

# Méně známé aspekty osvětlovacích soustav

## Příklady z praxe



**FRONTIER**  
TECHNOLOGIES

*let there be LIGHT*

# Vnitřní osvětlení

## OBSAH

### Svítilna

- typy svítidel
- předřadníky

### Řízení osvětlení

- druhy řízení
- možnosti úspor

### Návrh osvětlení

### Příklady z praxe

# Svítlidla

## Co je svítidlo?

Svítlidlem se rozumí kompletní „instalace elektrického světla“. Obsahuje světelný zdroj a těleso svítidla, uchycení světelného zdroje, kabeláž, patici a další komponenty sloužící k ochraně a správnému chodu.

Svítlidlo má **5** hlavních funkcí:

- Slouží k uchycení a ochraně světelného zdroje;
- Poskytuje bezpečné elektrické zapojení;
- Umožňuje vhodný způsob montáže;
- Přispívá k estetickému dojmu nebo stylu daného prostoru;
- Mění rozložení světla.



# Svítlidla

## Proč existuje tolik různých svítidel?

- Každé svítidlo je navrženo tak, aby směřovalo světlo do žádoucího směru a vytvořilo tak požadované vizuální prostředí bez nežádoucího oslnění či jiného nepohodlí. Svítidla lze přizpůsobit podle potřeb lidí rozličným úkolům a prostředím.
- Existuje mnoho různých druhů svítidel, matné i průsvitné a mohou se lišit podle typu světelného zdroje.



Závěsná montáž



Zápustná svítidla



Přisazená montáž



Nástěnná svítidla



Volně stojící



Downlighty



Vícezdrojové světelné systémy



Projektory



Průmyslová svítidla



Exit Emergency







# Svítlidla

**Účinnost svítidla** uvádějí všichni uznávaní výrobci v technickém popisu svítidla a je označován jako Light Output Ratio - **LOR**.

Tuto účinnost ovlivňují:

- tvar světelného zdroje,
- odraznost materiálu,
- počet světelných zdrojů uvnitř svítidla.

**Účinnost svítidla (LOR)** je poměr světelného toku svítidla  $\Phi_{out}$  k celkovému světelnému toku světelných zdrojů  $\Phi_{lamps}$  ve svítidle..

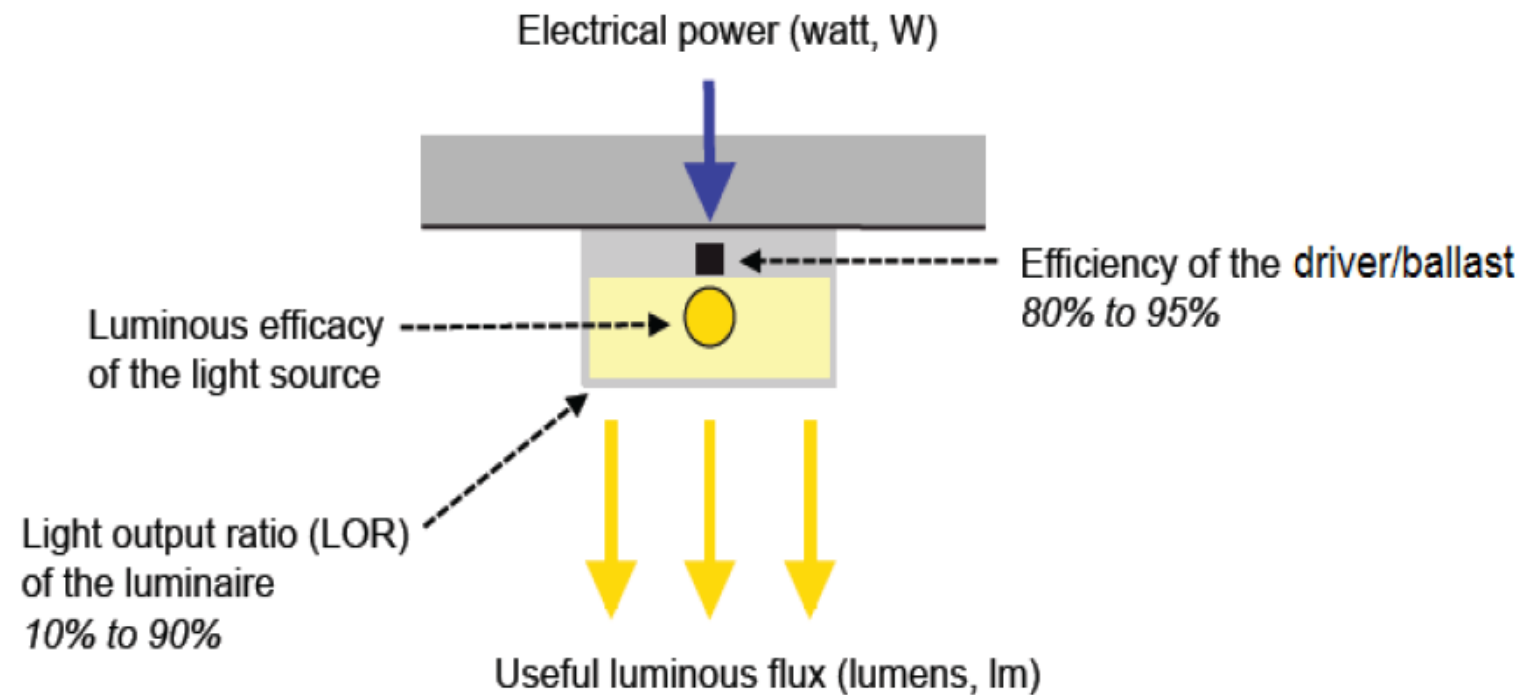
$$LOR = \frac{\Phi_{out \text{ of the luminaire}}}{\Phi_{lamps}}$$





# Svítlidla

**Měrný výkon svítidla** ( $l$ ) je poměr světelného toku svítidla a příkonu. Je to vhodný parametr pro srovnávání účinnosti svítidel.



$$l = \frac{LOR \times \Phi_{lamps} \times \eta_{driver}}{P_{in}}$$

$\eta_{driver}$  – Účinnost předřadníku

# Předřadníky

- Existují dva typy elektrických předřadníků: elektronické předřadníky a elektromagnetické předřadníky.
- **Předřadník** má dvě hlavní funkce. Světelný zdroj nastartuje a dále řídí jeho provoz. V závislosti na typu mohou předřadníky stmívat.



