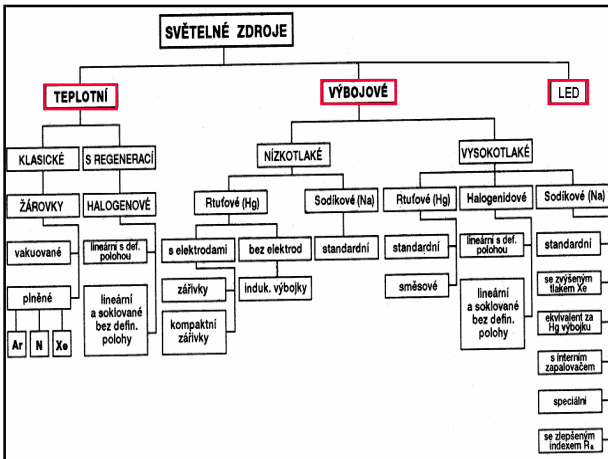
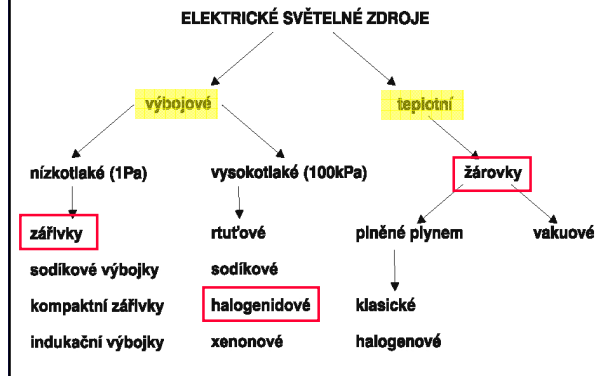


LED osvětlení

Ing. Jana Lepší

Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem
Oddělení faktorů prostředí - pracoviště Plzeň
jana.lepsi@zuusti.cz

Světelné zdroje



LED

dioda - polovodičová elektronická součástka
anglická zkratka **Light-Emitting Diode**

- dioda emitující světlo

- **ultrafialové LED** - kontrola peněz
- **elektroluminiscenční LED** - viditelné světlo
- **infračervené LED** - ovladače TV

LED diody

2014 Nobelova cena za fyziku Shuji Nakamura
- modrá LED

LED - nejperspektivnějším zdrojem světla

základní spektra barev

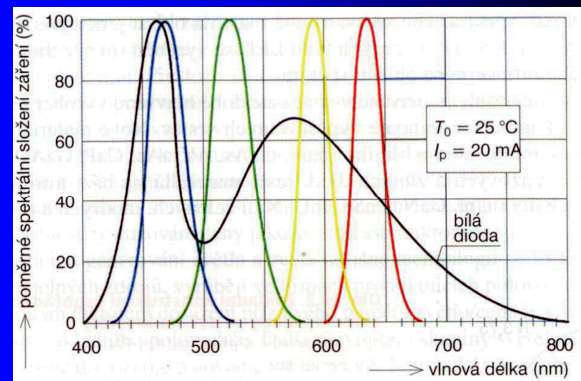
- modrá
- zelená
- žlutá
- červená

monochromatické světlo

úhel 8-120°; teploty 85 - 100 °C;

přeměna energie 45% světlo, 55 % teplo

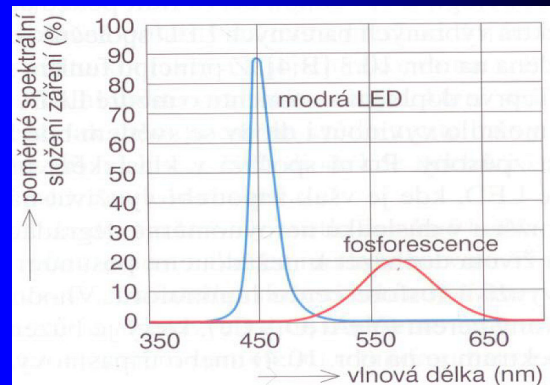
spektrum LED



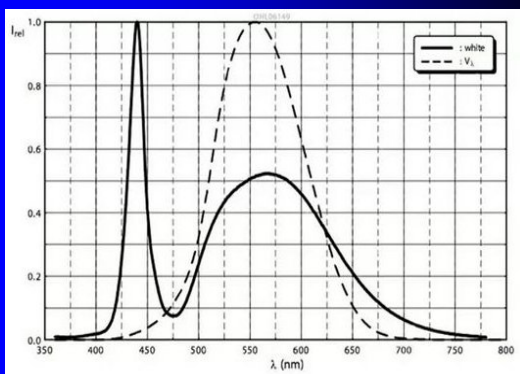
bílé LED diody

- a) aditivním **mísením** - červené, zelené, modré - RGB
(nižší jas, stárnutím - posun barev)
- b) **modrý čip + luminofor** - změna vlnové délky
(energeticky úspornější, menší než a), horší R_a)
- c) **UV dioda + luminofor** - obdoba zářivek
(R_a nad 80, široký rozsah T_c 2 500 až 10 000 K)

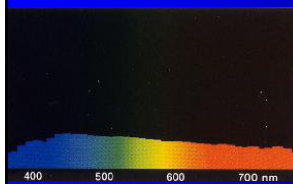
modrá LED dioda



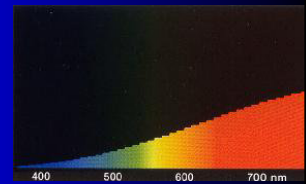
bílá LED - V_λ spektrální citlivost pozorovatele



