

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení a staveb



Bakalářská práce

Návrh vhodného umělého osvětlení

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc

Autor práce: Petr Fischer

Praha 2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Petr Fischer

Technologická zařízení staveb

Název práce

**Návrh vhodného řešení umělého osvětlení**

Název anglicky

**Design of suitable solution of artificial lighting**

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je navrhnout umělé osvětlení s ohledem na požadavky a potřeby prostředí, odpovídající jeho využití. Na základě poznatků z literatury, vlastních úvah a výpočtu s využitím dostupného softwaru navrhnout vhodné řešení. Experimentálním měřením ověřit výsledky v praxi.

### Metodika

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika práce
- 4 Současný stav sledované problematiky
- 5 Vlastní řešení
- 6 Výsledky a diskuse
- 7 Závěr a doporučení
- 8 Seznam použitých zdrojů
- 9 Přílohy

## **Doporučený rozsah práce**

30 až 40 stran textu

## **Klíčová slova**

Energie; měření; osvětlení; projekt; svítidla; stavba

---

## **Doporučené zdroje informací**

Bystřický, V.- Kaňka, J.: Osvětlení. ČVUT, Praha, 1994, 76 s.

Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s

Hutla, P.: Osvětlování v zemědělství. ÚZPI, Praha, 1998, 53 s.

Pavliček, I.: Návrh a výpočet umělého osvětlení. ČVUT, Praha, 1994, 78 s.

---

## **Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – TF

## **Vedoucí práce**

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

## **Garantující pracoviště**

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 18. 1. 2017

**doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 01. 03. 2019

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Návrh vhodného řešení umělého osvětlení vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne .....

.....

Petr Fischer

## **Poděkování**

Děkuji panu prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za odborné vedení mé bakalářské práce, za poskytnutí cenných rad, připomínek a podnětů. Současně chci poděkovat rodině a přátelům za podporu a trpělivost při tvorbě této bakalářské práce.

## **Návrh vhodného řešení umělého osvětlení**

### **Abstrakt**

Bakalářská práce je zaměřená na problematiku umělého osvětlení. Cílem práce je navrhnout vhodné umělé osvětlení do nově vzniklé kanceláře. V teoretické části (kap. „Současný stav sledované problematiky“) je nastíněna problematika týkající se světla obecně. Čtenář je seznámen se základními pojmy a veličinami týkající se problematiky světlo a osvětlení. Také se dovídá nové informací o rozdělení světelných zdrojů, či v neposlední řadě o metodice měření. Praktická část se soustředí na popis specializovaného softwaru Dialux, ve kterém jsou vypracovány veškeré výpočty pro návrh vhodného umělého osvětlení (včetně umístění, počet svítidel aj.) Na závěr této části dochází ke srovnání dat, která se získala při výpočetní simulaci programu Dialux a hodnotami, které se zjistily následným měřením v praxi pomocí vhodného měřidla.

**Klíčová slova:** energie, měření, osvětlení, projekt, svítidla, stavba.

## **Design of suitable solution of artificial lighting**

### **Summary:**

The bachelor thesis is focused on the issue of artificial lighting. Aim of work is to design a suitable artificial lighting into a newly established office. Theoretical part, the chapter „Current state of the issue“ is spelt out issue of light in generally. The reader is familiarise with a basic terms and values about issue of light and lighting. Further, he probes an information about severance of light sources and about of measurement methodology. Practical part is focused on descreption of specialized software Dialux, which processes of datas for design of suitable artificial lighting (include of locations and number of luminaires). At the end of this part, data obtain from computational simulation of the Dialux are compared with values, which were measured using by luxmeter in practise.

**Keywords:** energy, measurement, lighting, project, luminaires, structure.

# Obsah

1. Úvod .....	9
2. Cíl práce .....	10
3. Metodika práce .....	11
3.1. Měřený objekt .....	11
3.2.1. Měření umělého osvětlení.....	11
3.2.2. Měření vnitřních pracovních prostor.....	12
3.3. Měřicí přístroj .....	12
3.3.1. Popis měřicího přístroje EXTECH Instruments Model 407026 .....	12
3.4. Software.....	14
3.4.1. Postup návrhu pomocí DIALuxu .....	14
4. Současný stav sledované problematiky.....	15
4.1. Světlo .....	15
4.2. Základní fotometrické veličiny.....	16
4.2.1. Svítivost I .....	16
4.2.2. Světelný tok $\Phi$ .....	17
4.2.3. Osvětlenost E .....	17
4.2.4. Jas L .....	18
4.2.5. Prostorový úhel.....	18
4.3. Světelné zdroje .....	19
4.3.1. Vstupní parametry .....	19
4.3.2. Tepelné zářiče .....	22
4.3.3. Výbojky .....	24
4.3.4. Induktivní výbojky - LED.....	26
4.4. Světelné zdroje .....	29
4.4.1. Konstrukční části svítidel: .....	29
4.4.2. Krytí a použití svítidel.....	30

4.4.3. Třídy ochrany svítidel:.....	34
4.4.4. Druhy svítidel: .....	34
4.5. Typy měření umělého osvětlení (výpočtové metody).....	35
4.5.1. Metoda poměrného příkonu .....	35
4.5.2. Metoda toková.....	36
5. Vlastní měření.....	38
5.1. Dialux .....	38
5.1.1. Postup návrhu .....	39
5.1.2. Výběr svítidla .....	39
5.1.3. Výběr třídy hodnocení osvětlení.....	39
5.1.4. Zadání ostatních parametrů .....	39
5.1.5. Výpočet .....	39
5.1.6. Výstupní hodnoty.....	39
5.2. Zpracování informací – měření podle ČSN 360011-1 .....	41
6. Výsledky a diskuze .....	43
7. Závěr .....	45
8. Citovaná literatura.....	46
9. Seznam obrázků.....	48
10. Seznam tabulek .....	49
11. Přílohy.....	I
11.1. Katalogový list svítidla Grifon .....	I
11.2. Souhrnné výpočty osvětlení kanceláře v programu DIALux.....	II
11.3. Rekonstrukce .....	XVI
11.4. Vizualizace kanceláře .....	XIX
11.5. Fotodokumentace současného stavu (po rekonstrukci) .....	XXI



## 1. Úvod

Světlo a tma. Dva přírodní jevy, které jsou již od nepaměti spjaté se životem na Zemi. Světlo hrálo, a stále hraje pro člověka velmi významnou roli v životě.

Již od pravěku se lidé snažili přijít na způsob, který by jim pomohl se lépe orientovat po západu Slunce. Průlomovým objevem, který měl vliv na vývoj naší existence byl bezesporu oheň. Kombinace velkého tepla a svítivé záře nastavila Zemi zcela novou tvář. Lidé se pomocí ohně mohli chránit před chladem, před šelmami, vypalovat a zhotovovat nové předměty, připravit si pokrm atd. Světlo, které při hoření vznikalo a bylo viditelné pro lidské oko se stalo prvním umělým zdrojem světla. Využití ohně jako zdroje světla se užívalo od pravěku do druhé poloviny 19. století.

Během těchto tisíců let, došlo k postupné evoluci v oblasti svítidel. Oheň postupně nahrazovaly pochodně a louče. Od 13. století se na našem území setkáváme se středověkými keramickými lampami neboli kahany. Tyto lampy fungovaly na jednoduchém principu knotu nasávajícího palivo (tuk) z misky. S odstupem času keramické lampy nahrazovaly svíčky a svíce. Před samotnou revolucí zdrojů umělých svítidel, založené na principu ohně byla výroba plynové a petrolejové lampy. 19. století se pyšní výrobou obloukové lampy a žárovky. Od této doby dochází k neustálé inovaci světelných zdrojů. [1] [2]

Člověk je obklopen umělým osvětlením v krytých prostorech, ve kterých stráví až 90 % svého života. Je tedy důležité, aby se kvalita umělého osvětlení přiblížila k podmínkám, na které je lidské oko navyklé. Návrh musí vzít v potaz nejen estetické nároky při výběru osvětlovací soustavy, ale především nároky na kvalitu a množství umělého osvětlení.

## 2. Cíl práce

Cílem teoretické části této práce je seznámení s problematikou světla a návrhu umělého osvětlení ve vnitřních prostorech budov. Cílem praktické části práce je navrhnout vhodné osvětlení do nově vzniklé pracovní kanceláře v rodinném domě. Pomocí vhodného softwaru nakreslit model místnosti, zvolit a rozmístit osvětlení tak, aby odpovídalo požadavkům do kancelářského provozu.

### 3. Metodika práce

#### 3.1. Měřený objekt

Měřeným objektem je prostor dvou garážové místnosti v rodinném domě. Garážová místnost prochází stavebními úpravami, které zahrnují i stavění sádkokartonové přičky oddělující jednu samostatnou místnost na dvě menší místnosti. Z první místnosti bude vytvořena nová kancelář se skříňovou sestavou, pracovními stoly a zasedacím koutkem. Druhou místnost využije majitel jako odkládací plochu, případně jako sklad. Pohled na lokalizaci rodinného domu je znázorněn na obrázku 1. Jedná se o novostavbu z roku 2016.

*Obrázek 1: Simulační pohled na novostavbu rodinného domu*



Zdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=13.6220609&y=50.4944767&z=17&source=addr&id=13816100>

#### 3.2. Normy

##### 3.2.1. Měření umělého osvětlení

Při měření umělého osvětlení se postupuje podle norem ČSN 360011-1 (360011): Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 1: Základní ustanovení a ČSN 360011-3 (360011): Měření osvětlení vnitřních prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení. V těchto normách je přesně definován postup pro měření osvětlení a vypracování dokumentů po měření. [3]

### 3.2.2. Měření vnitřních pracovních prostor

Návrh vhodného umělého osvětlení byl proveden podle normy ČSN EN 12464-1: Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory.

### 3.3. Měřicí přístroj

Naměřené hodnoty intenzity osvětlení byly naměřeny přístrojem EXTECH Instruments model 407026, číslo výrobku Q422305.

Obrázek 2: Luxmetr Extech model 407026



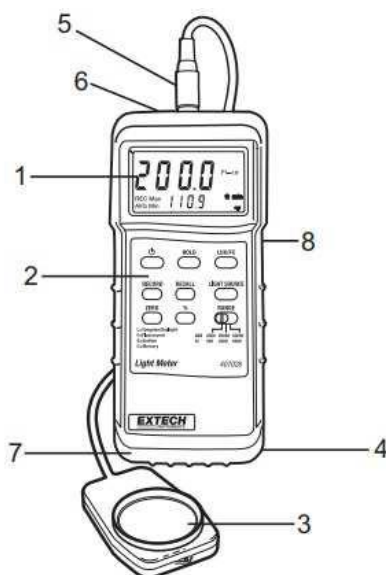
Zdroj: <http://www.extech.com/display/?id=14211> [4]

#### 3.3.1. Popis měřicího přístroje EXTECH Instruments Model 407026

Světelný indikátor Extech 407026 Foot candle / Lux umožňuje uživateli měřit v prostorách s volitelnými typy osvětlení. Přístroj disponuje LCD displejem s úhlopříčkou 1,4“. Luxmetr využívá přesné fotodiody a filtr pro korekci barev. Další funkcí je vestavěné rozhraní RS-232 s volitelným softwarem pro získání dat a záznamem dat. Součástí přístroje je 9 V baterie, světelný senzor o průměru 1,1“ s ochranným krytem a pouzdem se stojánkem. Kompletní parametry jsou uvedeny v tabulce 1 a tabulce 2. [4]

Obrázek 3: Popis měřicího přístroje Extech model 407026

- 1) LCD displej
- 2) Klávesnice
- 3) Měřicí sonda
- 4) Slot pro baterii (zezadu)
- 5) Konektor pro měřicí sondu
- 6) Konektor RS-232 pro připojení k PC
- 7) Ochranný návlek
- 8) Nastavovací prvek pro jas LCD



Zdroj: [http://www.extech.com/resources/407026\\_UM.pdf](http://www.extech.com/resources/407026_UM.pdf) [5]