# Předřadníky

## Elektromagnetické předřadníky

- Využívají tlumivku k regulaci elektrického proudu a spuštění světelného zdroje.
- Jedná se o staré řešení s jádrem z ocelových plátů ovinutých měděným drátem. Ztráty, ke kterým dochází v měděném vinutí, a magnetické ztráty v železném jádru zvyšují ztráty energie na 10 až 25 %. Tato hodnota závisí na velikosti a konstrukci předřadníku.
- Levnější



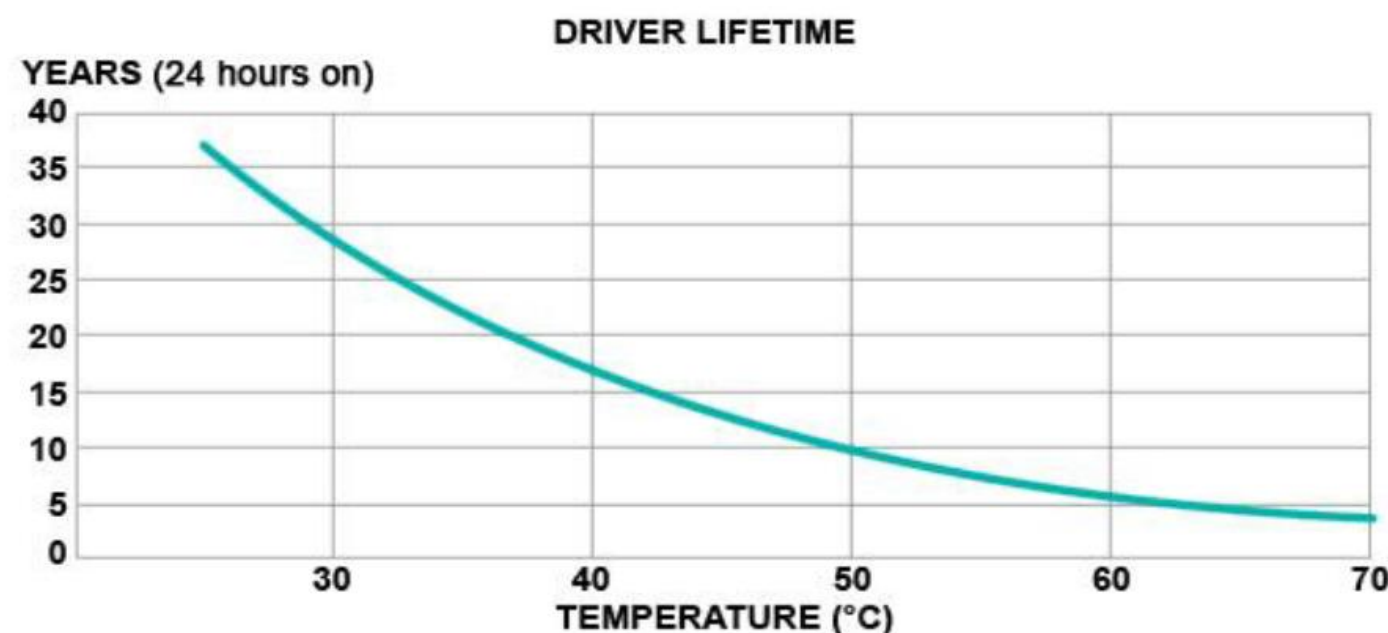
## Elektronické předřadníky

- Startuje světelný zdroj a upravuje jeho napájení.
- Používají vyšší frekvenci (okolo 30 kHz), což vede k energetické úspoře (nižší ztráty a vyšší měrný výkon).
- Elektronické předřadníky dokáží také zlepšit účinník.
- Dražší

# Předřadníky LED svítidel

Jedná se o jednotku umístěnou mezi napájením a LED moduly, jejímž účelem je dodávat LED modulům vhodné napětí a proud. Předřadník se také někdy nazývá „driver“ nebo „napaječ“.

Chrání LED před běžným kolísáním napětí a občasným přepětím.



Životnost předřadníku (nutnost jeho výměny) je třeba brát v úvahu při ekonomické kalkulaci LED osvětlení.

# Porovnání měrných výkonů světlených zdrojů

Typ světleného zdroje	Měrný výkon zdroje (lm/W)	
Wolframová žárovka	10 - 15	
Halogenová žárovka	16 - 25	
Kompaktní zářivka	40 - 60	
Lineární zářivka T8	60 - 90	36W = 87lm/W, 58W = 90lm/W
Lineární zářivka T5 HE	80 - 100	150 cm 35W
Lineární zářivka T5 HO	70 - 85	120 cm 54W, 150 cm 80W
Vysokotlaká rtuťová výbojka	35 - 60	
Vysokotlaká halogenidová výbojka	80 - 100	
Vysokotlaká sodíková výbojka	70 - 140	50W = 70lm/W, 400W = 138lm/W, 1000W = 140lm/W
LED	> 200	

# Úspory elektrické energie – obecné příklady

Modelová situace	Uvažované stávající svítidlo	Standartní LED náhrada	Úspora	Cena za (W)
Administrativní prostory	Čtvercové zářivkové 4x18 W (92 W)	LED panel 36 W	61 %	60 Kč
Sociální prostory	Žárovka 60 W	LED downlight 18 W	70 %	40 Kč
Průmyslové a skladovací prostory (nízké stropy)	Lineární zářivkové 2x36 W (94 W)	Lineární LED svítidlo 45 W	52 %	40 Kč
Průmyslové a skladovací prostory (vyšší stropy)	Sodíková výbojka 250 W (320 W)	LED průmyslové svítidlo 130 W	60 %	70 Kč
Průmyslové a skladovací prostory (vyšší stropy)	Sodíková výbojka 400 W (480 W)	LED průmyslové svítidlo 190 W	60 %	70 Kč

# Úspory elektrické energie

## Úspora el. energie

- Úsporu energie lze navýšit vhodným využitím regulace s ohledem na příspěvek denního světla a s ohledem na přítomnost, pohyb a počet osob v prostoru.
- Skutečná spotřeba zářivkových a sodíkových výbojek v závorce je spotřeba svítidla spolu s předřadníkem.