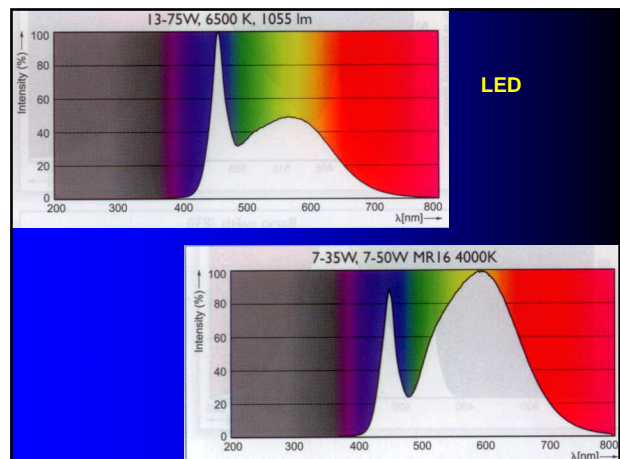
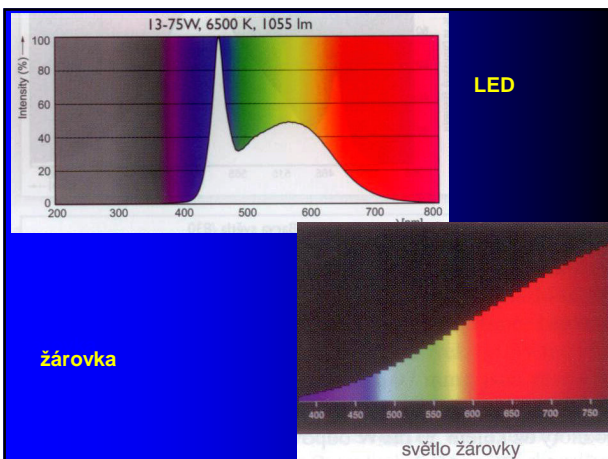
denní světlo

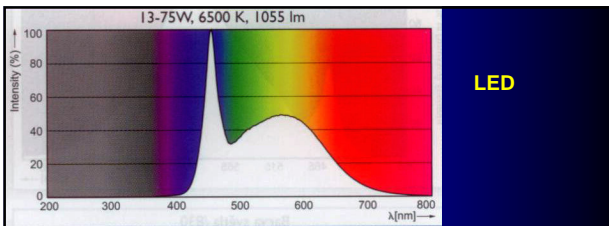


žárovka

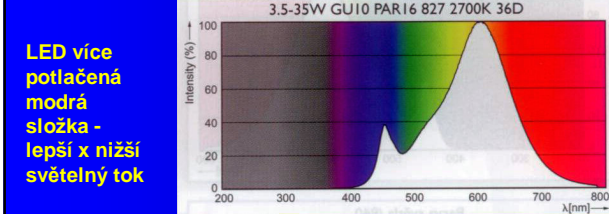


Rozdíly ukazují příčinu nízkého měrného výkonu žárovek. Většina vyzářené energie se nepohybuje ve viditelné části spektra, ale až v oblasti infračerveného, tedy neviditelného záření.

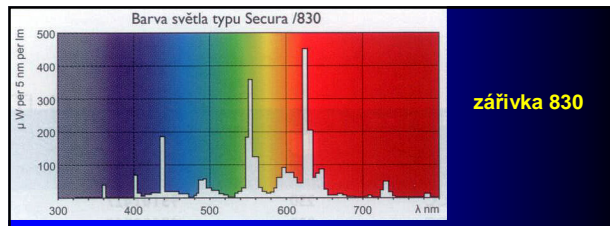




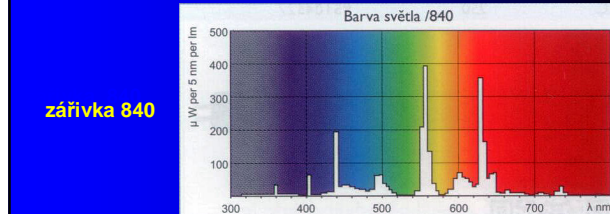
LED



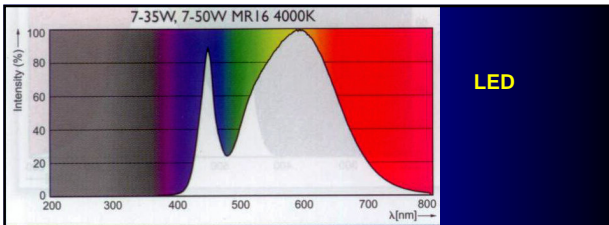
LED více potlačená modrá složka - lepší x nižší světelný tok



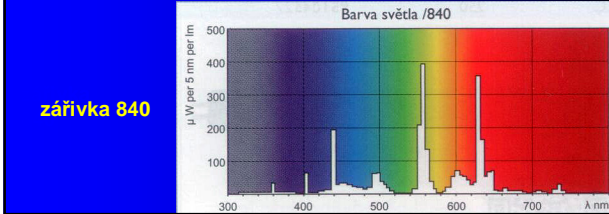
zářivka 830



zářivka 840



LED

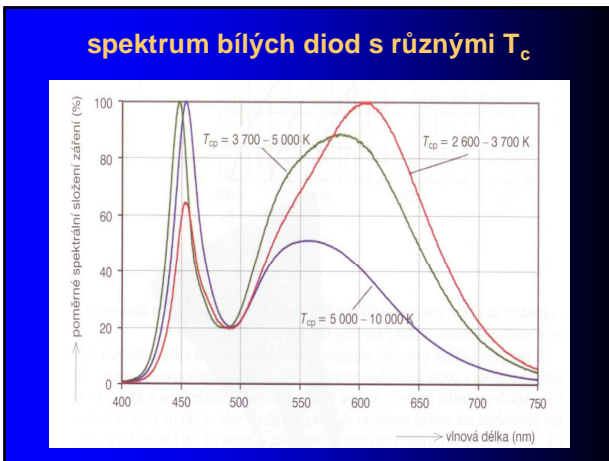


zářivka 840

Roku 2005 - objeveny gangliové buňky v sítnici
 - obsahují melanopsin = fotosenzitivní pigment
 - citlivý zejména na modré světlo - i malé intenzity

Lidé vystavení modrému světlu večer - usínají později
 PC, TV, LED ...

Prof. Illnerová 2-3 hodiny před spaním vyřadit modrou složku



LED diody

Doba života

- u barevných LED až 100 000 hodin
- u bílých LED 50 000 hodin
- (v průběhu doby intenzita světla mírně klesá)

V zařízeních s LED diodami se tedy nepočítá s výměnami světelných zdrojů!