Tabulka 1: Technické parametry Luxmetru

Technické parametry	
Obvod	jednočipový LSI mikroprocesor
Displej	3 - 1/2 místný LCD displej s nastavením kontrastu
Měřecí rozsahy	LUX: 0 - 50 000 LUX (3 rozsahy); Fc: 0 - 5 000 Fc (3 rozsahy); Relativní mód: 0-1999%
Data hold	možnost zmrazení hodnoty na displeji
Typy zdroje osvětlení	sodíková výbojka; denní světlo/žárovka; zářivka; rtuťová výbojka
Struktura snímače	fotodioda s barevnou korekcí dle C.I.E.
Paměť naměřených hodnot	ukládání/čtení - Max/min/Průměr
Rychlost měření	1 měření za 0,4 s
Nulování	nulování po stisknutí tlačítka
Auto vypnutí	přibližně po 10min
Výstup dat	RS-232 sériové rozhraní
Provozní podmínky	0°C - 50°C; <80% RH
Napájení	9V baterie
Spotřeba	5 mA - baterie vydrží cca 200 hodin provozu
Hmotnost	320 g
Rozměry	přístroj: 180 x 72 x 32 mm; měřicí sonda: 85x55x17,5 mm

Zdroj: [http://www.extech.com/resources/407026\\_UM.pdf](http://www.extech.com/resources/407026_UM.pdf) [5]

Tabulka 2: Měřicí rozsahy Luxmetru

Měřicí rozsahy				
Měření	Rozsah	Zobrazeno	Rozlišení	Přesnost
Lux	2 000 LUX	0 - 1999 LUX	1 LUX	± (4% + 2 místa) z plného rozsahu
	20 000 LUX	1 800 - 19 990 LUX	10 LUX	
	50 000 LUX	18 000 - 50 000 LUX	100 LUX	
Foot candles	200 Fc	0 - 186 Fc	0,1 Fc	
	2 000 Fc	167 - 1860 Fc	1 Fc	
	5 000 Fc	1670 - 5 000 Fc	10 Fc	
Relativní mód		0 - 1999%	1%	

Zdroj: [http://www.extech.com/resources/407026\\_UM.pdf](http://www.extech.com/resources/407026_UM.pdf) [5]

### 3.4. Software

Navržení volby umělého osvětlení a samotných výpočtů bude provedeno pomocí softwaru DIALux Evo 5.1, respektive DIALux 4.13.

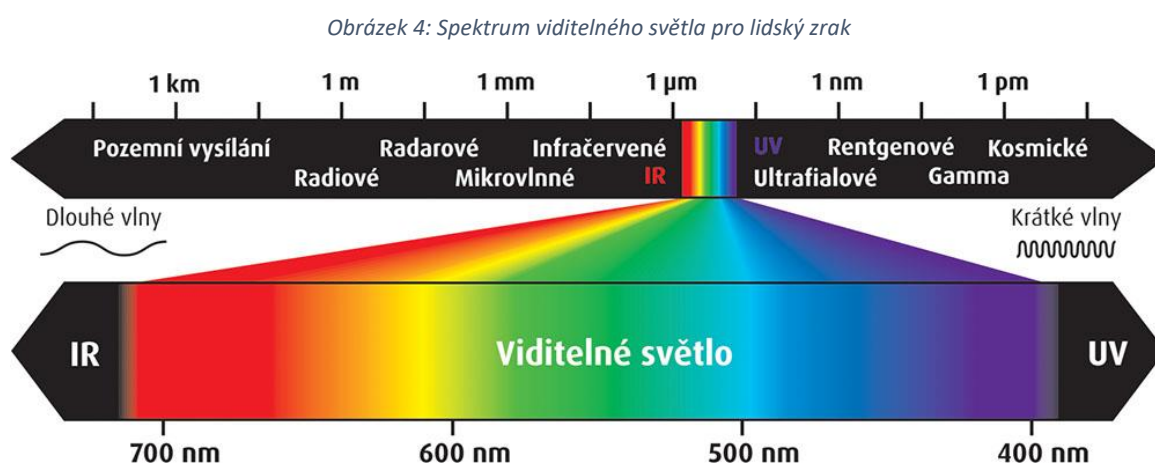
#### 3.4.1. Postup návrhu pomocí DIALuxu

- Do softwaru se naimportuje (vytvoří) model místnosti, ve kterém bude výpočet proveden.
- Dále se zadají parametry platné pro dané normy (např. třída hodnocení osvětlení).
- Následuje výběr svítidla z katalogu výrobců svítidel.
- Spustí se výpočet, kde výsledkem bude vygenerovaná mapa osvětlení ve srovnávací rovině.

## 4. Současný stav sledované problematiky

### 4.1. Světlo

Světlo je část elektromagnetického záření libovolné vlnové délky, které se pohybuje ve vakuu rychlostí  $299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Člověk je schopen vnímat pouze část barevného spektra, které je na rozhraní vlnové délky  $380\text{ nm} - 780\text{ nm}$ . Kromě zrakového vjemu světlo způsobuje také barevný počitek. Více je patrné z obrázku 4, kde na pravé straně ( $<380\text{ nm}$ ) se objevuje pásmo ultrafialové (UV), zatímco opačným směrem ( $>780\text{ nm}$ ) se nachází pásmo infračervené (IR).



Zdroj: <https://www.mega-blog.cz/lasery/zelene-a-uv-lasery/> [19]

## 4.2. Základní fotometrické veličiny

### 4.2.1. Svítivost I

Svítivost je světelně technická veličina, která popisuje rozdělení světelného záření do prostoru. Ukazuje, jaké množství světelného toku vyzáří zdroj do orientovaného prostorového úhlu „ $\Omega$ “. Pokud se jedná o nekonečně malý úhel, hovoří se o svítivosti v daném směru. Při návrhu osvětlení se pro jednotlivá svítidla udávají křivky svítivosti, které jsou nezbytné při samotných výpočtech. Jednotkou svítivosti je kandela [cd]. Kandela patří mezi sedm základních fyzikálních jednotek soustavy SI. Střední hodnota svítivosti se vypočítá ze vztahu [3]:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

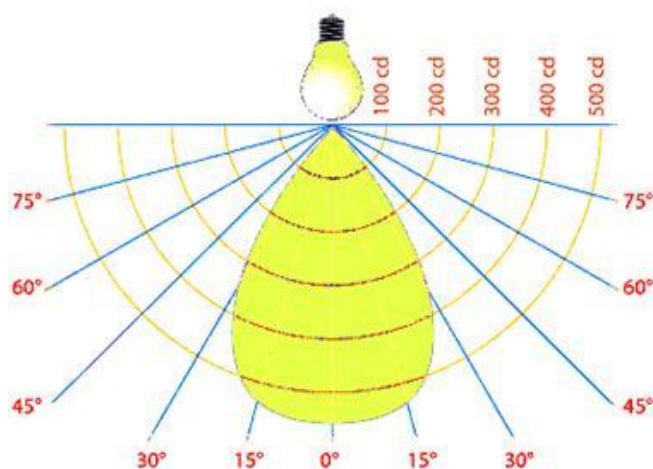
kde:  $I$  – svítivost (cd)

$d\Phi$  – světelný tok (lm)

☐  $d\Omega$  – prostorový úhel, do kterého je světelný tok vyzářován (sr)

Svítivost tedy vyjadřuje rozdělení světelného toku do různých směrů, do kterých vyzářuje zdroj světla, více na obrázku 5.

Obrázek 5: Schéma svítivosti



Zdroj: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/535-fotometricke-veliciny> [6]



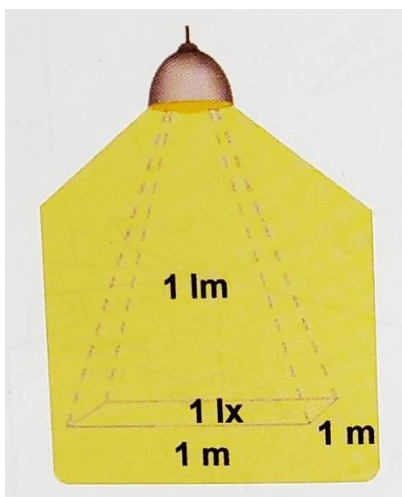
#### 4.2.2. Světelný tok $\Phi$

Světelný tok je veličina, která charakterizuje světelný výkon záření či jeho zdroje. Udává kolik světelné energie vyzáří zdroj do svého okolí za jednotku času. Světelný tok vycházející ze zdroje je vyšší než tok vycházející ze svítidla. Příčinou jsou pasivní části svítidla. Z tohoto důvodu je nutné zmínit, že světelný tok je závislý na druhu světelného zdroje. Jednotkou světelného toku je lumen [lm] a měří se pomocí kulového integrátoru [3].

#### 4.2.3. Osvětlenost E

Osvětlenost (též intenzita osvětlení) patří mezi další odvozené fotometrické veličiny. Udává hodnotu světelného toku dopadajícího na jednotkovou plochu  $1 \text{ m}^2$ . Schéma je patrné na obrázku 6.

Obrázek 6: Osvětlenost



Zdroj: (Sokanský, 2011) [3]

Jednotkou osvětlenosti je lux (lx) a platí vztah:

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

Kde: E – osvětlenost (lx)

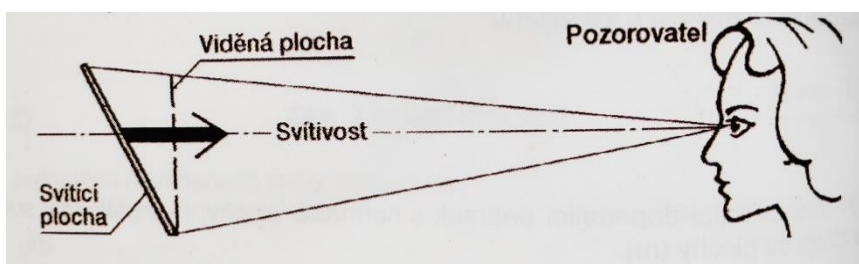
$d\Phi$  – velikost světelného toku dopadnutého na plochu (lm)

$dA$  – plocha, na kterou dopadá světelné záření ( $\text{m}^2$ )

#### 4.2.4. Jas L

Jas je další důležitou veličinou, která je definovaná jako měrná svítivost. Jedná se o vlastnost vizuálního vjemu. Jednotka jasu se udává v  $[\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}]$ . Hodnota jasu není stálá, neboť závisí na okolnostech, které se neustále mění. Jedná se například o pozorovací místo, výšku jedince, směru jeho pohledu a na odrazivosti povrchu. Norma z tohoto důvodu udává požadavky na osvětlenost, nikoli na jas.

Obrázek 7: Definice jasu



Zdroj: (Pich, 1999) [22]

#### 4.2.5. Prostorový úhel

Je veličina, která nalezne své uplatnění při výpočtech ve světelné technice. Představuje část prostoru, který je vymezen kuželovou plochou, jenž na kouli o poloměru  $r$  vytvoří plochu  $A$ . Vrchol kužele se nachází ve středu koule [3]. Velikost prostorového úhlu je dán vztahem:

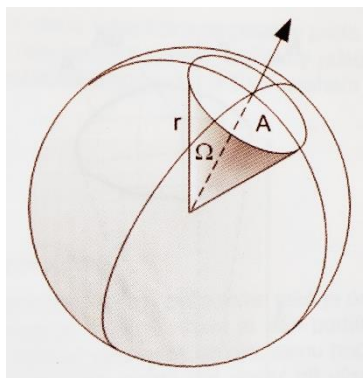
$$\Omega = \frac{A}{r^2}$$

kde:  $\Omega$ : prostorový úhel (sr)

$A$ : plocha vytvořená kuželem představující daný prostorový úhel ( $\text{m}^2$ )

$r$ : poloměr (m)

Obrázek 8: Vymezení prostorového úhlu

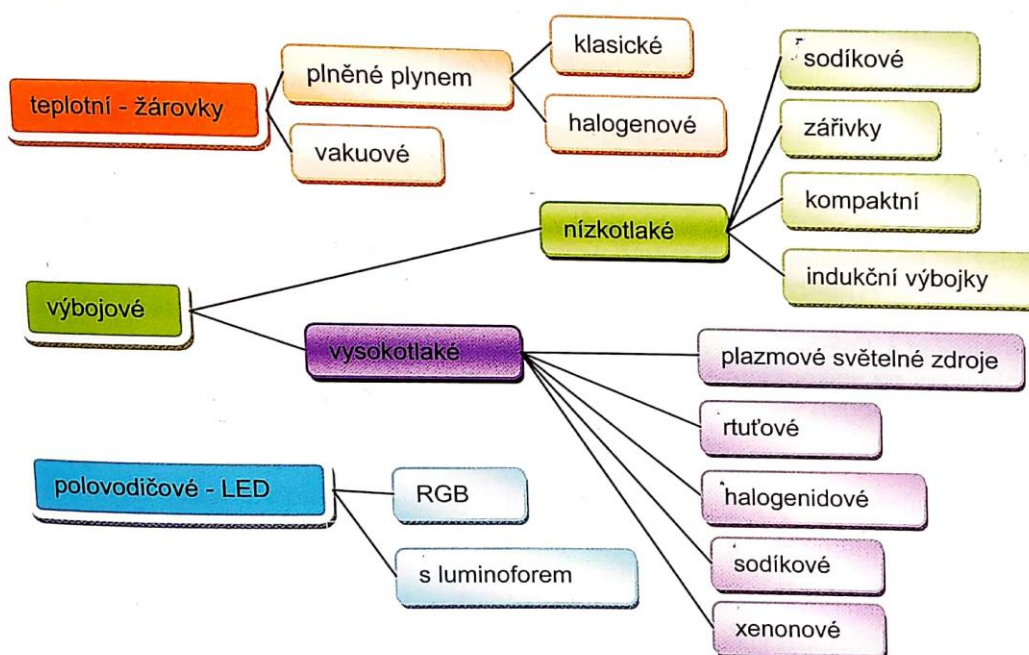


Zdroj: (Sokanský, 2011) [3]

### 4.3. Světelné zdroje

Princip elektrických zdrojů světla spočívá v transformaci elektrické energie na světlo. Během této přeměny vzniká společně se světelnou energií také energie tepelná. Vznik tepelné energie a její množství je dán v závislosti na konkrétním světelném zdroji. Přeměna ve světlo je dána poměrem spotřebované elektrické energie (20 %) a přeměny v teplo (80 %). [7] Kompletní rozdělení světelných zdrojů je vidět na obrázku č. 9.