## Cena za (W)

- Cena je pouze orientační a nezahrnuje montážní práce a změny v elektroinstalaci.
- Uvažovaná svítidla jsou standartní typ bez specifických požadavků (např.: design, vyšší teploty okolí, krytí, mechanická a chemická odolnost, rizikové prostory, apod.)

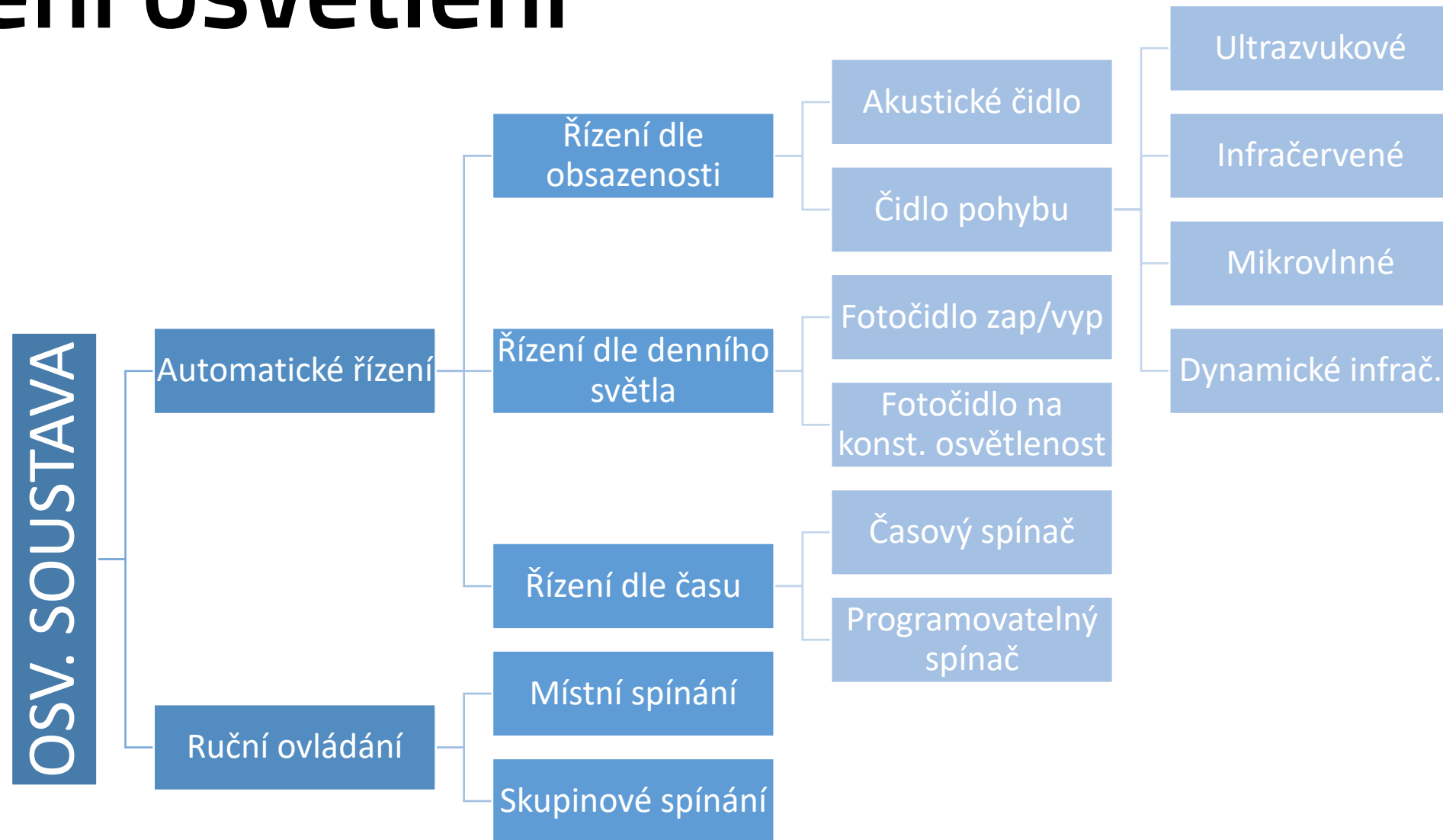
# Řízení osvětlení

Proč používat řídicí systémy osvětlení?

- Poskytnutí přiměřeného osvětlení u požadovaných úkolů
- Splnění předpisů (maximální spotřeba budovy)
- Úspora energie
- Úspora peněz



# Řízení osvětlení



# Řízení osvětlení

## Manuální ovládání

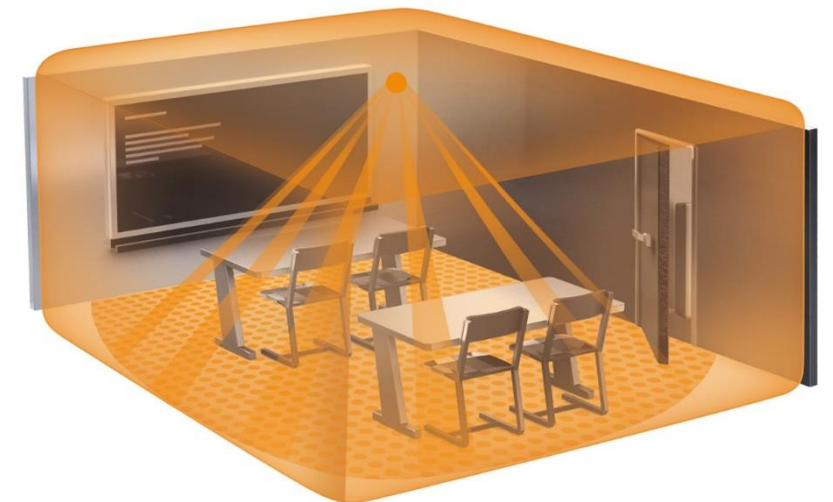
- Levnější, ale stále se počítá s tím, že uživatelé svítidlo vypnou, pokud ho nepotřebují.
- Manuální ovládání jednotlivých svítidel zpravidla zajistí mnohem větší energetické úspory než centrální ovládání celého prostoru pomocí jednoho spínače.