Porovnávání parametrů u světelných zdrojů

- měrný výkon
- doba života (LED až 100 000 hod)
- index podání barev (LED 70 až 90)
- možnost stmívání (LED ano)
- rozměry (LED minimální)

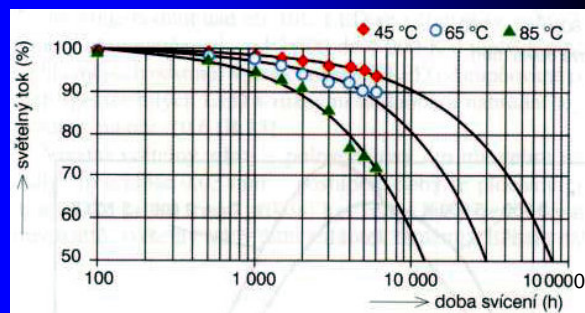
měrný výkon světelných zdrojů

Světelný zdroj	Měrný výkon (lm/W)
obyčejné žárovky	10 až 18
halogenové žárovky	20 až 30
světelné diody (LED)	60 až 180 ¹⁾
směšové výbojky	20 až 28
vysokotlaké rtuťové výbojky	40 až 60
indukční výbojky	60 až 97
kompaktní zářivky	40 až 87
lineární zářivky	50 až 104
halogenidové výbojky	50 až 130
sírné výbojky	135
vysokotlaké sodíkové výbojky	70 až 150
nizkotlaké sodíkové výbojky	100 až 200

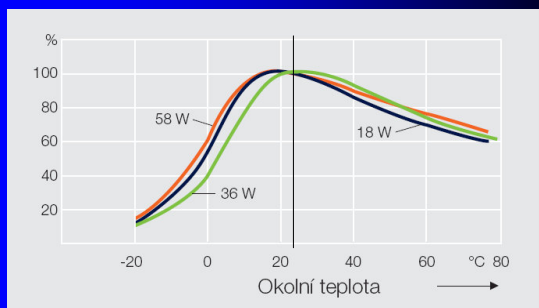
LED diody

- nárůst měrného výkonu
 - 1970 ~ 0,01 lm/W
 - 2005 ~ 10-100 lm/W
 - 2016 ~ 120 - 150 (230) lm/W
- vysokovýkonné modré a bílé LED
- možnost volby spektrálního složení zářeni + plynulá změna během provozu
- libovolná barva světla

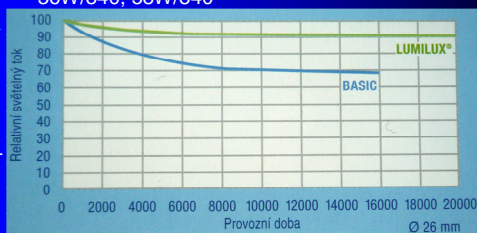
závislost života a stability světelného toku LED na teplotě okolí



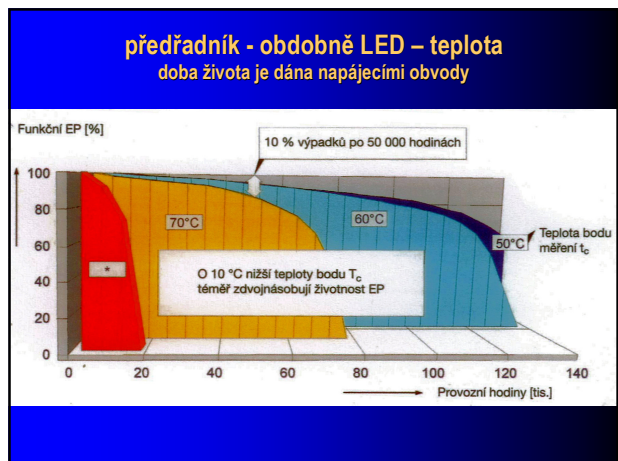
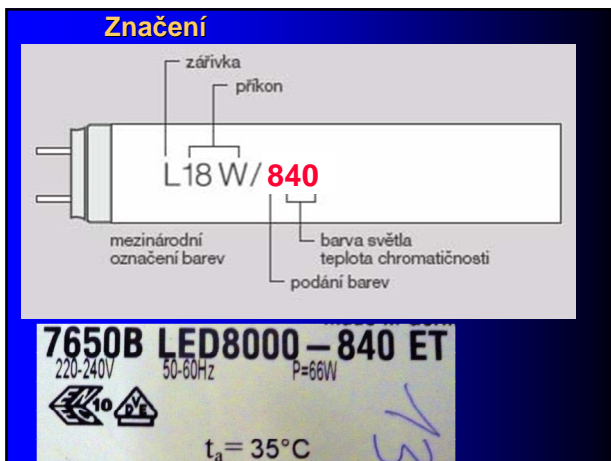
Účinnost zářivek v závislosti na teplotě okolí



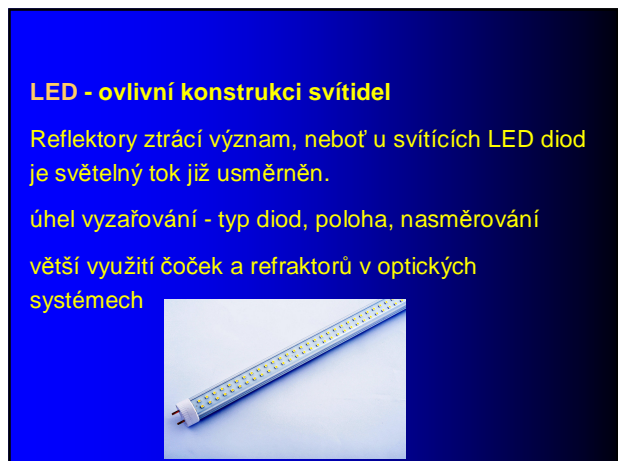
- nutné nahrazovat stávající trubice řady **Standard** za **trubice s třípásmovými luminofoxy** - vyšší měrný výkon o 15 %
- úbytek světelného toku po 20 000 hod -12% 36W/840, 58W/840



LED L75 (50 °C) pokles do 25%
L65 (50 °C) pokles do 35%
L85 (t_a 35 °C) = 50,000 h



- ### výhody LED diod
- minimální spotřeba elektrické energie
 - velmi malé rozměry (bodové zdroje)
 - malá závislost parametrů na teplotě okolí
 - rostoucí měrný výkon
 - výběr sytých barev
 - malé napájecí napětí
 - nízká povrchová teplota
 - velké směrové svítivosti použitím vhodné čočky
 - možnosti volby spektra - plynulá změna během provozu



ČSN 12 464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů

- rozsah činitelů odrazu hlavních povrchů místnosti:

strop	0,6 až 0,9
stěny	0,3 až 0,8
pracovní roviny	0,2 až 0,6
podlaha	0,1 až 0,5

ČSN 12 464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů

- 3. Oslnění je způsobeno povrchy s velkým jasem v zorném poli a může být pocíťováno buď jako rušivé nebo jako omezující oslnění. Oslnění způsobené odrazy v zrcadlových površích je běžně chápáno jako závojové oslnění nebo jako oslnění odrazem. Omezení oslnění je důležité pro vyvarování se chyb, únavy a úrazu.