Obrázek 9: Třídění světelných zdrojů



Zdroj: (Sokanský, 2011) [3]

#### 4.3.1. Vstupní parametry

- Teplota chromatičnosti  $T_c$  [K]
  - Využívá se k popisu barevných světelných vlastností. U žárovek je určena teplotou vlákna. U výbojových světelných zdrojů je označována pojmem náhradní teplota chromatičnosti a udává teplotu černého tělesa, jehož záření má stejnou chromatičnost jako daný barevný předmět.

Tabulka 3: Teplota chromatičnosti a náhradní teplota chromatičnosti různých zdrojů světla

Druh světelného zdroje	Tc(K)
Zářivka studené denní světlo	6500 a více
Zářivka denní světlo	5400
Jasná obloha	6500
Slunce v létě v poledne	5500
Zářivka studená bílá	4000
Slunce při západu	3500 - 4000
Žárovka, žárovka teple bílá	2700
Plamen svíčky	1800

Zdroj: (Sokanský, 2011) [3]

- V závislosti na teplotě chromatičnosti se u světelných zdrojů rozlišují barvy světla do tří základních kategorií:
  - denní > 5 000 K
  - bílá 3 300 – 5 000 K
  - teple bílá < 3 300 K

Obrázek 10: Teplota chromatičnosti



Zdroj: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Color\\_temp2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/17/Color_temp2.png) [20]

- index podání barev Ra [-]
  - Jedná se o hodnotu určující schopnost člověka rozeznat barvy při daném spektru záření daného světelného zdroje. Jednoduše řečeno se jedná o vliv druhu světla na barvu (vzhled, barevný dojem). [3]
  - Udává se hodnotami 0 – 100, kdy:
    - Ra = 0 znamená, že při tomto osvětlení není možné od sebe rozeznat barvy; např. nízkotlaká sodíková výbojka (Ra=0);
    - Ra=100 znamená, že se jedná o světelný zdroj, který umožňuje přirozené podání barev; např. žárovka (Ra=100); [3]

- Měrný výkon  $\eta_P$  [ $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ ]
  - Měrný výkon je dán podílem světelného toku  $\Phi$  a elektrického příkonu  $P$ . Určuje, jaké množství světelného toku je možné dostat z jednoho wattu. Pozor se musí dát na výpočet zdrojů světla s předřadníkem. U zdrojů bez předřadníku (např. klasické žárovky) je udávaný výkon shodný s příkonem světelného zdroje. Zatímco u světelných zdrojů s předřadníkem je nutno definovat měrný příkon. Měrný příkon se rovná měrnému výkonu, který je zvětšený o spotřebovaný výkon předřadníkem. [8] [9]

$$\eta_P = \frac{\Phi}{P}$$

kde:  $\eta_P$ : měrný světelný výkon [ $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ ]

$\Phi$ : světelný tok [ $\text{lm}$ ]

$P$ : elektrický příkon [ $\text{W}$ ]

- Životnost světelného zdroje [ $\text{h}$ ]
  - Udává počet hodin životnosti světelného zdroje v provozu do doby výměny. Přehled životností pro různé druhy zdroje světla je k dispozici v tabulce 4.

Tabulka 4: Přehled měrných výkonů běžně vyráběných světelných zdrojů

Druh světelného zdroje	Průměrná životnost (h)	Užitečná životnost (h)
Obyčejné žárovky	1 000	1 000
Halogenové žárovky	2 000 - 3 000	2 000 - 3 000
Kompaktní zářivky	15 000	6 000 - 15 000
Lineární zářivky	20 000	10 000 - 18 000
Vysokotlaké rtuťové výbojky	16 000 - 24 000	10 000 - 20 000
Vysokotlaké sodíkové výbojky	32 000	20 000
Nizkotlaké sodíkové výbojky	16 000	16 000
Halogenidové výbojky	10 000	4 000
Indukční výbojky	60 000	20 000
Výkonové LED	50 000 - 100 000	25 000 - 50 000
Plazmové světelné zdroje	50 000	50 000
Xenonové výbojky	1 000 - 3 000	1 000 - 3 000

Zdroj: (Sokanský, 2011) [3]

Poznámka:

Průměrná životnost: je dána časem, za který klesne svítivost světelného zdroje na 50% nominální hodnoty;

Užitečná životnost: je dána časem, za který klesne svítivost světelného zdroje pod 80% nominální hodnoty.

Delší provoz světelného zdroje už není ekonomický.

#### 4.3.2. Tepelné zářiče

Do první kategorie světelných zdrojů patří tepelné zářiče. Principem je průchod elektrického proudu, který zahřeje vodivou látku (kov) na tolik, že tato ohřátá látka v důsledku tepelného pohybu vysílá optické záření. Střední životnost těchto zářičů je 1 000 – 5 000 provozních hodin. Tento čas je úměrný rozsahu, jakým světelný zdroj dokáže odvádět tepelnou energii do okolí. Příkladem jsou např. žárovky, halogenové žárovky. [7]

**Klasická žárovka** je součástí takřka v každé domácnosti. Ať už si chce člověk číst, zajít si na toaletu nebo hledá ve sklepě nářadí, využije právě tuto žárovku jako světelný zdroj. Lidé si jí oblíbili pro svou jednoduchou konstrukci, malé rozměry, hmotnost a nízkou pořizovací cenu. Další výhodou je jednoduchá instalace, okamžitý start, stabilní svícení během celé životnosti, nezávislost na vnější teplotě aj. Na druhé straně žárovka disponuje malou životností, malým měrným výkonem a intenzivní zdrojem tepla. Až 95 % dodané elektrické energie se přemění v teplo a pouze 5 % se mění na světelné záření. Přestože jsou žárovky neekonomické, uplatnění našly v místech, kde se svítí krátce. [3]

Obrázek 11: Klasická žárovka

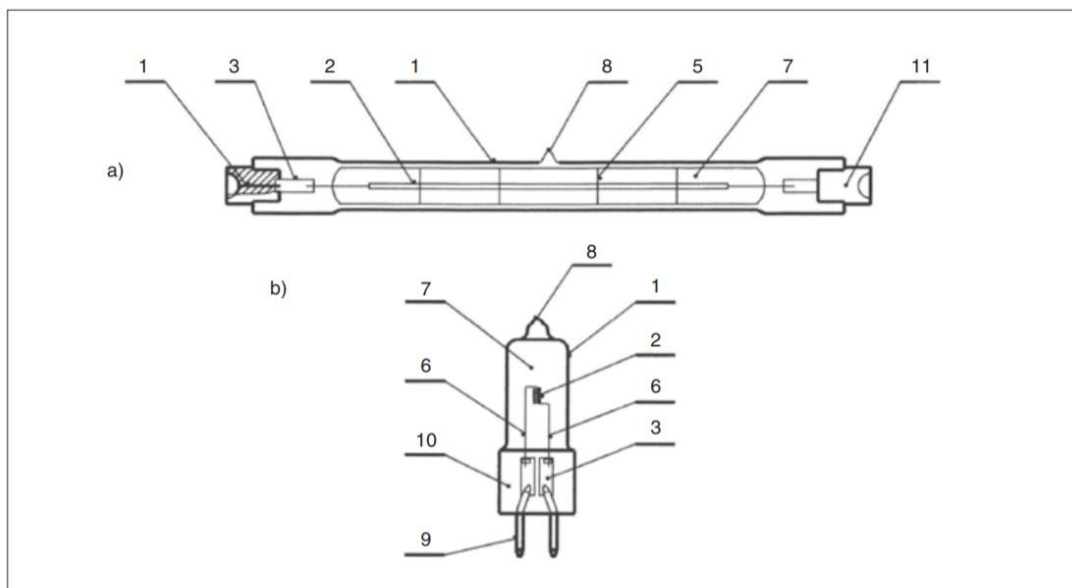


Zdroj: [https://www.e1.cz/produkt/1201656-zarovka-cira-tes-lamp-otresuvzdorna-60w-a55-240v-e27?gclid=CjwKCAjw1KLkBRBZEiwARzyE789FYfEM39fMG\\_--W9qDpZ-y\\_a9AIHyDFGD4NVGBII5ZjbyWHETtRoCJe0QAvD\\_BwE&t=popis](https://www.e1.cz/produkt/1201656-zarovka-cira-tes-lamp-otresuvzdorna-60w-a55-240v-e27?gclid=CjwKCAjw1KLkBRBZEiwARzyE789FYfEM39fMG_--W9qDpZ-y_a9AIHyDFGD4NVGBII5ZjbyWHETtRoCJe0QAvD_BwE&t=popis) [21]

**Halogenová žárovka** pracuje na podobném principu jako klasická žárovka. Na rozdíl od usazeného wolframu uchyceného na vnitřním povrchu baňky, což vede k menší propustnosti světla, byla halogenová žárovka doplněna příměsí halogenových prvků. Úkolem této příměsi je přepálit vlákno v místě, kde hodnota odpařeného wolframu překročila kritickou hodnotu. Výsledkem je čistý povrch baňky. Další změnou byla náhrada měkké skloviny za křemenné nebo tvrdé sklo. Použitím nového skla se zlepšily mechanické vlastnosti (pevnost), zvýšila se teplotní odolnost a zmenšily se rozměry žárovky. Svě uplatnění našly v místech, kde se kladou požadavky na směřování světla. Z tohoto důvodu vzniklo mnoho reflektorů s různými vyzařovacími úhly a ve velmi malém vyhotovení. Oproti žárovkám se halogenové žárovky pyšní vyšším měrným výkonem, příjemně bílým světlem, vyšší teplotou chromatičnosti 2 900 – 3 100 K, velkou odolností vůči teplotním změnám, lepší stabilitou světelného toku a delší životností. Další předností jsou kompaktní rozměry žárovky, které vedou ke konstrukci menších svítidel při vyšší účinnosti a úspory materiálu svítidla. Příkladem jsou světlometry automobilů. Mezi nevýhody patří nízká účinnost (10 %), nízká odolnost proti otřesům, vysoký příkon, vyšší pořizovací cena a použití transformátoru (elektronického, konvenčního) u žárovek s nízkým napětím. [3] [10]

Obrázek 12: Konstrukce halogenové žárovky

a – dvoustisková žárovka, b – jednostisková žárovka; 1 – baňka, 2 – wolframové vlákno, 3 – molybdenová fólie, 4 – molybdenový přívod, 5 – podpěrka, 6 – konečky vlákna, 7 – plynná náplň, 8 – odpalek čerpací trubičky, 9 – kolík, 10 – stisk, 11 – keramická patice



Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37973.pdf> [10]

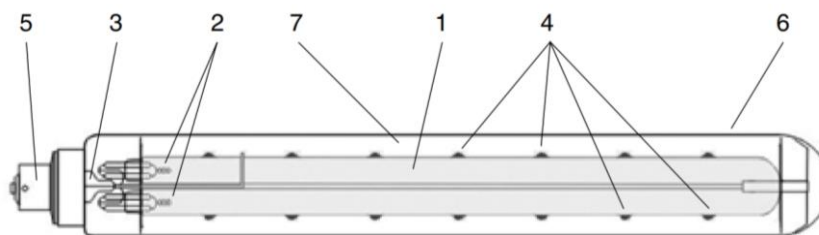
### 4.3.3. Výbojky

Výbojková svítidla nacházejí své uplatnění na sportovištích, v halách a slouží jako ozařovací zařízení. Pro použití do interiéru nenašla svítidla využití. Důvodem je velký měrný výkon.