## Automatické ovládání

Přítomnostní čidla:

- nejvhodnější užití těchto čidel je v prostorách, které jsou užívány:
  - Nepravidelně (přerušovaně):** toalety, chodby, schodiště, skladovací prostory a sklep.
  - Nepředvídatelně:** buňkové kanceláře, konferenční a jednací místnosti, školní učebny nebo laboratoře.



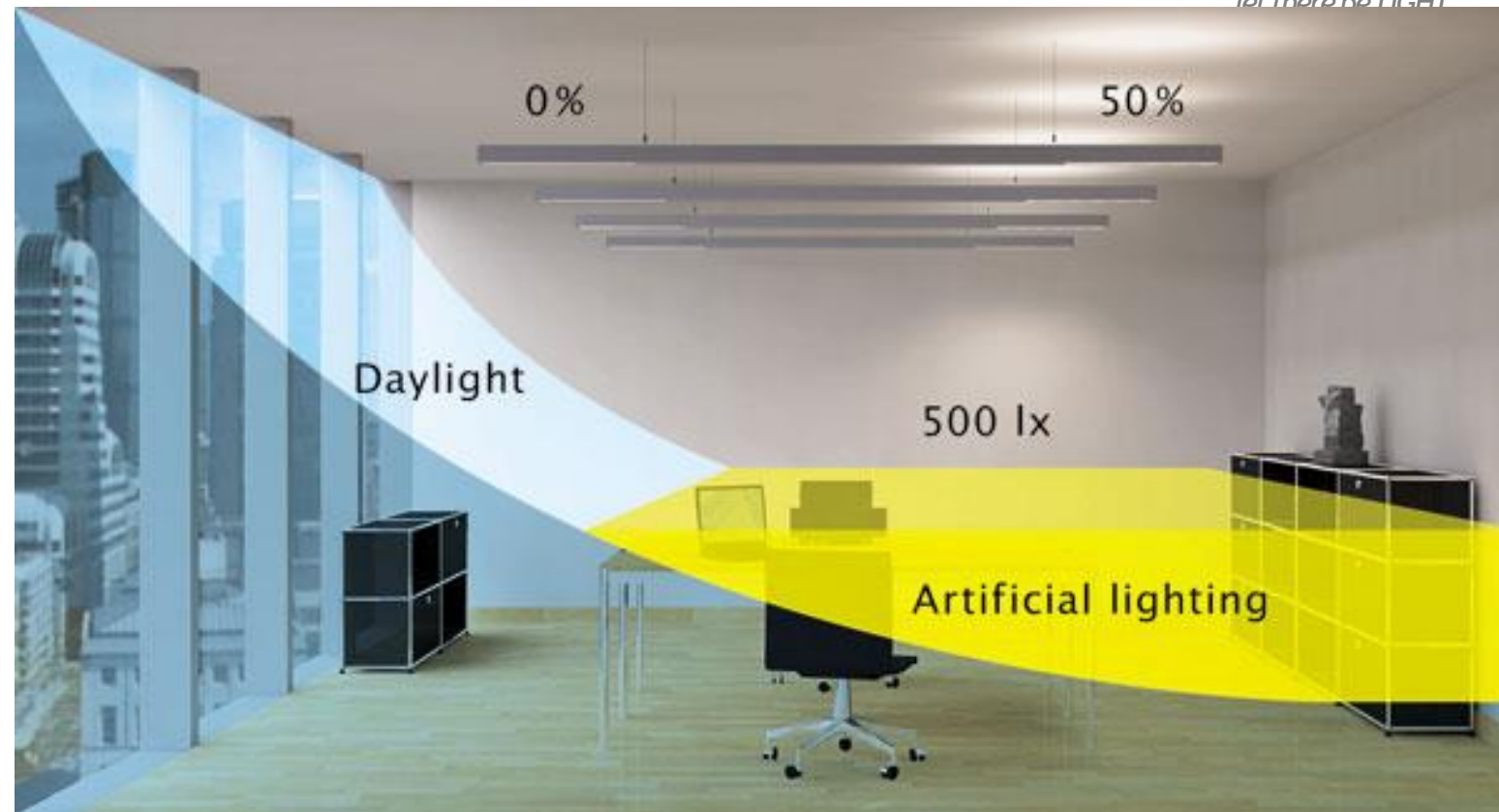
# Řízení osvětlení

## Fotočidla

Měří množství denního světla přítomného v daném prostoru a podle potřeby systém přidá nebo ubere množství umělého světla.

- Tyto systémy fungují ve dvou formách:

1. Zapínání a vypínání světla pomocí čidla.
2. Stmívání, které zajistí, že denní světlo spolu s elektrickým osvětlením vždy dosáhne navrhované míry osvětlenosti. Systém určí celkové množství světla v dané oblasti a následně upraví množství elektrického osvětlení.
  - Systém automatického zapínání či stmívání dle denní osvětlenosti je obzvláště vhodný v místnostech, které jsou plně užívány po celý den, např. recepce, foyer a jiné prostory, které lidé užívají po celý den.



# Řízení osvětlení

## Automatické ovládání

### Výhody:

- Vyšší celková účinnost osvětlovacích soustav, vyšší úspory energie;
- Nižší provozní náklady;
- Automatizované systémy, které nevyžadují neustálou přítomnost člověka;
- Možnost shromažďování údajů o výkonu, používání a dokonce i o preventivní údržbě.