ČSN 12 464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů

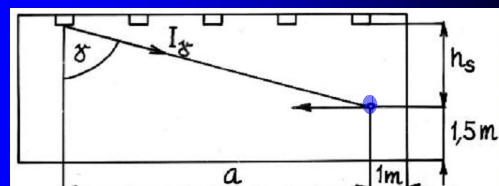
- 5. Hlediska barev
a) Barevný tón světla

Hlediska barev
Barevný tón světla (ČSN EN 12464-1 kap. 4.7.2)
tabulka 3

Barevný tón světla	Náhradní teplota chromatičnosti T_{cr} [K]	Národní příloha NA 9 článek 4.7.2 doporučuje pro osvětlenosti [lx]
teple bílý	do 3 300	$\bar{E}_m \leq 500$
neutrálně bílý	3 300 až 5 300	$\bar{E}_m = 300$ až 1 500
chladně bílý	nad 5 300	$\bar{E}_m > 500$ lx

Jas svítidel - oslnění - vždy 4 směry!

U svítidel (vnitřních) se pro kontrolu oslnění udávají jasy v kritické oblasti úhlů γ od 45° do 85° ve vodorovném směru pohledu ve výšce sedícího 1,20 m, stojícího pozorovatele 1,50 m



oslňení počítá se ve 4 směrech

203B Pracovna + hema
Místo zrakového úhlu 1a - Činitel oslnění UGR dle Sorensena
UGRL: 19; UGRmin: 18,3; UGRmed: 18,9; UGRmax: 19,5

0,3	0,9	0,1	0,1	0,9	0,3
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
0,3	0,0	0,2	0,2	0,0	0,3
0,5	0,2	0,4	0,4	0,2	0,5
0,3	0,0	0,2	0,2	0,0	0,3
0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
0,3	0,9	0,1	0,1	0,9	0,3

Závojové oslnění (odrazy) a oslnění odrazem
- mění viditelnost úhlu - zhoršuje ji

způsoby zamezení - zmenšení:

- uspořádáním svítidel a pracovních míst,
- povrchovou úpravou (matné povrchy),
- omezením jasu svítidel,
- zvětšením svíticí plochy svítidla,
- světlým stropem a světlými stěnami.

ČSN 12 464-1
Světlo a osvětlení - Osvětlení
pracovních prostorů

- **Index barevného podání R_a**
Minimální hodnoty všeobecného indexu podání barev pro jednotlivé typy prostorů, zrakových úkolů nebo činností jsou uvedeny v tab. ČSN EN 12464-1.

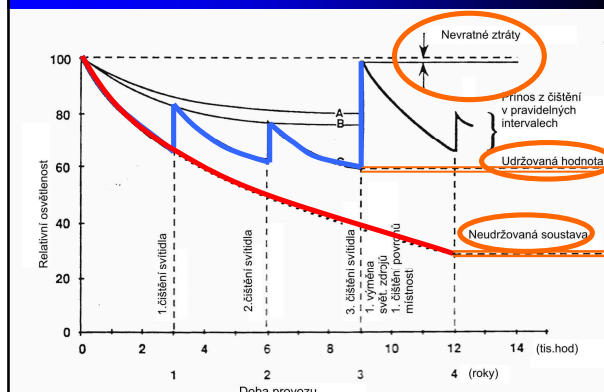
ČSN 12 464-1
Světlo a osvětlení - Osvětlení
pracovních prostorů

- **5. Hlediska barev**
b) Podání barev
Je důležité, aby barvy předmětů a lidské pokožky v prostředí byly podány přirozeně

ČSN 12 464-1
Světlo a osvětlení - Osvětlení
pracovních prostorů

- **6. Míhání a stroboskopické jevy**
Míhání působí rušivě a může vyvolat fyziologické projevy jako bolest hlavy (i epileptický záchvat). Stroboskopické jevy mohou vést k nebezpečným situacím při změně vnímání pohybu strojů s točivým nebo vratným pohybem. Osvětlovací soustavy musí být navrženy tak, aby nevznikala míhání ani stroboskopické jevy.

Průběh relativní osvětlenosti v čase



Udržovací činitel MF

norma ČSN EN 12464-1 požaduje splnění \bar{E}_m

- **projektant musí** uvést udržovací činitel a přehled předpokladů přijatých při odvození jeho hodnoty, dále musí připravit plán údržby a stanovit intervaly i způsob provádění údržby
- dle ČSN EN 12464-1 **změřená** osvětlenost **se koriguje udržovacím činitelem** (jeho aktuální hodnotou)

Udržovací činitel MF

- podíl osvětlenosti OS po určité době provozu a osvětlenosti nové OS

$$\bar{E}_m = \bar{E} \cdot \text{udržovací činitel (MF)}$$

Činitele (ztráty) - nevratné
- vratné

nevratné činitele NRF - < 3% stárnutí, tmavnutí materiálu, zapečení mastnoty...

Udržovací činitel MF

vratné činitele - lze ovlivnit údržbou

- **stárnutí světelných zdrojů** - úbytek světelného toku (vyhoříváním zdrojů)
- **stárnutí svítidel** - ↓ činitel prostupu, odrazu
- **stárnutí povrchů místnosti** - usazování nečistot a prachu na svítidlech, zdrojích, stěnách
- **funkční spolehlivosti**

Udržovací činitel MF

změřená osvětlenost nových soustav (**kolaudační měření**) koriguje udržovacím činitelem uvedeným v projektové dokumentaci (?)

$$MF = \bar{E}_m / \bar{E}$$

kde \bar{E}_m = průměrná udržovaná osvětlenost

\bar{E} = průměrná počáteční osvětlenost

MF = udržovací činitel

v kanceláři nová OS

vyhovuje legislativě, pokud i na konci všech intervalů údržby bude $\bar{E}_m \geq 500 \text{ lx}$
tedy $\bar{E} \geq \bar{E}_m / MF$;

$$\text{počáteční } \bar{E} \geq 500 / MF$$

Nebudu-li pro zjednodušení uvažovat nejistotu měření, pak by měl hygienik požadovat aby při měření nové soustavy byla průměrná počáteční osvětlenost \bar{E}

Vypočet udržovacího činitele v různých časových okamžicích a s ohledem na navržený plán údržby lze předpovědět rozložení osvětlenosti od osvětlovací soustavy po dané době.

