), stoly (38)



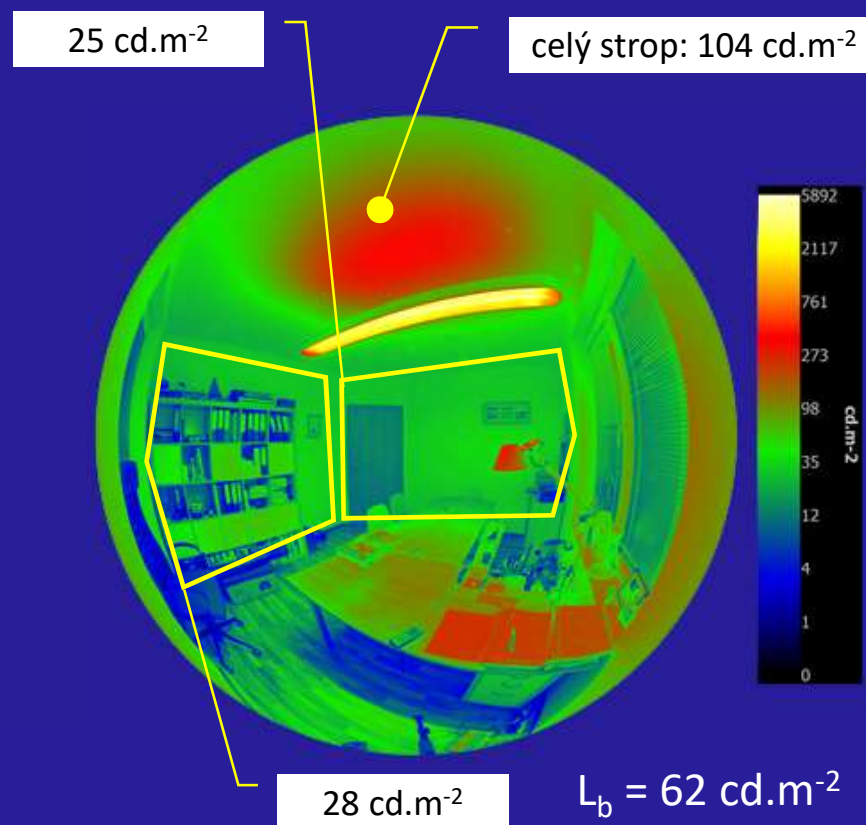
UGR = 19

Jaký model dostačuje?

- zásadní jsou odraznosti povrchů
- Vliv nábytku je v běžné praxi zanedbatelný (mimo zvláštní případy)

Model:

1. Reálné odraznosti, okna, dveře, stoly: 19
2. Reálné odraznosti, bez oken, dveří, stolů: 19
3. Tmavá místnosti: 20



Závěr

Pro korektní výsledky při výpočtech UGR je nezbytné věnovat vyšší pozornost odraznostem povrchů použitých v modelu prostoru a pracovat s nimi na úrovni zadávací dokumentace / projektu.

Možnost provádět jednoduše a přesně měření UGR v terénu přináší nové možnosti do světelné techniky: Projektantovi poskytne zpětnou vazbu a umožní rozšířit jeho myšlenkový model, investorům umožňuje ověřit, že osvětlovací soustava skutečně plní to, zač si platí.

UGR je nezbytné korektně řešit již ve fázi návrhu osvětlení. Pokud měření po realizaci prokáže nevyhovující UGR, náprava je oproti např. nedostatečné osvětlenosti problematická a s velkou pravděpodobností bude nutné použít jiný typ svítidel.