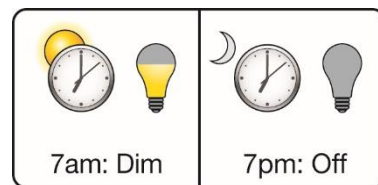
### Nevýhody:

- Vyšší počáteční náklady;
- Vyšší náklady spojené s montáží a uvedením do provozu. Důvodem je delší doba nutná ke správnému nastavení systému;
- Správné a účinné ovládání systému může vyžadovat zapojení odborníků, poradců nebo školení zaměstnanců;



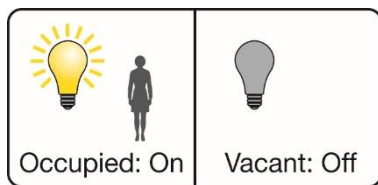
# Řízení osvětlení

## Potenciál úspor



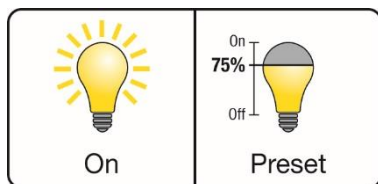
### Časový plán:

Automatické zhasnutí nebo stmívání dle plánu nebo podle východu a západu slunce.



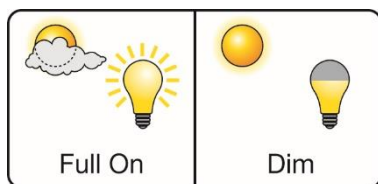
### Přítomnost/nepřítomnost osob:

Automatické vypínání po opuštění místnosti.



### Několik úrovní stmívání:

K dispozici je více nastavení než zapnuto a vypnuto.



### Využití denního světla:

Automatické nastavení umělého osvětlení podle množství denního světla v místnosti/prostoru.

## Potenciál úspory

10 – 20 %

20 – 60 %

10 – 20 %

25 – 60 %

# Návrh osvětlení

- ČSN EN 12464-1 – Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovního prostoru – 1. část: Vnitřní pracovní prostory

Osvětlenost (lx)	Činnost	Prostor
100	běžné vidění	Chodby, sklady
150	vnímání některých detailů	Prostory na nakládání (nakládací rampy), technické místnosti
200	permanentní využití	Foyer, haly, jídelny
300	snadné zrakové úkoly	Knihovny, sportovní haly, učebny, auly
500	mírně obtížné zrakové úkoly	Kanceláře, kuchyně, laboratoře, prodejny
750	obtížné zrakové úkoly	Kreslení, místa pro kontrolu masa, obchody
1000	velmi obtížné zrakové úkoly	Kontrola, elektronika, malba, supermarkety
1500	extrémně obtížné zrakové úkoly	Místnost pro detailní prohlídku, ruční práci, sestavování
2000	výjimečně obtížné zrakové úkoly	Sestavování mimořádně malých částí, kontrola hotových tkanin

- Osvětlenost lze o stupeň snížit nebo zvýšit, a to z důvodů uvedených v normě.

# Návrh osvětlení

## Osvětlenost (E)

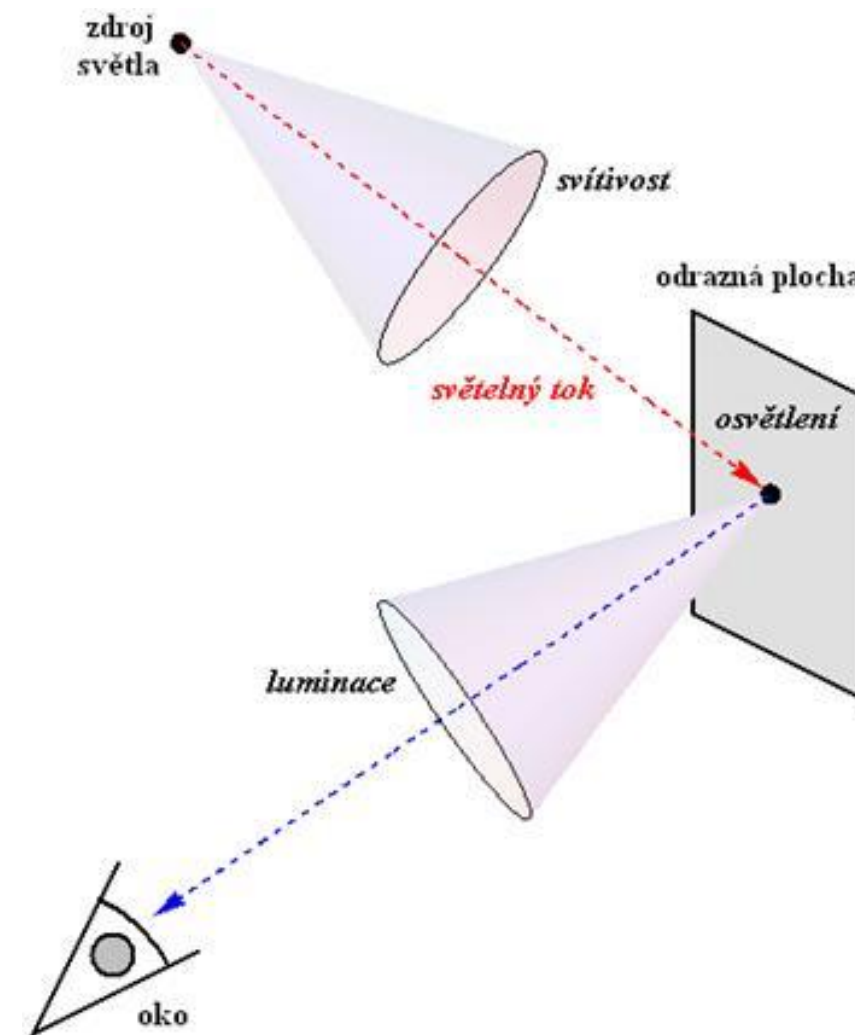
- Množství světla dopadajícího na danou plochu.
- Jednotkou osvětlenosti je **lux (lx)**.

$$E_m = \frac{\Phi}{A}$$

$\Phi$  ← Světelný tok dopadající na plochu  
 $A$  ← Plocha, na niž dopadá světelný tok

### Typické hodnoty osvětlenosti (lux)

Léto – jasný den	100 000 lux
Zatažená obloha	5 000 lux
Osvětlená kancelář	500 lux
Obývací nebo hotelový pokoj	100 lux
Měsíční svit – jasná obloha	0,25 lux