Udržovací činitel je součinem několika činitelů.

$$\text{Udržovací činitel } MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF \quad (4.2)$$

kde **LLMF** je činitel stárnutí světelného zdroje,

LSF činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů (používaný pouze pro skupinovou výměnu),

LMF udržovací činitel svítidla,

RSMF udržovací činitel povrchů.

Udržovací činitel MF

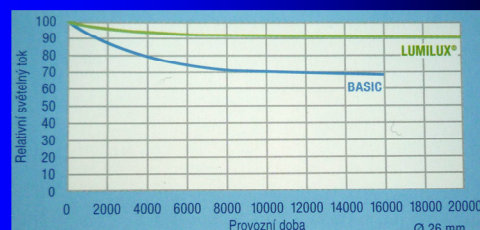
oblasti se liší dle

- **znečištění**
- **typu nečistot (slévárna x pekárna)**
- **množství nečistot (operační sál x slévárna)**

Tabulka 2.1 – Doporučené kontrolní intervaly osvětlovacích soustav pro různá pracovní prostředí

Kontrolní interval	Kategorie čistoty	Pracoviště
3 roky	Velmi čisté (VČ)	Čisté místnosti, závody na výrobu polovodičů, nemocniční oddělení, výpočetní střediska,
	Čisté (Č)	Úřady, školy, areály nemocnic
2 roky	Normální (N)	Obchody, laboratoře, restaurace, obchodní domy, montážní plochy, dílny
1 rok	Špinavé (Š)	Ocelárny, chemické závody, slévárny, svařování, leštění, práce se dřevem

Udržovací činitel MF stárnutí světelných zdrojů



LED

L75 (50 °C) pokles do 25%
L65 (50 °C) pokles do 35%

$L_{85}(t_q 35 \text{ °C}) = 50,000 \text{ h}$

Udržovací činitel MF

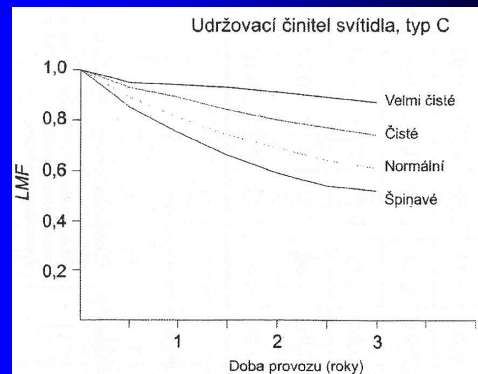
Udržovací činitel svítidla LMF

- charakterizuje snížení účinnosti svítidla způsobené nečistotami na svítidlech a zdrojích za dané období

- závisí na vlastnostech svítidla - jeho konstrukci, těsnosti, kvalitě výroby a okolním prostředí

Prostředí se posuzuje dle velikosti prachových částic a intenzitě znečišťování - údržba svítidel

Udržovací činitel MF



Udržovací činitel MF

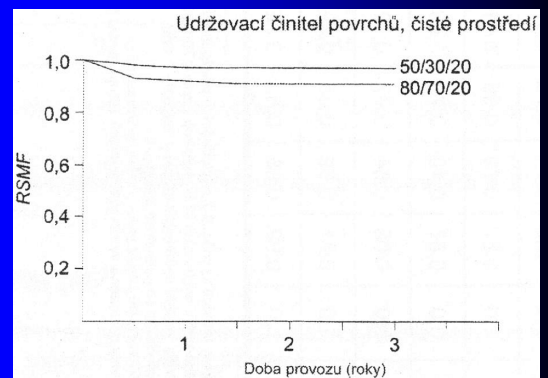
Udržovací činitel povrchů RSMF - podíl činitele odrazu povrchu v dané době a počátečního činitele odrazu

Je důležité pravidelné čištění a malování stěn a stropů.

Častější - tam, kde se světlo dostává k místu zrakového úkolu odrazem od povrchů místnosti, nábytku, závěsů ...

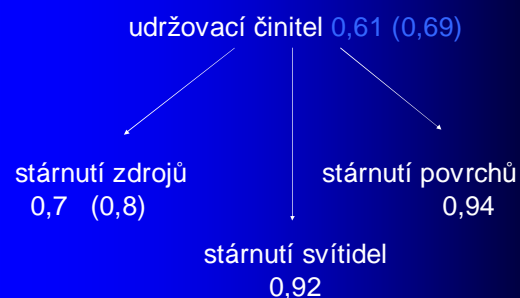
Snížení odrazných vlastností ploch vnitřních povrchů vede ke snížení nepřímé složky osvětlenosti a tím i ke snížení osvětlenosti na srovnávací rovině.

Udržovací činitel MF



Udržovací činitel MF - LED osvětlení 0,8?

(škola - čištění svítidel 2 x ročně, malba 1 x 3 rok)



učebna	osvětlenost	UGR
9 svítidel		
1x58W/840 světelný tok 5200 lm s bílou mřížkou cena 1000 Kč	300 lx	<17,2
LED 50W světelný tok 4760 lm cena 3700 Kč	300 lx	>19

Co by mělo být doloženo v projektech - umělé osvětlení

- adresa budovy
- posouzení stavu denního osvětlení
- použití sdruženého osvětlení
- zastínění - budovou, terénem, stromy, zařízením
- orientace na světové strany
- rozměry prostoru
- odrazností všech stěn, podlahy, stropu, pracovních ploch, technologie
- výška srovnávací roviny

Co by mělo být doloženo v projektech - umělé osvětlení

- druh svítidel, typ
- použité světelné zdroje (W, barevné podání)
- intervaly údržby, malování, výměna zdrojů, udržovací činitel
- předpokládané rozmístění pracovních míst
- udržovaná osvětlenost v lx - definováno kde počítáno
- rovnoměrnost osvětlení - definováno

Co by mělo být doloženo v projektech - umělé osvětlení

- barva tabule
- přisvětlení tabule - ve které rovině
- použitá svítidla, zdroje
- příspěvek od celkové osvětlovací soustavy
- umístění svítidel - přesné vzdálenosti od tabule, země nebo stropu, osa třídy
- nezanedbávat tloušťku - resp. vzdálenost tabule od stěny

Co by mělo být doloženo v projektech - umělé osvětlení

- kontrola oslnění metodou UGR ve 4 směrech
- regulace osvětlení - spínání
- rozmístění kontrolních bodů
- dle jakých norem bylo počítáno
- kdo výpočet prováděl, kontakt
- ? napájecí proud, teplota

Co je předkládáno?