Vznik primárního výboje u **nízkotlakých sodíkových výbojek** je uskutečněn ve výbojové trubici zhotovené z boritého skla v plynném neonu a argonu. Neonová barva výboje je pomalu přeměněna na monochromatické záření. Dojde k tomu tehdy, když se sodík přetvoří do skupenství plynného, při teplotě stěny trubice okolo 300 °C a tlaku 0,5 Pa. Sodík rezonuje intenzivním zářením s vlnovou délkou 589,0 nm / 589,6 nm. Toto rozhraní hodnot představuje žlutou část spektra. Od samotného vývoje těchto výbojek si konstruktéři lámali hlavu s použitím vhodného materiálu hořáku. Od počátku bylo použito obyčejné sklo. Vlivem působení sodíku a jeho par při vysokých provozních teplotách, docházelo ke zničení tohoto materiálu. Problém byl vyřešen náhradou obyčejného skla za speciálně upravené sklo vápenaté, které bylo zevnitř navíc pokryto vrstvou boritého skla. Současní špičkoví výrobci vyrábějí výbojky s měrným výkonem až 200 lm·W<sup>-1</sup>. Vzhledem ke monochromatickému záření a špatnému podání barev (Ra=0), jsou sodíkové výbojky využívány k osvětlování silnic a dálnic. [3] [11].

Obrázek 13: Konstrukce nízkotlaké sodíkové výbojky

1 – výbojová trubice, 2 – katoda, 3 – nožka, 4 – chladná místa, 5 – patice, 6 – vnější baňka s odraznou vrstvou, 7 – vakuum



Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/40237.pdf> [11]

Výhody:

- životnost až 20 000 provozních hodin
- dobrá viditelnost i v nepříznivém počasí (hustá mlha)
- spolehlivý zápal i při teplotě -20 °C

Nevýhody:

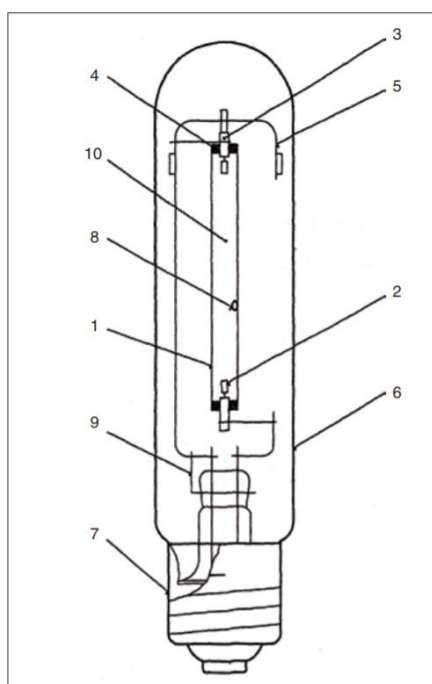
- špatné podání barev
- vyšší zápalné napětí (použití předřadných obvodů)
- nárůst příkonu v průběhu života (až o 40 %)



Světlo u **vysokotlakých sodíkových výbojek** je vyzařováno převážně sodíkovými parami, přičemž provozní parciální tlak dosahuje hodnot 3 až 60 kPa. Elektrický výboj v parách sodíku je znám již od třicátých let 20. století při konstrukci nízkotlakých sodíkových výbojek. O pár let později studie prokázala, že zvyšování tlaku sodíkových par má za následek výrazné rozšíření spektrálního vyzařování, které vede k bohatšímu spektru a dochází ke zvýšení hodnot podání barev osvětlovaných předmětů. S rostoucím tlakem par roste také koncentrace výkonu a narůstá pracovní teplota výbojové trubice. S takto vysokou teplotou se boritá skla využívaná u nízkotlakých sodíkových výbojek stávala nepoužitelná. Nešla použít ani křemenná skla, která nebyla dostatečně odolná proti působení sodíku, ačkoli byla teplotně odolnější nežli skla boritá. Teprve v polovině šedesátých let 20. století byly plně využity vlastnosti vysokotlakých sodíkových výbojek v praxi. Zapříčila se o to americká firma General Electric, která vyvinula zcela nový materiál hořáku, a to průsvitný polykrystalický korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) s obchodním názvem Lucalox. Polykrystalický korund disponoval vynikajícími vlastnostmi ve všech směrech. Ať už se jednalo o vlastnosti mechanické, optické, či fyzikálně-chemické, všude měl navrch. Avšak na nový materiál byla použita i nová technologie vakuově těsněného uzavření hořáku. Konstrukce vysokotlaké sodíkové výbojky je znázorněná na obrázku 14.

Obrázek 14: Konstrukce vysokotlaké sodíkové výbojky

1 – korundová trubička, 2 – elektroda, 3 – niobová průchodka, 4 – pájecí kroužek, 5 – nosný rámeček, 6 – vnější baňka, 7 – patice, 8 – amalgám sodíku, 9 – getr, 10 – plynná náplň



Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39197.pdf> [23]

#### Výhody:

- vysoká životnost (30 000 h)
- malé rozměry
- vysoká účinnost
- nízká spotřeba

#### Nevýhody:

- studený start (výbojka neumožňuje teplý znovu zápal; následující rozsvícení až po jejím vychladnutí)
- delší náběh
- je nezbytné zapalovací zařízení + tlumivka

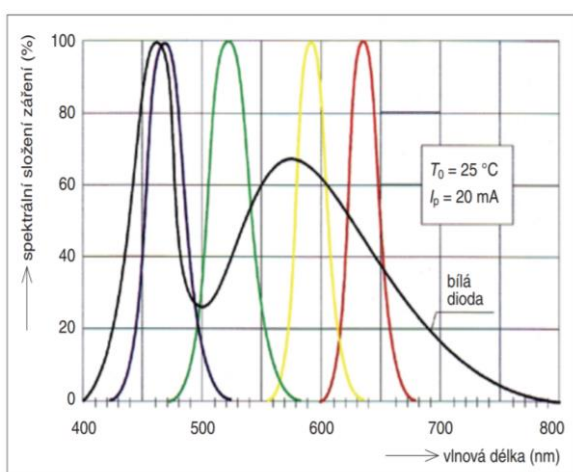
#### 4.3.4. Induktivní výbojky - LED

**Světelná dioda LED** (z anglického Light Emitting Diode) je polovodičová součástka s přechodem PN. První zmínky o principu a funkci diody v praxi sahají do roku 1962. Od šedesátých let minulého století došlo k rozvoji barevného vyzařovacího světla. První diody vyzařovaly červenou barvu, následovaly diody se zelenou, oranžovou a žlutou barvou. Průlomovým mezníkem se stal rok 1989, kdy japonští vědci přišli s technologií výroby modré LED, která hrála zásadní roli v dalším vývoji.

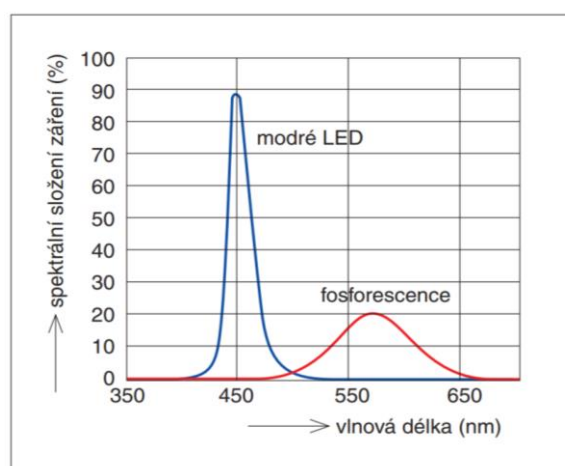
Samotný princip spočívá ve vygenerování světelného záření při průchodu proudem polovodičovým přechodem PN. Materiál typu N je označení pro polovodič s přebytkem elektronů. Druhý zmíněný materiál typu P je polovodič s nedostatkem těchto elektronů, a tedy s přebytkem děr. V místě střetnutí obou polovodičů vzniká přechod PN. Po zániku elektron – díra se uvolní část energie, která se mění na světlo konkrétní barvy.

Ze samotného principu, na kterém je založena funkce světelných diod, nelze dosáhnout bílého světla. Generování bílého světla pomocí LED je možné jen dvěma způsoby. První spočívá v prolínání několika vlnových délek s určitým poměrem výkonu. Výsledkem prolínání dvou vlnových délek je dichromatický zdroj, prolínáním tří vlnových délek je trichromatický zdroj. Příkladem trichromatického zdroje je přímé mísení červeného, zeleného a modrého světla (RGB). Obecně platí, čím větší počet prolínajících se monochromatických LED zářičů, tím vyšší je kvalita výsledného bílého světla. Druhým způsobem je využití převodníku vlnových délek. Principem je konvertorový materiál, který pohlcuje část vyzařovaného světla o kratší vlnové délce (zejména v modré oblasti), a zpětně vyzařuje světlo s delší vlnovou délkou. Látka, která pohlcuje část energie a následně ji vyzařuje ve formě světla se nazývá Luminofor. Ten je buzen světlem z čipu modré LED, který je na bázi india, galia a nitridu (InGaN). [3] [12]

Obrázek 16: Emisní spektrum vybraných barevných LED



Obrázek 15: Emisní spektrum bílé LED (Luminofor buzen světlem modré diody)

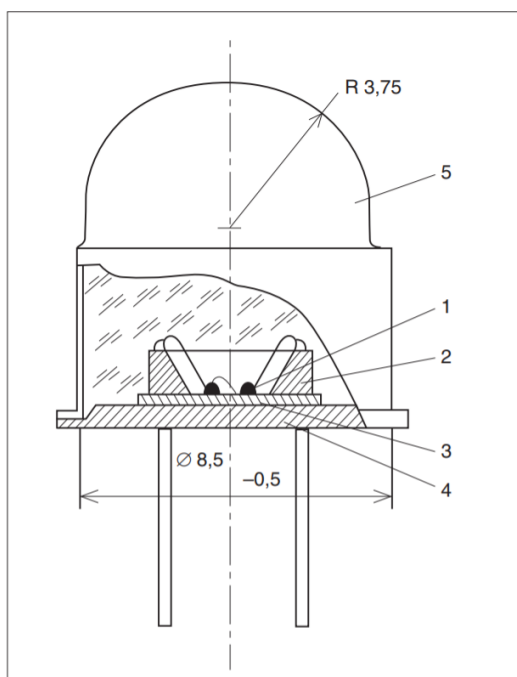


Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf> [12] Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf> [12]

Ve výrobě bílých LED je budoucnost. Už nyní se využívají k osvětlení veřejných budov, prodejen, restaurací nebo k osvětlování exponátů v muzeích. Japonci shledávají v současných technických parametrech LED diod nevyužitý potenciál se spoustou rezerv. Z tohoto důvodu byla problematika a samotný vývoj bílých LED zahrnuta do vládního programu této Zemi. Jednou z rezerv je poměrně malá hodnota měrného výkonu. V současnosti se maximální hodnoty měrného výkonu pohybují kolem 120 lm/W. Japonci se zavázali, že do konce roku 2025 hodnoty měrného výkonu vzrostou na 200 lm/W. [12]

Obrázek 17: Základní konstrukční uspořádání světelné diody se dvěma krystaly

1 – polovodič s přechodem PN, 2 – reflektor, 3 – keramická destička odvádějící teplo, 4 – podložka, 5 – polokulová čočka



Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf> [12]

#### Výhody:

- spolehlivost
- dlouhá životnost (60 000 – 100 000 provozních hodin)
- barevná variabilita
- odolnost vůči vibracím a nárazům
- nízká spotřeba energie