# Návrh osvětlení

## Rovnoměrnost osvětlení ( $U_0$ )

- Přechody mezi tmavšími a světlejšími místy
- Bezrozměrné

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_m}$$

Minimální hodnota osvětlenosti plochy

Průměrná osvětlenost na ploše

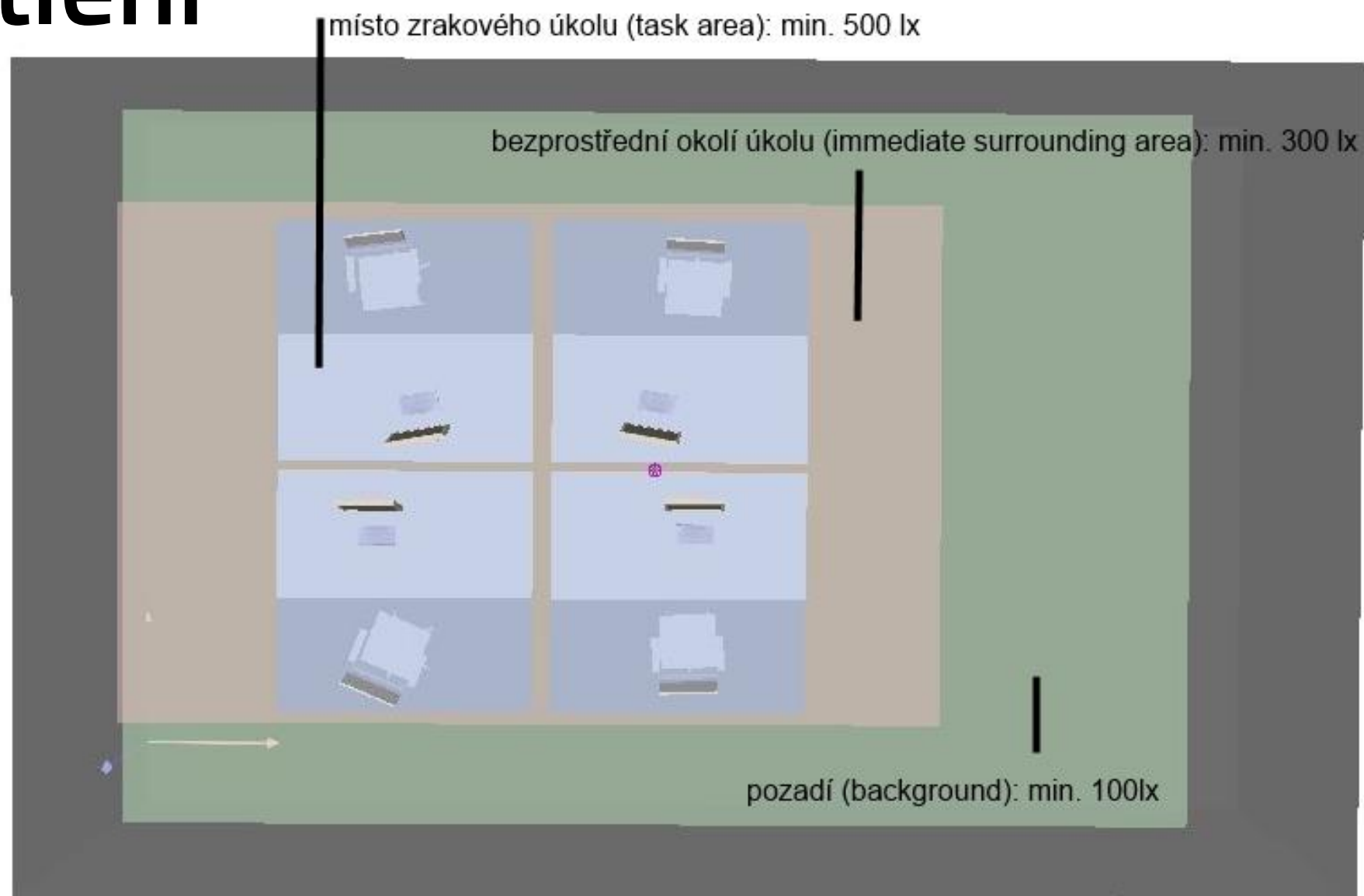
## Rušivé oslnění

Hodnocení rušivého oslnění přímo způsobeného svítidly se provádí podle metody jednotného hodnocení oslnění (UGR) vypracované CIE, na základě vzorce:

$$UGR = 8 \log_{10} \left( \frac{0,25}{L_B} \sum \frac{L^2 \Omega}{p^2} \right)$$



# Návrh osvětlení

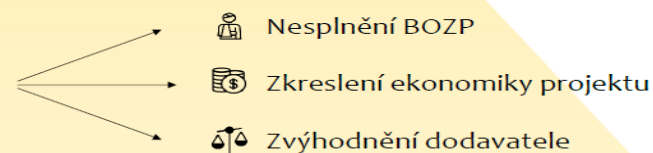


# Návrh osvětlení

- **Udržovací činitel (MF)** je důležitý při plánování osvětlení;
- Udržovací činitel vyjadřuje obvyklý pokles světelného toku, ke kterému během doby života osvětlovací soustavy dochází;
- Udržovací činitel se skládá ze 4 činitelů:
  - **MF = LLMF × LSF × LMF × RMF**
  - LLMF Činitel poklesu světelného toku zdrojů;
  - LSF Činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů;
  - LMF Činitel znečištění svítidel;
  - RMF Činitel znečištění místnosti
- TNI 36 0451
- Osvětlenost nesmí po celou dobu života osvětlovací soustavy poklesnout pod hodnotu požadovanou normou, tzn. osvětlovací soustava se předimenzována.

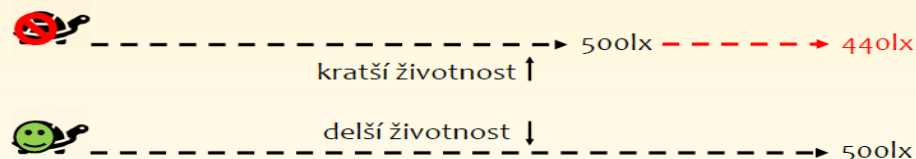
## POSVIŤTE SI NA ČINITEL ÚDRŽBY

Nedodržení správného  
činitele údržby



Rozdíl v činiteli 0,08 může znamenat až 13% rozdíl v příkonu

Vlivem nesprávně stanoveného činitele svítí osvětlovací soustava již od samého začátku méně než je zapotřebí



Nesprávný činitel údržby vede k nesplnění požadované osvětlenosti.