Úspora 65,2 %
Při ceně elektrické energie 1,90 Kč / kWh
je finanční úspora 460 206,60 Kč za rok!

Původní řešení s výbojkovými svítidly

Počet svítidel : 200 ks
Příkon svítidla : 460 W
Celkový příkon : 96 kW
Doba svícení : 11,06 hodin denně
Celková spotřeba el. energie za rok : 371 394,80 kWh

porovnání množství světla???

světelný tok

Nové řešení s LED svítidly LD-150C

Počet svítidel : 200 ks
Příkon svítidla : 210 W
Celkový příkon : 42 kW
Doba svícení : 11,06 hodin denně
Celková spotřeba el. energie za rok : 129 180,80 kWh

Úspora 51,3 %
Při ceně elektrické energie 3,90 Kč / kWh
je finanční úspora 163 987,19 Kč za rok!

Původní řešení zářivkové trubice

Počet trubice : 360 ks
Příkon jedné trubice : 36 W
Příkon trubice vč. předřadníku : 39 W
Celkový příkon : 14,04 kW
Doba svícení : 16 hodin denně
Celková spotřeba el. energie za rok : **81 993,6 kWh**

světelný tok
3 350 lm

světelný tok LED
2 100 lm (2 375 lm)
Osram 18 W

Nové řešení s LED trubici XT8

Počet trubice : 360 ks
Příkon jedné trubice : 19 W
Příkon trubice vč. předřadníku : bez předřadníku
Celkový příkon : 6,84 kW
Doba svícení : 16 hodin denně
Celková spotřeba el. energie za rok : 39 945,6 kWh

125 lm/W

LED OSVĚTLENÍ

AŽ 80% ÚSPORY - 60000 HODIN ŽIVOTNOST - 3 ROKY ZÁRUKA

šetřímenergii.cz | RWE The energy to lead

> UŠETŘETE AŽ 80 % NÁKLADŮ NA SVÍCENÍ

Nahradíte-li klasické žárovky LED žárovkami, při totožné kvalitě osvětlení ušetříte minimálně 80% energie.
Ž 75 W - 950 lm
LED 13 W - 1055 lm - 386 Kč

Přehled náhrad za klasickou žárovku z pohledu obnovitelného světelného toku:

Typ osvětlení	Příkon	Životnost	Pořizovací cena	Úspora energie
Klasická žárovka	40 W	1 000 hodin	10 Kč	0 %
Halogenová žárovka	28 W 20 W	2 000 hodin 3 000 hodin	40-80 Kč 180 Kč	30 % 50 %
Kompaktní zářivka	9-10 W	6-20 tis. hodin	60-250 Kč	75 %
LED žárovka	7-8 W	25-45 tis. hodin	400-900 Kč	80 %

S jinými zdroji porovnávat dle světelného toku - musí být zachován (jinak méně světla).

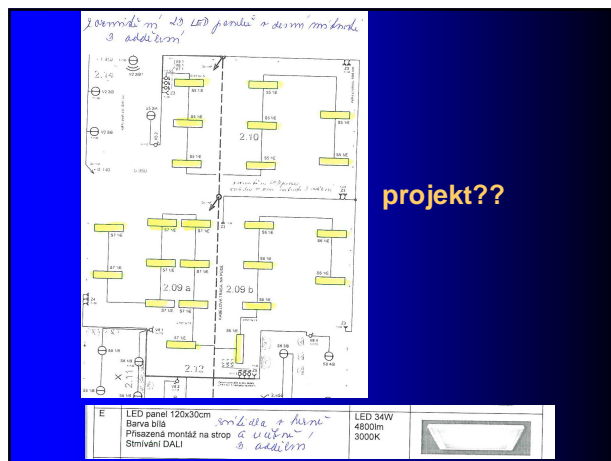
zářivka T8

36/840 - světelný tok - 3 350 lm
(LED 18W/840 - 1 600 lm, úhel 320°, 224 Kč, 20 000 h)

58/840 - světelný tok - 5 200 lm
(LED 22W/840 - 2 100 lm, úhel 120°, 486 Kč, 30 000 h, záruka 1rok) + napájecí zdroj LED 390-620 Kč

zářivka T5

24/840 - světelný tok - 1 750 lm
49/840 - světelný tok - 4 310 lm

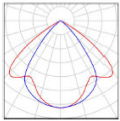


projekt??

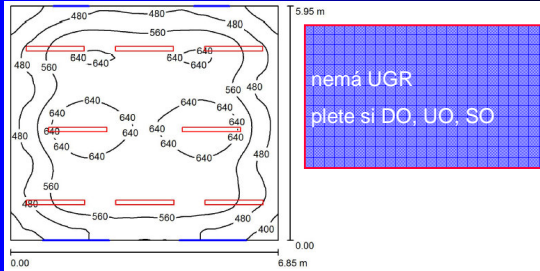
Učebna 40,7 m² - denní osvětlení - Kusovník svítidel

OSRAM FLASH T5 2x49W with PRESTIGE pack double parabolic reflector C. výrobku: FLASH T5 2x49W with PRESTIGE pack

Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.



Světelný tok (Svítidlo): 3926 lm
Světelný tok (Zdroje): 8620 lm
Výkon svítidla: 98,0 W
Klasifikace svítidel dle CIE: 100
Kód CIE Flux Code: 68 98 100 100 46
Osazení: 2 x T5 49W/840 (Opravný faktor 1.000).

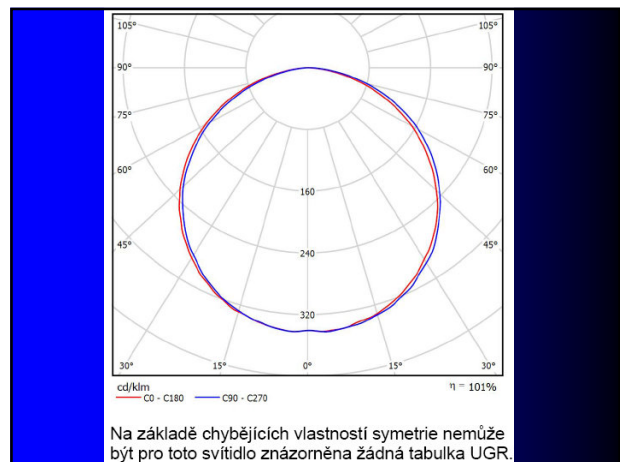
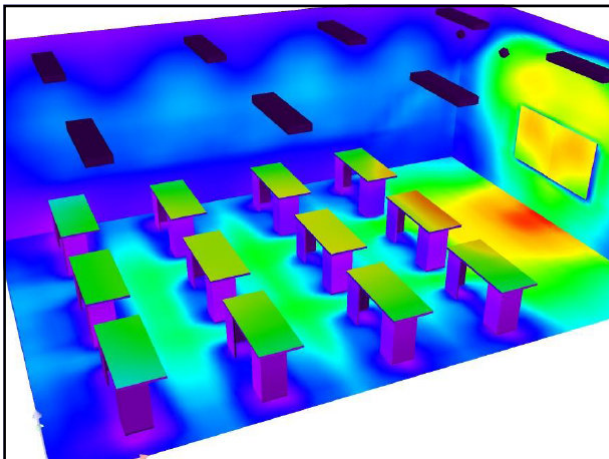