#### Nevýhody:

- vyšší pořizovací cena
- výskyt modrého světla
- funkční pouze na stejnosměrný proud
- životnost závislá na teplotě

## 4.4. Světelné zdroje

### 4.4.1. Konstrukční části svítidel:

Za základ svítidla lze považovat veškeré konstrukční prvky a materiály, které plní své vlastní funkce. Slouží k ochraně před nebezpečným dotykem a vnějšími vlivy, proti vniknutí vody, přívodu elektrické energie nebo k upevnění svítidla. Mezi hlavní části svítidel patří:

- těleso svítidla (korpus, montura) slouží k upevnění na stěnu nebo nosnou konstrukci. K tomuto základu jsou přimontované ostatní díly včetně elektrotechnických částí (objímka světelného zdroje, svorkovnice, příruby, průchodky, tlumivky, zapalovače, vypínače, transformátory, kondenzátory...)
- kryt – průsvitná či průhledná, snadno odmontovatelná část.
  - zlepšuje rozložení světla
  - chrání světelný zdroj
  - nejviditelnější designová součást osvětlení
- světelný zdroj (žárovka, zářivka, LED, výbojka)
- světelné činné části (reflektor, refraktor, čočka, rozptylovač, stínidlo, filtr)

#### 4.4.1.1. Požadavky na konstrukční části svítidel:

- světelná stálost
- teplotní stálost
- mechanická pevnost
- odolnost kovů proti korozi

Světelná stálost je důležitá veličina, která u mnoha materiálu rozhoduje o délce jejich života. Následkem nepřetržitého působení světelného a ultrafialového záření, zvýšení vlhkostí a zesílení teplem, mohou nastat trvalé změny, např. vybělení, žloutnutí, tvoření trhlin nebo praskání. [3]

Teplotní stálost, jedná se o zvláštní význam, kdy provozní teploty na svítidle dosahují až na mez přípustnosti. Pokud je tato mez překročena, nastávají trvalé změny, které mohou zapříčinit, např. zuhelnění a praskání – tvoření trhlin, zkřehnutí nebo deformaci. [3]

Mechanická pevnost je jakousi mírou stability konstrukčních prvků, zejména u křemenných skel a plastů. Působící vnější činitel má za následek změnu mechanické pevnosti, a tím i spolehlivost svítidla. Mezi činitelé, které způsobují změnu mechanické pevnosti, lze zařadit: vlhkost, záření, teplo a chlad. [3]

Odolnost kovů proti korozi je nejčastěji zajištěna povrchovou úpravou, která má vliv na světelně technické vlastnosti materiálu. Dalším důležitým aspektem při použití povrchové úpravy je estetický parametr, tedy vzhled. Pro splnění těchto požadavků se používají následující úpravy: lakování, pochromování, poniklování, pozinkování, kadmiování, leštění a eloxování. U plastů je odolnost proti korozi zaručena, a proto nevyžadují dodatečná opatření. [3]


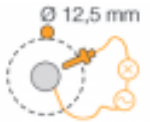




#### 4.4.2. Krytí a použití svítidel

Dvojice písmen IP značí anglickou zkratku slov International Protection (někdy uváděné jako Ingress Protection), vyjadřuje krytí elektrických zařízení a jejich konstrukční zabezpečení proti vniknutí cizích těles, nebezpečnému dotyku a proti vlhkosti. Společně s číslicemi udávají stupeň krytí. Stupeň zabezpečení IP je normalizován podle ČSN EN 60529. [13] [14]

## Příklad popisného schématu: IP 14KL

První číslice je v rozsahu 0 – 6 a vyjadřuje stupeň ochrany před dotykem a před vniknutí cizích předmětů.








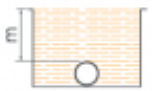
Tabulka 5: Ochrana před cizími předměty

Krytí	Testy	Ochrana před cizími předměty (ochrana před nebezpečným dotykem)
IP0x		žádná ochrana
IP1x		ochrana před vniknutím předmětů o průměru nad 50 mm (před hřbetem ruky nad 50 mm)
IP2x		ochrana před vniknutím předmětů o průměru nad 12 mm (před prstem nad 12 mm a délkou 80 mm)
IP3x		ochrana před vniknutím předmětů o průměru nad 2,5 mm (před nástrojem nad 2,5 mm)
IP4x		ochrana před vniknutím předmětů s průměrem nad 1 mm (před nástrojem, drátem nad 1 mm)
IP5x		částečná ochrana proti vniknutí prachu (před jakoukoliv pomůckou)
IP6x		úplně prachotěsné (před jakoukoliv pomůckou)

Zdroj: <https://www.goled.cz/blog/stupen-kryti-ip> [13]

Druhá číslice disponuje hodnotami 0 – 8 a značí ochranu před vniknutí tekutiny (vody).

Tabulka 6: Ochrana před vniknutí vody

Krytí	Testy	Ochrana před vniknutím vody
IPx0		žádná ochrana
IPx1		odolné vůči svisle dopadajícím kapkám vody
IPx2		odolné vůči svisle dopadajícím kapkám vody při naklonění 15°
IPx3		odolné vůči svisle stříkající vodě při naklonění až 60° v množství 10 l/min. po dobu 5 minut (tzn. ochrana proti pokropení vodou, resp. dešti)
IPx4		odolné vůči stříkající vodě ze všech směrů v množství 10 l/min. po dobu 5 minut
IPx5		odolné vůči tryskající vodě ze všech směrů z trysky 6,3 mm při průtoku 12,5 l/min. po dobu 3 minut ze vzdálenosti 3 m
IPx6		odolné vůči intenzivně tryskající vodě/vlnobití ze všech směrů z trysky 12,5 mm při průtoku 100 l/min. po dobu 3 minut ze vzdálenosti 3 m
IPx7		odolné proti dočasnému ponoření pod vodu s maximální hloubkou do 1 m po dobu maximálně 30 minut
IPx8		vhodné pro trvalé ponoření pod vodu za podmínek, které určí výrobce

Zdroj: <https://www.goled.cz/blog/stupen-kryti-ip> [13]



Za označením IP a charakteristickým dvojčíslicím se může objevit přídatné a doplňkové písmeno, které popisuje způsob zkoušky.

K: přídatné písmeno je nepovinné a udává se hodnotami A, B, C nebo D

L: doplňkové písmeno (též nepovinné) se značí písmeny H, M, S, W

Tabulka 7: Ochrana před dotykem nebezpečných částí I.

Písmeno	Ochrana před dotykem nebezpečných částí
A	Chráněné před dotykem nebezpečných částí hřbetem ruky, zkouší se koulí o průměru 50 mm
B	Chráněné před dotykem nebezpečných částí prstem, zkouší se článkovým zkušebním prstem o průměru 12 mm a délce 80 mm
C	Chráněné před dotykem nebezpečných částí nástrojem, zkouší se sondou o průměru 2,5 mm a délky 100 mm
D	Chráněné před dotykem nebezpečných částí drátem, zkouší se sondou o průměru 1,0 mm a délky 100 mm

Zdroj: <https://e-revize.cz/kryti-ip-kod> [14]

Tabulka 8: Ochrana před dotykem nebezpečných částí II.

Písmeno	Ochrana před dotykem nebezpečných částí
H	Zařízení vysokého napětí
M	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody za pohybu pohyblivých částí
S	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody jsou-li pohyblivé části v klidu
W	Vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek




Zdroj: <https://e-revize.cz/kryti-ip-kod> [14]

#### 4.4.3. Třídy ochrany svítidel:

Při manipulaci s elektrickým spotřebičem hrozí riziko úrazu. Aby rizika byla co nejvíce minimalizovaná, rozlišuje se několik stupňů ochrany. Každý elektrický spotřebič disponuje ochranou před elektrickým proudem. Tuto ochranu lze rozdělit na několik tříd, podle toho, jakým způsobem bude připojen elektrický spotřebič v elektrické instalaci. V souladu ČSN EN 60 598-1 lze rozdělit svítidla do 4 tříd:

- Třída ochrany 0:
  - základní izolací je zajištěna ochrana před úrazem elektrickým proudem
  - používání spotřebičů s touto ochranou je v České republice zakázáno, z tohoto důvodu není viděna mezi ostatními třídami ochrany v tabulce 9.

Tabulka 9: Třídy ochrany svítidel

Třída ochrany I	Označení místa připojení ochranného vodiče ke svorce  , používá se u všech kovových svítidel na nízké napětí
Třída ochrany II	Označení  , ochrana dvojitou nebo zesílenou izolací. Používá se nejen u celoplastových svítidel.
Třída ochrany III	Označení  . Připojení pouze k SELV nebo PELV zdrojům, typicky halogenové žárovky na napětí 12V nebo LED.

Zdroj: (Sokanský, 2011) [3]

#### 4.4.4. Druhy svítidel:

- vnitřní, mezi které patří svítidla bytová, kancelářská, průmyslová, divadelní, nemocniční, osvětlení sportovišť, tělocvičen, ale také pro pracovní stroje, aj.
- venkovní, do této skupiny patří např. osvětlení komunikace, sportovišť, architektonická svítidla, parková aj. Použití vhodného svítidla pro daná prostředí nalezneme v normě. Avšak dostačující osvětlení prostředí (s ohledem na bezpečnost, třídu ochrany, činitele vnějších vlivů – teplotě, tlaku aj.) nemusí být jediným parametrem. Dalším znakem může být vytvoření světelného efektu, který se zaměřuje na zviditelnění onoho díla nebo poukazuje na propracované detaily, vzniklé těmi nejšikovnějšími rukami, např. u řezbářské práce (sochy, pomníky, monumenty).

- speciální, mezi které se zařazují důlní svítidla, automobilové osvětlení, ruční svítilny aj. Důlní svítidla jsou specifická svítidla, která jsou schválena pro použití v prostorech s nebezpečím výbuchu. Konstrukci tvoří speciální plastická hmota, která splňuje nároky i pro provoz v nejtěžších uhelných dolech. Zdrojem energie je NiMh akumulátor a zdrojem světla jsou LED, které zajišťují osvětlení po dobu minimálně 14 hodin a barva světla se blíží k barvě toho denního.

#### 4.5. Typy měření umělého osvětlení (výpočtové metody)

##### 4.5.1. Metoda poměrného příkonu

Tato metoda nalezne uplatnění pouze pro předběžný návrh osvětlovací soustavy pomocí tabulek poměrných příkonů (viz tabulka 10). Tato tabulka odkrývá hodnoty poměrných příkonů [ $W \cdot m^{-2}$ ], které jsou nezbytné pro určení konkrétní osvětlenosti  $E$  (zpravidla 100 lx) na jednotkové osvětlované ploše pro daný typ osvětlení. Zjištěný celkový příkon ze všech světelných zdrojů se určí na základě poměrného příkonu, požadované osvětlenosti pro konkrétní zrakový úhel a dané pracovní plochy, pro kterou je zrakový úkol určen.

Tabulka 10: Hodnoty poměrných příkonů [ $W \cdot m^{-2}$ ] pro  $E = 100$  lx

osvětlení	žárovkové			zářivkové		
	stěny			stěny		
	světlé	tmavé	tmavé	světlé	tmavé	tmavé
	strop			strop		
	světlé	tmavé	tmavé	světlé	tmavé	tmavé
přímé	14	16	18	4	5	6
převážně přímé	18	22	25	5	6	7
smíšené	22	27	34	6	7	9
převážně nepřímé	25	34	44	6,5	9	10
nepřímé	29	42	57	7	10	15

Zdroj: [http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env\\_fyzika/EF\\_09.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_09.pdf) [24]

\*Pozn. – hodnoty platí pro žárovku 100 W a výše

Požadovaný výkon se vypočítá se vzorce [15]:

$$P = p \times S \times \frac{E}{100}$$

kde: P ... požadovaný příkon osvětlovací soustavy [W]

p ... poměrný příkon podle tabulky [ $W \cdot m^{-2}$ ]

S ... plocha místnosti [ $m^2$ ]

E ... osvětlenost [lx]

#### 4.5.2. Metoda toková

V praxi se jedná o nejpoužívanější metodu předběžného návrhu osvětlení. U této metody zjišťujeme světelný tok zdrojů nezbytný pro vyšetření požadované osvětlenosti.