Nesprávný činitel údržby uvede zadavatele v omyl, že je mu nabízeno ekonomicky výhodnější řešení.

Osvětlovací soustavu je nutné “přesvětlit” z důvodu poklesu světelného toku svítidel a špinění povrchů svítidel a místností.

Všichni dodavatelé by při určování činitele údržby měli postupovat shodně. V opačném případě může někdo získat falešnou výhodu.

Shovívavost v činiteli údržby může na první pohled vypadat výhodně. Přináší však rizika.

méně svítidel  
nižší příkon  
nižší vstupní investice

**ALE**

rychlejší ztráta osvětlenosti  
častější čištění svítidel  
nutnost dřívější obnovy  
celkový nižší výnos

### PŘÍKLAD Z PRAXE

Dodavatel B určil špatně činitel údržby. Jeho svítidla však měla deklarovaný vyšší pokles světelného toku než u dodavatele A.

DODAVATEL	Činitel údržby	Nový příkon	Výše investice	Úspora el. Energie	Prostá návratnost investice	Celková úspora
A	0,70	26,5 kW	1 160 794 Kč	56%	3,33 let	3 030 281 Kč
B	0,70	26,5 kW	1 021 690 Kč	56%	2,93 let	3 169 385 Kč

Investor požádal o přepočítání a dodavatel B musel navýšit počet svítidel ...

DODAVATEL	Činitel údržby	Nový příkon	Výše investice	Úspora el. energie	Prostá návratnost investice	Celková úspora
A	0,70	26,46 kW	1 160 794 Kč	56%	3,33 let	3 030 281 Kč
B	0,62	30,45 kW	1 161 139 Kč	49%	3,78 let	2 531 187 Kč

# Shrnutí

## **Svídla:**

Různé typy

Druh činností a prostoru

Parametry svítidel LOR (účinnost) a  $l$  (měrný výkon)

## **Řízení:**

Ruční/automatické

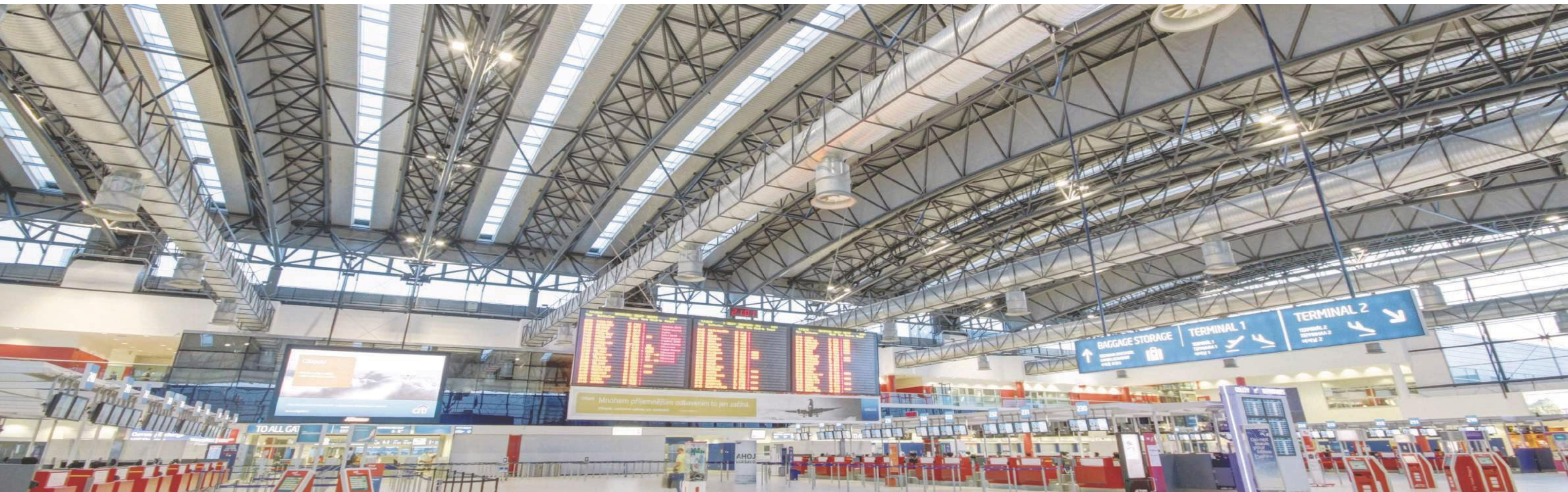
Zap/vyp, plynulé

## **Návrh osvětlení:**

Parametry dle normy

Udržovací činitel

Nutno počítat, nikoliv odhadovat



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

43%



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

329,2 tun



NÁVRATNOST INVESTICE

2,6 let



TYP SVÍTEL

reflektory LED



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

54%



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

720 400 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

2 350 874 Kč



Instalace za plného provozu terminálu  
Splnění všech bezpečnostních standardů letiště  
Prvotřídní design

2022



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

2 274 992 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

11 088 602 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

0,83 let

# PRE Continental Automotive Czech Republic s.r.o

Výrobní prostory Rožnov pod Radhoštěm



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

11%



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

1996 tun



NÁVRATNOST INVESTICE

1,7 let



TYP SVÍTIDEL

lineární LED



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

69%



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

4 264 955 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

17 518 450 Kč



Udržitelné řešení s dlouhou životností osvětlovací soustavy. Instalace za provozu v rekordním čase - přes 2 500 svítidel. Významná finanční úspora

2022



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

13 647 856 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

72 070 200 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

0,53 let



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

\*

\* nová hala (data jsou počteny výpočtem v porovnání s konvenčním řešením)



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

**80%**

**2022**



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

**3 583 020 Kč**



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

**268 tun**



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

**963 842 Kč**



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

**28 926 214 Kč**



NÁVRATNOST INVESTICE

**3,8 let**



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

**5 077 611 Kč**



NÁVRATNOST INVESTICE

**1,03 ROKU**



TYP SVÍTIDEL

**reflektory LED**



Výborné světelné technické parametry  
Kombinovaná regulace dle pohybu osob a denního světla  
Svítlidla Grácie do 60° C