nemá UGR
pleťe si DO, UO, SO

Výška místnosti: 3.150 m, Montážní výška: 3.150 m, Číselník údržby: 0.70 Hodnoty v Lux, Měřítko 1:77

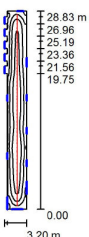
Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	559	337	723	0.603
Podlaha	63	510	350	605	0.686
Strop	70	227	155	275	0.682
Stěny (4)	61	312	152	574	/

Uživatelská úroveň: 0.850 m
Výška: 0.850 m



chodba vpravo / Shrnutí

ověření hospodárnosti

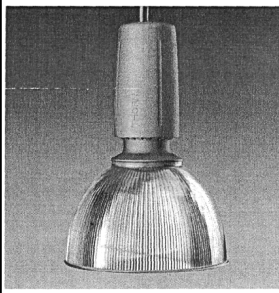
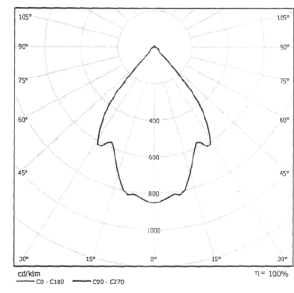


Výška místnosti: 2.450 m, Montážní výška: 2.450 m, Číselník údržby: 0.80 Hodnoty v Lux, Měřítko 1:500

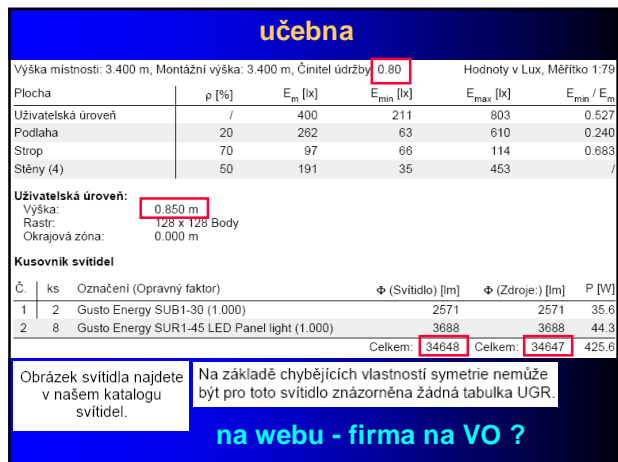
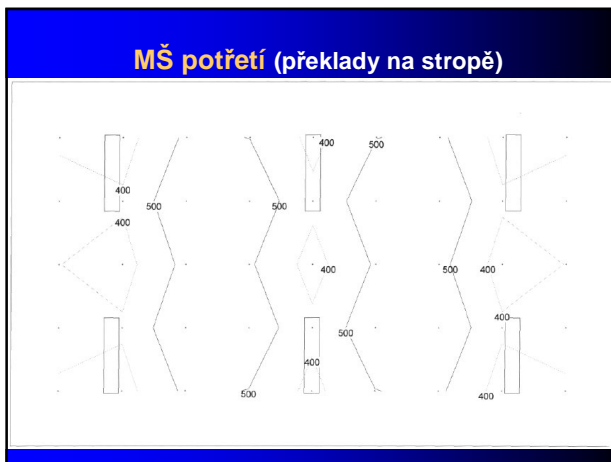
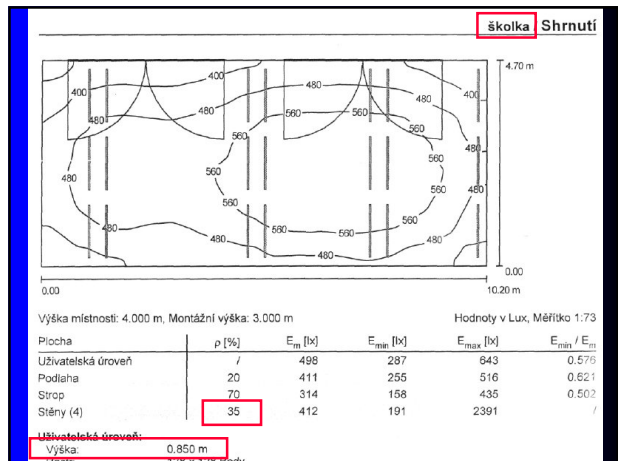
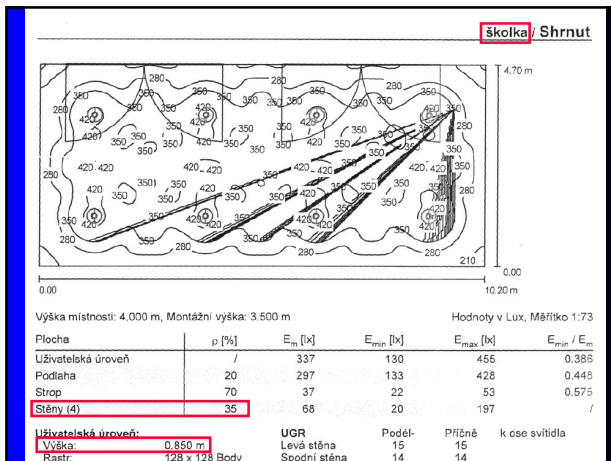
Plocha	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Uživatelská úroveň	/	260	125	357	0.481
Podlaha	20	225	127	272	0.567
Stropy (6)	70	88	0.24	115	/
Stěny (24)	90	140	42	194	/

Uživatelská úroveň: 0.850 m
Výška: 0.850 m

LED svítidlo

MŠ i domov důchodců?