Potřebný počet svítidel lze vyjádřit ze vztahu:

$$n_s = \frac{E_m \times S}{\eta_{os} \times z} \times \frac{1}{\phi_s}$$

kde:  $n_s$ ... počet svítidel osvětlovací soustavy [ks]

$E_m$ ... udržovaná osvětlenost prostoru [lx]

S ... plocha prostoru [ $m^2$ ]

$\eta_{os}$  ... činitel využití osvětlovací metody [%]; hodnota uvedena v katalogových listech výrobců svítidel v závislosti na činiteli místnosti a odraznosti povrchů místnosti

z ... udržovací činitel (0,1 ÷ 1,0)

$\phi_s$  ... světelný tok všech zdrojů jednoho svítidla [lm]

Světelný tok  $\phi_s$  jednotlivých zdrojů je uveden v následující tabulce č. 11:

Tabulka 11: Světelný tok  $\phi_s$  jednotlivých zdrojů

světelný zdroj	výkon [W]	světelný tok [lm]	světelný zdroj	výkon [W]	světelný tok [lm]
žárovka	60	730	výbojka rtuťová	80	3800
	100	1380		125	6300
	200	3000		250	12000
halogenová žárovka	60	780		400	22000
	75	1000	výbojka halogenidová	400	30000
	100	1350		1000	90000
	150	2400		2000	200000
250	4000	3500		370000	
zářivka liniová	18	1350	výbojka sodíková	50	3600
	36	3350		70	5800
	58	5200		150	14000
zářivka kompaktní	7	400		250	25000
	11	600		400	47000
	15	900			
	20	1200			
	23	1600			

Zdroj: [http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env\\_fyzika/EF\\_09.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_09.pdf) [15]

#### 4.5.3. Metoda bodová

Bodová metoda není vhodná pro měření vnitřního osvětlení. Důvodem je nebrání v potaz odrazu světla od stěn aj. Metodu lze využít při výpočtech jen v místnostech, kde povrch stěn, stropu a zdi má nulovou (zanedbatelnou) odrazivost.

Ve většině případů se tato metoda využívá při návrhu venkovního umělého osvětlení.

## 5. Vlastní měření

### 5.1. Dialux

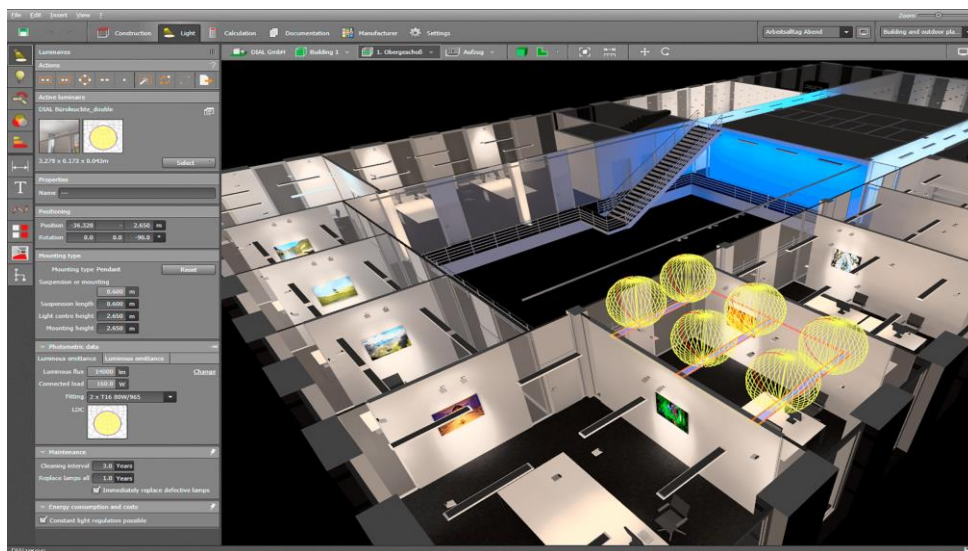
Jeden z nejpropracovanějších, volně dostupných softwaru ke stažení na internetu, nabízí německá společnost DIAL. Tento program vykazuje to nejlepší v oblasti plánování, výpočtu a vizualizace světla. Dialux není omezen samotným návrhem a výpočtem pouze v obytných prostorech (příp. kanceláři), ale umožňuje navržení svítidel pro venkovní osvětlení ulic, sportovišť a jiné. Při světelně-technických výpočtech se odkazuje na evropské normy pro osvětlování (např. ČSN 360011-1, ČSN EN 13201-2, a další).

Software je dostupný ke stažení v mnoha jazycích, včetně češtiny. Správná volba jazyka mnohdy pomůže se v programu lépe zorientovat, a tak zefektivnit práci hned po samotné instalaci.

Součástí programu je online databáze svítidel z celého světa, která umožní uživateli široké rozhraní výběru, a také mu pomůže při práci s nasbíranými daty zvoleného svítidla.

Dialux kromě výpočtu denního a umělého osvětlení umožňuje vkládání nábytku, dveří, oken.

Obrázek 18: Ilustrační obrázek programu Dialux



Zdroj: <https://www.dial.de/en/dialux/support/> [25]

#### 5.1.1. Postup návrhu

Do programu Dialux je nejprve nutné vložit projekt místnosti, ve kterém bude samotný návrh proveden. Již zmíněná místnost byla nakreslena v programu Autocad od společnosti Autodesk, Inc. Samozřejmě lze použít jakýkoli jiný program, v jakém je uživatel zvyklý pracovat (Archicad, Sketch Up, vč. samotného Dialuxu).

#### 5.1.2. Výběr svítidla

Volbu výrobce a druhu svítidla umožní elektronická databáze zakomponována v programu. V mém případě jsem si knihovnu rozšířil o českého výrobce svítidel Vyrtých a. s. Typ svítidla jsem zvolil GRIFON-280-BAP. Zdrojem svítidla byla zářivka. [16]

#### 5.1.3. Výběr třídy hodnocení osvětlení

Třída osvětlení zvolena podle normy ČSN EN 12464-1.

#### 5.1.4. Zadání ostatních parametrů

Dalším krokem je zadání parametrů: název projektu, rozměry místnosti, odrazivost stěn v místnosti, umístění dveří a oken, výška stropu, výška světelného bodu, vzdálenost mezi svítidly aj.

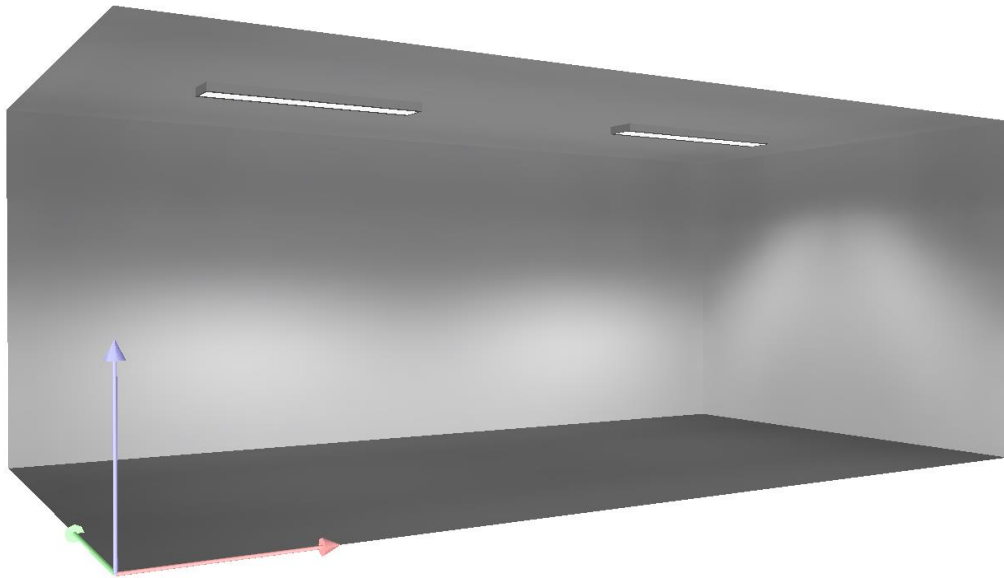
#### 5.1.5. Výpočet

Po zadání všech těchto parametrů do softwaru se spustí simulační výpočet, podle kterého bude znám počet svítidel v místnosti. Samotný výpočet bere v potaz zásady platné podle normy ČSN EN 12464-1, a to splnění požadavku na minimální osvětlenost v prostoru a hodnotu rušivého oslnění UGR.

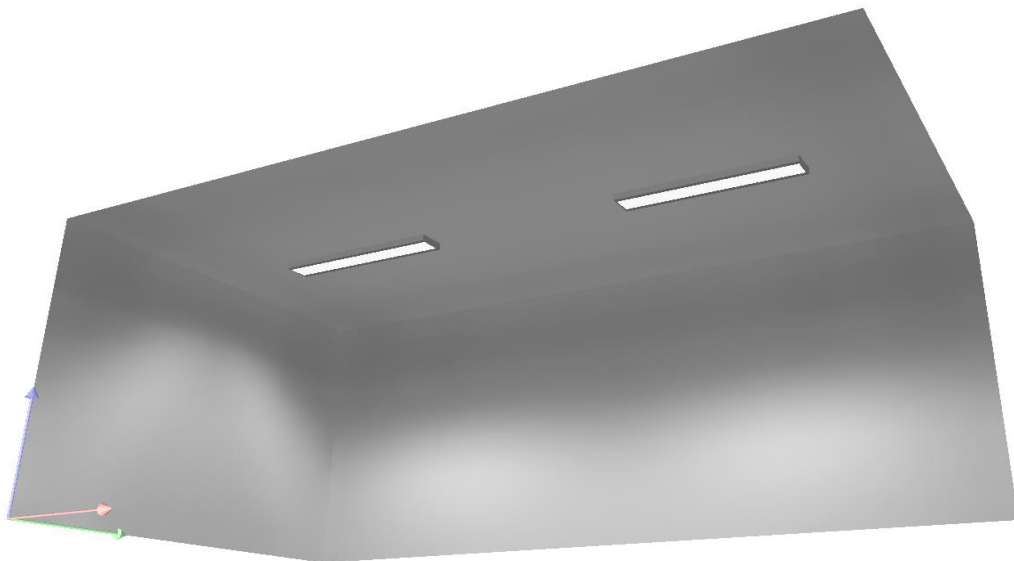
#### 5.1.6. Výstupní hodnoty

Výstupní hodnoty jsou vytištěné do formátu pdf., a jsou uvedeny v příloze.

Obrázek 19: Kancelář 500 lx / Ztvárnění 3D



Obrázek 20: Spodní pohled na 3D model



Tabulka 12: Srovnání hodnot dané normou s výstupními hodnotami programu Dialux

veličina	hodnota předepsaná normou	vypočtena hodnota	vyhovuje
$E_p$ [lx]	500 [lx]	614 [lx]	Ano
UGR	19	20	Ano
Ra	80	82	Ano



## 5.2. Zpracování informací – měření podle ČSN 360011-1

- **Místo měření:** Rodinný dům, Slatinická 3223, Most
- **Datum a čas měření:** 10. 3. 2019; 21:30 – 23:00
- **Účel měření:** Vyhodnocení reálných naměřených hodnot s hodnotami navrženými výpočtním programem Dialux
- **Měřicí přístroj:** Luxmetr – EXTECH Instruments model 407026, vyr. č. Q422305
- **Způsob měření:** Na začátku měření je důležitý výběr kontrolních bodů. Kontrolní body jsou rozmístěny v pravidelné pravoúhlé síti po celé rovině – v celém prostoru. Tyto body jsou umístěny ve vodorovné rovině 1 m od vnitřních povrchů stěn. Ostatní body se rozmístí ve zbylém prostoru tak, aby se nacházely ve středu „čtvercové“ plochy, avšak vzdáleny od sebe v rozmezí 500 mm – 2 000 mm. V tomto konkrétním projektu mají „čtvercové“ plochy rozměry 770 x 775 mm. Měřicí výška vodorovné roviny činí 850 mm nad podlahou. Měření probíhá v nočních hodinách. Pro vyloučení přístupu rušivého elementu - světla z lamp, odrazu světla projíždějících aut atd., jsou navíc zataženy venkovní rolety. Měření začne po ustálení parametrů svítidel, tedy po 30 minutách. Svítidla jsou dostatečně zahořena. Doba svícení činí minimálně 100 provozních hodin. Pro věrohodná data se měření jednotlivých kontrolních bodu opakovala celkem třikrát. [17]
- **Prostor:** Garážová místnost v rodinném domě
  - rozměry: 6 600 x 3 550 mm
  - strop: sádkartonové desky zavěšené na příhradových vaznicích
  - stěny: broušený cihelný blok pro tl. stěny 44 cm na maltu pro tenké spáry (Porotherm 44 Profi); opatřen stříkanou sádrovou omítkou
  - podlaha: litý beton opatřen izolací; instalované podlahové vytápění zalité v anhydritu, na kterém je položena rektifikovaná keramická dlažba ve formátu 600 x 600 mm.
  - okna: plastové okno s izolačním trojsklem o rozměru 1955 x 1304 mm (výška parapetu 997 mm); z vnější strany místnosti jsou nainstalovány venkovní rolety
  - vnitřní vybavení: kancelářský nábytek (skříně, stoly, kancelářské židle, jednací židle), počítače aj.