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

35%



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

68%

2022



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

12 809 111 Kč

ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

1 619 tun



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

3 680 596 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

99 075 276 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

6,8 let



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

5 548 946 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

1,6 ROKU



TYP SVÍTEL

reflektory LED



Podstatné zvýšení intenzity osvětlení  
Systém regulace pro podstatné snížení nákladů  
Realizace za plného provozu





NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

35%



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

36,2 tun



NÁVRATNOST INVESTICE

4 roky



TYP SVÍTIDEL

lineární LED



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

63%



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

105 853 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

903 200 Kč



Svítlidla ve vysokém krytí IP 66  
Vysoká účinnost svítidel  
Designové řešení

2022



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

249 712 Kč



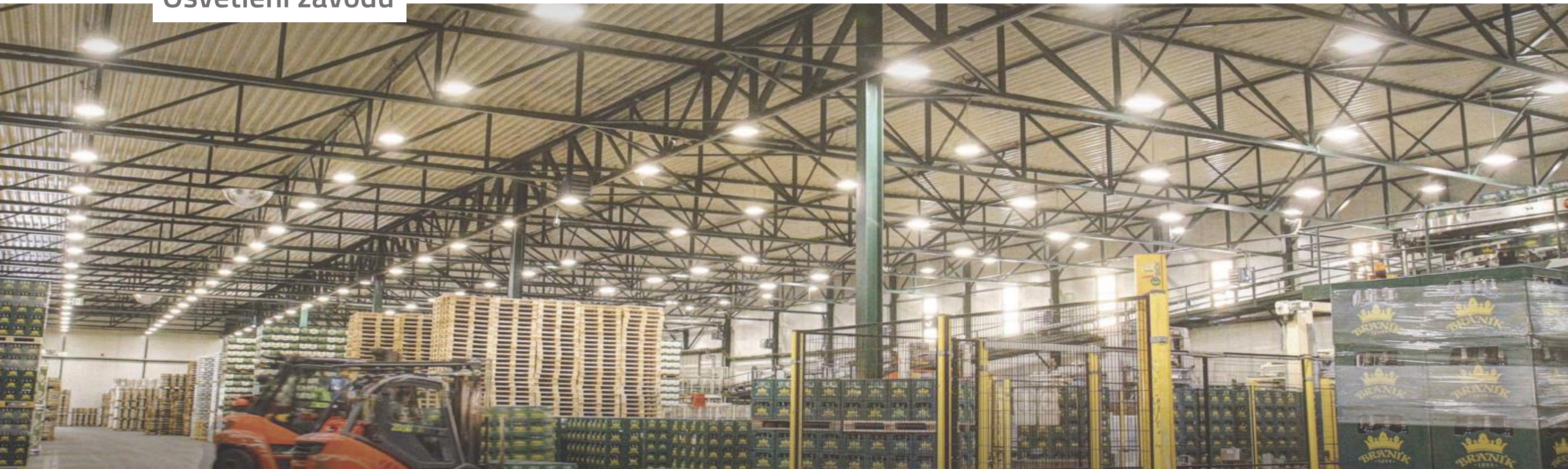
CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

2 701 435 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

1,68 ROKU



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

25%



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

709,7 tun



NÁVRATNOST INVESTICE

1,9 roku



TYP SVÍTIDEL

reflektory LED



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

77%



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

1 846 585 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

17 501 492 Kč



Postupná výměna svítidel ve více prostorech  
Významná úspora elektrické energie  
Regulace s ohledem na pohyb pracovníků

2022



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

5 091 698 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

32 853 463 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

0,8 ROKU



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

**45%**



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

**1 211 tun**



NÁVRATNOST INVESTICE

**1,6 roku**



TYP SVÍTIDEL

**reflektory LED**



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

**77%**



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

**1 985 486 Kč**



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

**8 409 589 Kč**



Provoz osvětlení 24/7 se zárukou na svítidla v délce 10 let  
Výrazné zlepšení světelně technických parametrů  
Realizace za plného provozu

**2022**



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

**9 588 115 Kč**



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

**53 025 959 Kč**



NÁVRATNOST INVESTICE

**0,35 ROKU**



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

10%



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

34 tun



NÁVRATNOST INVESTICE

4,4 let



TYP SVÍTIDEL

reflektory LED



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

78%



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

167 446 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

4 701 965 Kč



Radiový systém regulace při zachování původní elektroinstalace  
Významné zlepšení prostředí pro sportovní činnost  
Velmi podstatné snížení příkonu a spotřeby

2022



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

280 488 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

8 372 173 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

2,6 LET



# Volvo Group Czech Republic, s.r.o.

Truck servis Nýřany

FRONTIER  
TECHNOLOGIES  
let there be LIGHT



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ

45%



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

1 910 tun



NÁVRATNOST INVESTICE

2,2 let



TYP SVÍTEL

reflektory LED



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

90%



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

4 393 936 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

45 234 555 Kč



Udržitelné řešení s dlouhou životností osvětlovací soustavy  
Maximální účinnost osvětlovací soustavy  
Efektivní technické řešení

2022



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ

695 178 Kč



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE

7 878 752 Kč



NÁVRATNOST INVESTICE

0,9 ROKU



NÁRŮST INTENZITY OSVĚTLENÍ



ÚSPORA ELEKTRICKÉ ENERGIE

**79%**



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

**200 tun**



ROČNÍ ÚSPORA NÁKLADŮ



NÁVRATNOST INVESTICE



CELKOVÝ VÝNOS INVESTICE



TYP SVÍTIDEL

**Lištový  
systém LED**



Udržitelné řešení s dlouhou životností osvětlovací soustavy  
Maximální účinnost osvětlovací soustavy  
Efektivní technické řešení



ROČNÍ VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE

**1 022 MWh**



ROČNÍ ÚSPORA CO<sub>2</sub>

**879 tun**



Děkuji za pozornost!



[www.frontier-technologies.eu](http://www.frontier-technologies.eu)