web

Rozměr	Vstupní napětí	Výkon (W)	Počet LED	Světelný tok (lm)	Intenzita osvětlení (lux)	Teplota chromatičnosti	CRI (Ra)	Vyzařovací úhel	Cena
600x600x10	AC100-240	36W	192	2350	1m 1000	2900 ±100 K	>80	1828 - Kč	set pro zavěšení + 135,- Kč zdroj funkce DIM za příplatek
				2450	2m 250	4100 ±100 K	>80	1928 - Kč	set pro zavěšení + 135,- Kč zdroj funkce DIM za příplatek
				2520	3m 105	6250 ±250 K	>80	1928 - Kč	set pro zavěšení + 135,- Kč zdroj funkce DIM za příplatek
	AC100-240	50W	240	3200	1m 1185	2900 ±100 K	>80	1928 - Kč	set pro zavěšení + 135,- Kč zdroj funkce DIM za příplatek
				3400	2m 280	4100 ±100 K	>80	1928 - Kč	set pro zavěšení + 135,- Kč zdroj funkce DIM za příplatek
				3500	3m 120	6250 ±250 K	>80	1928 - Kč	set pro zavěšení + 135,- Kč zdroj funkce DIM za příplatek

Užitné vlastnosti

- úspora energie až 65% oproti tradiční zářivce
- douhá životnost (50.000 hodin)
- neoslňující osvětlení, rovnoměrný jas
- speciální design vyzařování světla
- okamžitý start, bez blikání, žádné bzučení
- funkce stmívání je možná
- nobsahuje olovo, rtuť
- žádné vysokofrekvenční rušení

kam se ztratilo 20 000 hodin životnosti z letáku

Životnost udávaná dodavatelem (výrobce) LED, kterými je světlo osazeno je **30.000 hodin**, (10.000 spínacích cyklů). Mám k dispozici celou dokumentaci testů z německé TÜV, ale tu zákazníkům neposkytují neboť obsahuje citlivá data pro obchod.

kam se ztratilo 20 000 hodin životnosti z letáku?

citace:

Je to těžké, když uvedeme 30.000 hod, tak 90% zákazníků nám ani nezavolá. Skutečnost je taková, že čínské firmy automaticky píší 50.000 hod a češi a poláci, aby vypadali lépe napíšou klidně 70.000 až 100.000 hod.

Zákazník který srovnává konkurenční nabídky si nenapíše o skutečnost, a když napíše - dostane odpověď 50tis a více.

PS: Existuje také určitá křivka degradace svítivosti v průběhu času, ale tu nemám k dispozici.

LED®

cesta k úsporám



pokud se vám nelíbí teplota a podání barev - požádejte

Model	Reflektor	Světelný tok	Teplota bílé	Ra
Typ I	120°	9400lm při 5500K Ra >70	3000K až 7000K	>70

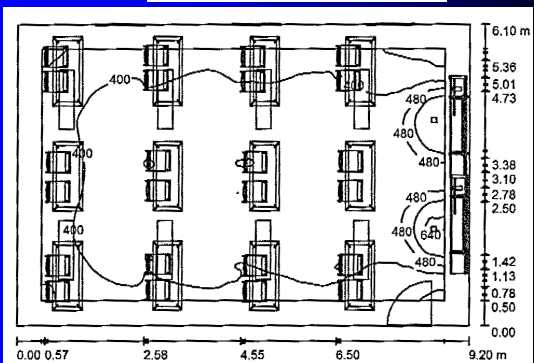
Posílám upravený katalogový list

Model	Reflektor	Světelný tok	Teplota bílé	Ra
ML-SPORT02	120°	9 500lm	4000K	>80

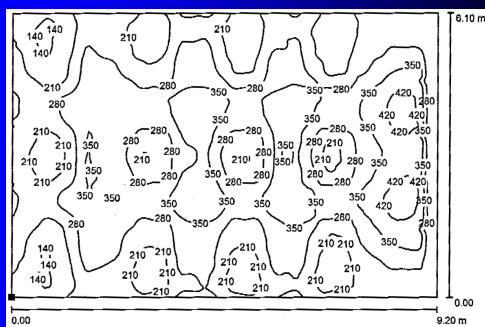
LED??

Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m
Rastr: 128 x 128 Body
Okrajová zóna: 0.500 m



LED??



E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
281	111	445	0.397

dotační operační program život. prostř. OPŽP

energeticky úsporné renovace veřejných budov:

- zateplení
- výměna ... (oken, dveří)
- realizace stavebních opatření majících prokazatelně vliv na energetickou náročnost budovy nebo zlepšení kvality vnitřního prostředí
- realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla
- realizace systémů využívajících odpadní teplo

oslňení - pro sedící (1,2 m)
 - stojící (1,7 m) osobu UGR 19

oslňení není splněno - špatným zadáním
 - nevhodnou volbou svítidla

DO → UO

- menší velikost srovnávací roviny
- vylepšené odraznosti i udržovací činitel
- lepší osvětlenost i rovnoměrnost
- počítáno s 65 % výkonem svítidel
- učebna - osvětlenost, rovnoměrnost i bez tabule

Výpočet osvětlovací soustavy musí být proveden vždy před realizací projektu.

tělocvična - pan starosta si vymyslel svítidla

- 1) EKOLED LH svítidla 115 W
- 2) EKOLED LH svítidla 151 W

Činitel údržby: 0.80 0.65 x 0,92 x 0,94 = 0,56

Výška: 0.850 m

Označení (Opravný faktor) Φ (Svítidlo) [lm] Φ (Zdroje) [lm] P [W]
 SNAAGI sTube 135, O60, 5000K, RA85, 0.90A, 8886 10836 77.4
 v15.11 (1.000)

Označení	sTube 135
Nahrazuje	dvě fluorescenční zářivky T8 150cm
Typický příkon	61W
Typický světelný tok LED (při teplotě 5000 K, index barevného podání CRI 85)	8540 lm
Typická životnost	70.000 hodin - L75 (50 °C) pokles do 25% 100.000 hodin - L65 (50 °C) pokles do 35%
Varianty teplot bílého světla	2700 K, 4000 K, 5000 K

UGR chybí

Nejčastější nedostatky při osvětlování

- 1) nízká intenzita osvětlení
- 2) rovnoměrnost nesplňuje požadavky normy
- 3) používá se zdrojů s různým barevným podáním v jedné místnosti
- 4) oslňení
- 5) barevné podání
- 6) stínivost

Provoz je sice levnější, ale pořizovací cena stále hraje značnou roli v úsporách

LED nevhodné do teplých provozů