## Naměřené hodnoty a výpočty:

- počet měřících bodů: 21
- naměřená max. hodnota osvětlení E: 908 [lx]
- naměřená min. hodnota osvětlení E: 423 [lx]
- naměřená průměr. hodnota osvětlení E: 739 [lx]
- udržovací činitel: 0,8
- odrazivosti povrchů
  - strop: 0,7
  - stěny: 0,5
  - podlaha: 0,2

Tabulka 13: Naměřené hodnoty pomocí luxmetru

Měřící bod	Měření č. 1 [lx]	Měření č. 2 [lx]	Měření č. 3 [lx]	Střední hodnota [lx]
1	803	782	792	792
2	889	902	907	899
3	822	806	827	818
4	797	805	809	804
5	875	883	877	878
6	762	780	763	768
7	486	481	493	487
8	721	720	734	725
9	834	849	848	844
10	705	721	709	712
11	665	673	678	672
12	774	766	781	774
13	688	711	703	701
14	432	420	416	423
15	784	763	778	775
16	891	920	912	908
17	839	835	819	831
18	728	725	718	724
19	769	772	770	770
20	753	761	746	753
21	486	471	452	470

## 6. Výsledky a diskuze

Měřený objekt je dle ČSN EN 12464-1 kategorizován mezi administrativní prostory (kanceláře). Musí splňovat normalizované hodnoty, které pro druh prostoru (úkol), jako je psaní, psaní na stroji, čtení, zpracování dat, značí průměrnou osvětlenost 500 lx. [18]

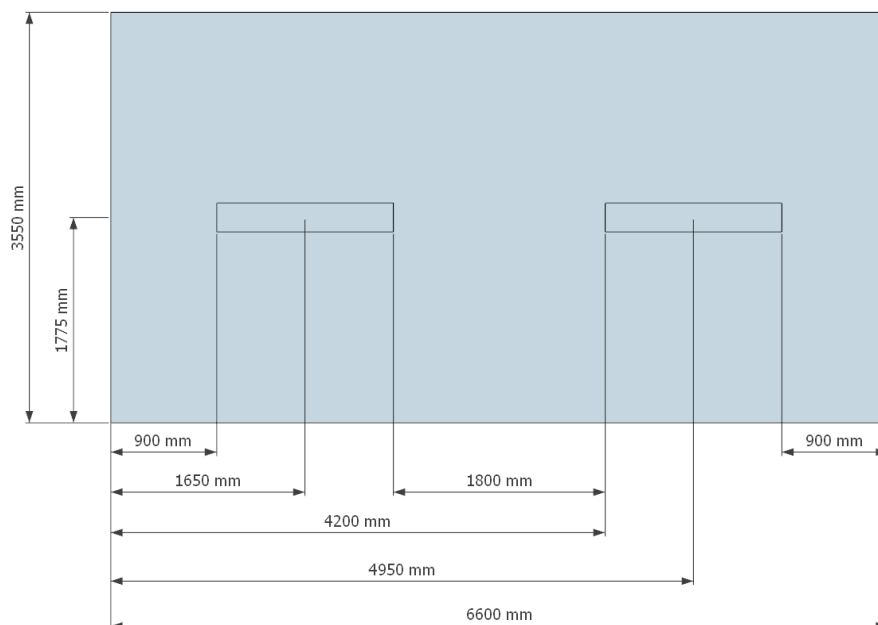
V tabulce č. 14 je patrné, že tato podmínka byla splněna.

*Tabulka 14: Srovnání hodnot naměřených v praxi a modelových hodnot programu Dialux*

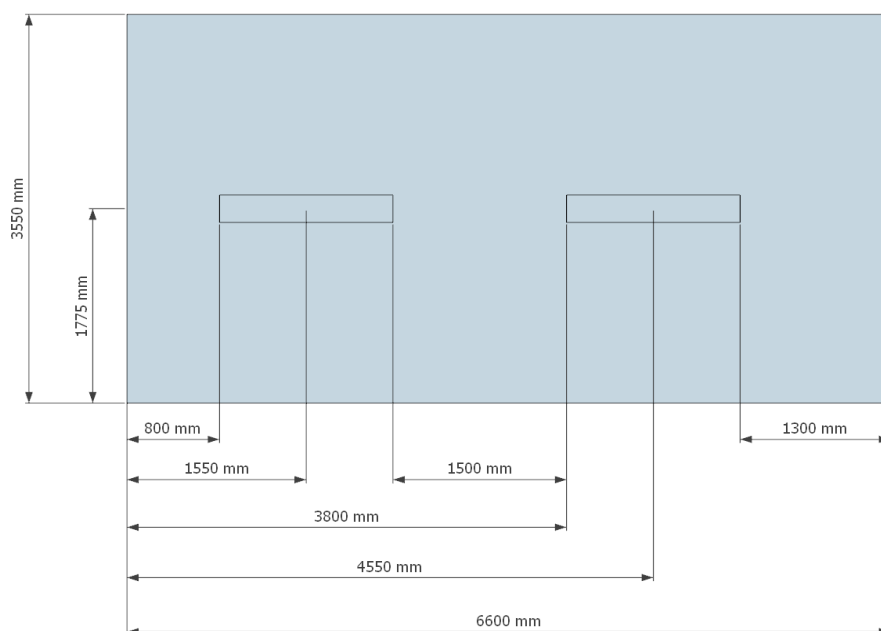
	Naměřené hodnoty v praxi	Modelové hodnoty
<b>E<sub>min</sub> [lx]</b>	423	357
<b>E<sub>max</sub> [lx]</b>	908	793
<b>E<sub>p</sub> [lx]</b>	739	614

Avšak z tabulky je zřejmé, že jednotlivé hodnoty se od sebe liší. Je to zapříčiněno faktem, že majitel firmy, pro kterého byl návrh vhodného umělého osvětlení navržen, se tímto návrhem inspiroval jen do jisté míry. Při samotné montáži zářivkového svítidla ke stropu byl majitel nucen posunout samotné ukotvení svítidla. Posunutí zářivky na jiné místo, než tomu bylo na navrženém výkresu byl fakt, že kabel vedoucí ze stropu byl příliš krátký. O jakou vzdálenost byla svítidla posunuta je znázorněno na obrázcích 21 a 22.

Obrázek 21: Uspořádání svítidel podle návrhu



Obrázek 22: Uspořádání svítidel v realitě



Vliv na rozdílné hodnoty (kromě posunutí svítidel) mohly nastat odlišnou odrazností stěn. Při samotném návrhu byl vložen parametr pro odraznost bílé stěny. Majitel si ovšem kancelářskou místnost nechal vymalovat na zeleno. Při samotném měření luxmetrem v kanceláři byl již umístěn nábytek, monitory, televize a další příslušenství, které způsobilo jiný stupeň odrazu, než který byl nastaven při návrhu vhodného umělého osvětlení pro prázdnou místnost bez nábytku.

## 7. Závěr

Na základě požadavku majitele firmy na návrh umělého osvětlení pro nově vzniklou kancelář byl vypracován návrh s rozmístěním a výpočtem osvětlení. Investor při rekonstrukci kanceláře původně uvažoval s umístěním tří samostatných přisazených světelných těles. Světelná tělesa by byla ovládána dvěma samostatnými světelnými okruhy. Investor měl obavy, vzhledem k povaze (charakteru) práce, aby osvětlení v místnosti bylo komfortní, rovnoměrné a zároveň poskytovalo dostatečný světelný komfort, protože při navrhování interiérů se pracuje hodně s různými barevnými vzorkovnicemi materiálů (barvy stěn, potahových látek na sedacím nábytku, materiálů dřevin apod.)

Při návrhu a výpočtu osvětlení připadaly v úvahu dvě varianty umístění osvětlení. Jedna varianta, která splňovala představy investora, tj. tři přisazená svítidla umístěná napříč místností. Druhá varianta se dvěma přisazenými svítidly, která by byla umístěna podélně za sebou. Byla vybrána světelná tělesa Grifon, která svými parametry odpovídají předepsaným hygienickým normám. Obě varianty jsem vzájemně porovnal a dospěl jsem k závěru, že z hlediska technického se na základě vypočtených hodnot jedná o téměř totožné varianty.

Investorovi jsem navrhl obě řešení s tím, že obě jsou možná a obě varianty splňují jeho představy a požadavky. Pro rozhodování investora hrál důležitou roli také design svítidla. Také po předchozí zkušenosti se investor rozhodl pro osvětlovací tělesa z kolekce výrobce osvětlovací techniky Vyrtych s. r. o.

Investor se nakonec rozhodl pro druhou variantu se dvěma samostatně ovládanými světelnými okruhy. Nyní následovalo rozhodnutí o volbě typu osvětlení, tj. zářivková tělesa nebo LED. Přestože LED osvětlení je z hlediska ekonomického úspornější, rozhodl se investor spíše pocitově pro osvětlení zářivkové s teplotou chromatičnosti 3000 K od výrobce PHILIPS. Osvětlovací tělesa Grifon mají standardně elektronický předřadník.

## 8. Citovaná literatura

- [1] KORELUSOVÁ, Zuzana. *Návrh vhodného řešení umělého osvětlení*. Praha, 2018. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita. Vedoucí práce Prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.
- [2] DOLEŽALOVÁ, Kateřina. *Středověké keramické lampy v Jihlavě a na Starých Horách u Jihlavy* [online]. 2012 [cit. 2019-03-25]. ISSN 1801-5972. Dostupné z: [http://actararumnaturalium.cz/wp-content/uploads/2017/07/archiv\\_2012-12\\_\\_19.pdf](http://actararumnaturalium.cz/wp-content/uploads/2017/07/archiv_2012-12__19.pdf)
- [3] SOKANSKÝ, Karel a KOL. : *Světelná technika*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [4] *Extech: Light meter* [online]. b.r. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <http://www.extech.com/display/?id=14211>
- [5] *Extech: User Guide* [online]. b.r. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: [http://www.extech.com/resources/407026\\_UM.pdf](http://www.extech.com/resources/407026_UM.pdf)
- [6] *JReichl: Svítivost* [online]. b.r. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/535-fotometricke-veliciny>
- [7] DANIELS, Klaus. *Technika budov: příručka pro architekty a projektanty*. Bratislava: Jaga group, 2003. ISBN 80-88905-63-X.
- [8] SOKANSKÝ, K. a KOL. : *Racionalizace v osvětlování venkovních prostor*. ČSO RS Ostrava. 2005.
- [9] HABEL, J. a KOL. : *Světelná technika v osvětlování*. Praha: FCC Public, 1995. ISBN 800-901985-0-3.
- [10] DVOŘÁČEK, Vladimír. Světelné zdroje: halogenové žárovky. *Světlo* [online]. Panenské Březany: S Lamp s. r. o., b.r. [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37973.pdf>
- [11] DVOŘÁČEK, Vladimír. Světelné zdroje: nízkotlaké sodíkové výbojky. *Světlo* [online]. Panenské Březany: S Lamp s. r. o., 2009 [cit. 2019-03-17]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/40237.pdf>
- [12] DVOŘÁČEK, Vladimír. Světelné zdroje: světelné diody. *Světlo* [online]. Panenské Březany: S Lamp s. r. o., 2009 [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf>

- [13] *Goled: stupeň krytí IP* [online]. b.r. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z:  
<https://www.goled.cz/blog/stupen-kryti-ip/>
- [14] *E-revize: Krytí IP* [online]. b.r. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z: <https://e-revize.cz/kryti-ip-kod>
- [15] *Fei1.vsb: metody výpočtu umělého osvětlení* [online]. b.r. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z:  
[http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/FAST/vypocet\\_osvytleni-tabulky.pdf](http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/FAST/vypocet_osvytleni-tabulky.pdf)
- [16] *Vyrtych a. s.* [online]. b.r. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.vyrtych.cz/cs-cz/produkty/Produkt.aspx?cislo=139>
- [17] ČSN 360011-1 (360011). *Měření osvětlení vnitřních prostorů. Část 1: Základní ustanovení.* b.r.
- [18] ČSN EN 12464-1 (360450). *Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory.* b.r.
- [19] *Mega-blog: spektrum viditelného světla* [online]. b.r. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z:  
<https://www.mega-blog.cz/lasery/zelene-a-uv-lasery/>
- [20] Wikimedia: Picture: chromaticism of temperature. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2019-03-09].
- [21] *E1: Žárovka* [online]. b.r. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z:  
[https://www.e1.cz/produkt/1201656-zarovka-cira-tes-lamp-otresuvzdorna-60w-a55-240v-e27?gclid=CjwKCAjw1KLkBRBZEiwARzyE789FYfEM39fMG\\_--W9qDpZ-y\\_a9AIHyeDFGD4NVGBII5ZjbyWHETtRoCJe0QAvD\\_BwE&t=popis](https://www.e1.cz/produkt/1201656-zarovka-cira-tes-lamp-otresuvzdorna-60w-a55-240v-e27?gclid=CjwKCAjw1KLkBRBZEiwARzyE789FYfEM39fMG_--W9qDpZ-y_a9AIHyeDFGD4NVGBII5ZjbyWHETtRoCJe0QAvD_BwE&t=popis)
- [22] PLCH, Jiří. *Světelná technika v praxi.* Praha: IN-EL, 1999. Knižnice Elektro. ISBN 80-862-3009-0.
- [23] DVOŘÁČEK, Vladimír. Světelné zdroje: Vysokotlaké sodíkové výbojky. *Světlo* [online]. Panenské Březany: S Lamp s. r. o., 2009 [cit. 2019-03-17]. Dostupné z:  
<http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39197.pdf>
- [24] *UFMI: Metoda poměrných příkonů* [online]. b.r. [cit. 2019-03-19]. Dostupné z:  
[http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env\\_fyzika/EF\\_09.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_09.pdf)
- [25] *DIAL: Support* [online]. b.r. [cit. 2019-03-20]. Dostupné z:  
<https://www.dial.de/en/dialux/support/>

## 9. Seznam obrázků

Obrázek 1: Simulační pohled na novostavbu rodinného domu .....	11
Obrázek 2: Luxmetr Extech model 407026 .....	12
Obrázek 3: Popis měřicího přístroje Extech model 407026 .....	13
Obrázek 4: Spektrum viditelného světla pro lidský zrak .....	15
Obrázek 5: Schéma svítivosti .....	16
Obrázek 6: Osvětlenost .....	17
Obrázek 7: Definice jasu .....	18
Obrázek 8: Vymezení prostorového úhlu .....	18
Obrázek 9: Třídění světelných zdrojů .....	19
Obrázek 10: Teplota chromatičnosti .....	20
Obrázek 11: Klasická žárovka .....	22
Obrázek 12: Konstrukce halogenové žárovky .....	23
Obrázek 13: Konstrukce nízkotlaké sodíkové výbojky .....	24
Obrázek 14: Konstrukce vysokotlaké sodíkové výbojky .....	25
Obrázek 15: Emisní spektrum bílé LED (Luminofor buzený světlem modré diody) .....	27
Obrázek 16: Emisní spektrum vybraných barevných LED .....	27
Obrázek 17: Základní konstrukční uspořádání světelné diody se dvěma krystaly .....	28
Obrázek 18: Ilustrační obrázek programu Dialux .....	38
Obrázek 19: Kancelář 500 lx / Ztvárnění 3D .....	40
Obrázek 20: Spodní pohled na 3D model .....	40
Obrázek 21: Uspořádání svítidel podle návrhu .....	44
Obrázek 22: Uspořádání svítidel v realitě .....	44




## 10. Seznam tabulek

Tabulka 1: Technické parametry Luxmetru .....	13
Tabulka 2: Měřicí rozsahy Luxmetru .....	14
Tabulka 3: Teplota chromatičnosti a náhradní teplota chromatičnosti různých zdrojů světla.....	20
Tabulka 4: Přehled měrných výkonů běžně vyráběných světelných zdrojů .....	21
Tabulka 5: Ochrana před cizími předměty .....	31
Tabulka 6: Ochrana před vniknutí vody .....	32
Tabulka 7: Ochrana před dotykem nebezpečných částí I.....	33
Tabulka 8: Ochrana před dotykem nebezpečných částí II.....	33
Tabulka 9: Třídy ochrany svítidel.....	34
Tabulka 10: Hodnoty poměrných příkonů [W·m-2] pro E= 100 lx .....	35
Tabulka 11: Světelný tok $\phi_s$ jednotlivých zdrojů .....	37
Tabulka 12: Srovnání hodnot dané normou s výstupními hodnotami programu Dialux.....	40
Tabulka 13: Naměřené hodnoty pomocí luxmetru .....	42
Tabulka 14: Srovnání hodnot naměřených v praxi a modelových hodnot programu Dialux .....	43











# 11. Přílohy

## 11.1. Katalogový list svítidla Grifon



### GRIFON, GRIFON-D/I

**IP 20**

**Popis:** Nízké interiérové zářivkové svítidlo GRIFON je vhodné k osvětlení kanceláří, škol a komerčních prostor. Provedení GRIFON-D/I s nepřímou složkou vyzařování je vhodné pro osvětlení zasedacích místností, kanceláří, obchodů (poměr vyzařování 70:30).

**Předřadník:** EP – elektronický 220-240 V/ 50-60 Hz AC, 176-280 V DC (min. zápalné napětí výboje zářivky ≥ 198 V DC)

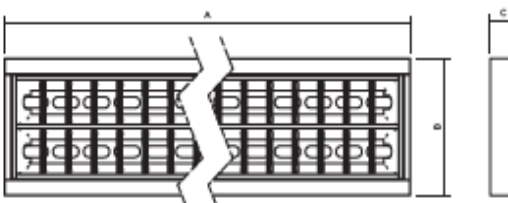
**Těleso:** Lakovaný ocelový plech RAL 9003

**Mřížka:** DL – parabolická mřížka z matného hliníkového plechu  
 BAP – parabolická mřížka z vysoce leštěného plechu  
 MIRO – parabolická mřížka vyrobená z vysoce leštěného hliníkového plechu MIRO SILVER\*

**Uchytení:** Přímé upevnění na strop osvětlovaného prostoru nebo zavěšení pomocí lankových nebo trubkových závěsů. Provedení D/I montáž pouze pomocí závěsů.

**Připojení:** Bezšroubová třípólová svorkovnice, max. průřez vodičů 2,5 mm<sup>2</sup>, svítidlo je připraveno pro smyčkování (možnost připojení dvou kabelů)

**Na objednání:** Em – dočasné nouzové osvětlení (1h, 3h)  
 MULTI – trvalé nouzové osvětlení (1h, 3h)  
 DIM – stmívatelný elektronický předřadník (DSL, DALI)  
 RAL – další barevné provedení  
 NANO – svítidla lze ochránit speciální nanovrstvou (hydrofobní, oleofobní či antibakteriální ochrana)


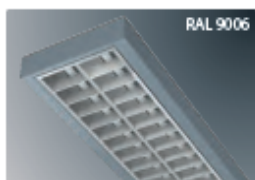


Code	Model	Power	Dimensions
057326	GRIFON-134-BAP-EP	1x34W	600 x 160 x 60
057327	GRIFON-134-BAP-EP	1x24W	600 x 160 x 60
057328	GRIFON-234-BAP-EP	2x34W	600 x 250 x 60
057329	GRIFON-234-BAP-EP	2x24W	600 x 250 x 60
057330	GRIFON-121-BAP-EP	1x21W	900 x 160 x 60
057331	GRIFON-139-BAP-EP	1x39W	900 x 160 x 60
057332	GRIFON-221-BAP-EP	2x21W	900 x 250 x 60
057333	GRIFON-239-BAP-EP	2x39W	900 x 250 x 60
057408	GRIFON-128-BAP-EP	1x28W	1200 x 360 x 60
057409	GRIFON-154-BAP-EP	1x54W	1200 x 360 x 60
057410	GRIFON-228-BAP-EP	2x28W	1200 x 250 x 60
057411	GRIFON-254-BAP-EP	2x54W	1200 x 250 x 60
057412	GRIFON-135-BAP-EP	1x35W	1500 x 360 x 60
057413	GRIFON-149-BAP-EP	1x49W	1500 x 360 x 60
057414	GRIFON-249-BAP-EP	2x49W	1500 x 250 x 60
057415	GRIFON-260-BAP-EP	2x60W	1500 x 250 x 60

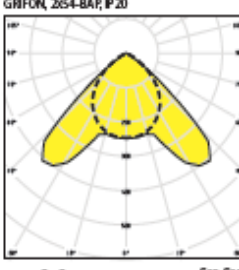
Code	Model	Power	Dimensions
057342	GRIFON-D/I-114-BAP-EP	1x14W	600 x 160 x 53
057343	GRIFON-D/I-124-BAP-EP	1x24W	600 x 160 x 53
057344	GRIFON-D/I-234-BAP-EP	2x34W	600 x 250 x 53
057345	GRIFON-D/I-224-BAP-EP	2x24W	600 x 250 x 53
057346	GRIFON-D/I-121-BAP-EP	1x21W	900 x 160 x 53
057347	GRIFON-D/I-139-BAP-EP	1x39W	900 x 160 x 53
057348	GRIFON-D/I-221-BAP-EP	2x21W	900 x 250 x 53
057349	GRIFON-D/I-239-BAP-EP	2x39W	900 x 250 x 53
057350	GRIFON-D/I-128-BAP-EP	1x28W	1200 x 360 x 53
057359	GRIFON-D/I-154-BAP-EP	1x54W	1200 x 360 x 53
057360	GRIFON-D/I-228-BAP-EP	2x28W	1200 x 250 x 53
057361	GRIFON-D/I-254-BAP-EP	2x54W	1200 x 250 x 53
057362	GRIFON-D/I-135-BAP-EP	1x35W	1500 x 360 x 53
057363	GRIFON-D/I-149-BAP-EP	1x49W	1500 x 360 x 53
057363	GRIFON-D/I-185-BAP-EP	1x85W	1500 x 360 x 53
057364	GRIFON-D/I-235-BAP-EP	2x35W	1500 x 250 x 53
057369	GRIFON-D/I-249-BAP-EP	2x49W	1500 x 250 x 53
057365	GRIFON-D/I-260-BAP-EP	2x60W	1500 x 250 x 53

**- zvláštní vybava**

120050	Lankový závěs - Y (1 ks, 2 m)
051140	Trubkový závěs FALCON (l=600mm), 2 ks
051136	Trubkový závěs Falcon 2x/3x/4x, l = 600mm (2 ks)
051155	Stropní krytka včetně transparentního kabelu 3x1,5 mm <sup>2</sup> (2,5 m)

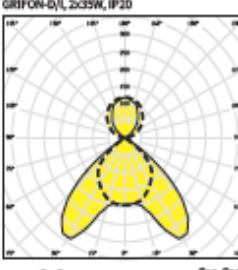



GRIFON, 2x54-BAP, P20



— Co-C180    - - - - C90-C270

GRIFON-D/I, 2x35W, IP20



— Co-C180    - - - - C90-C270

INTERIÉROVÁ SVÍTIDLA

## 11.2. Souhrnné výpočty osvětlení kanceláře v programu DIALux

Projekt 1



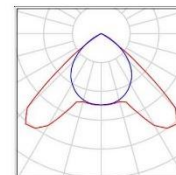
**DIALux**  
09.03.2019

Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

### Místnost 1 / Kusovník svítidel

2 ks VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové -  
přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá  
parabolická mřížka  
C. výrobku: GRIFON-280-BAP  
Světelný tok (Svítilno): 8766 lm  
Světelný tok (Zdroje): 12300 lm  
Výkon svítidla: 160.0 W  
Klasifikace svítidel dle CIE: 100  
Kód CIE Flux Code: 59 97 100 100 71  
Osazení: 2 x FQ 80 W/840 G5 80W (Opravný  
faktor 1.000).

Obrázek svítidla najdete  
v našem katalogu  
svítidel.

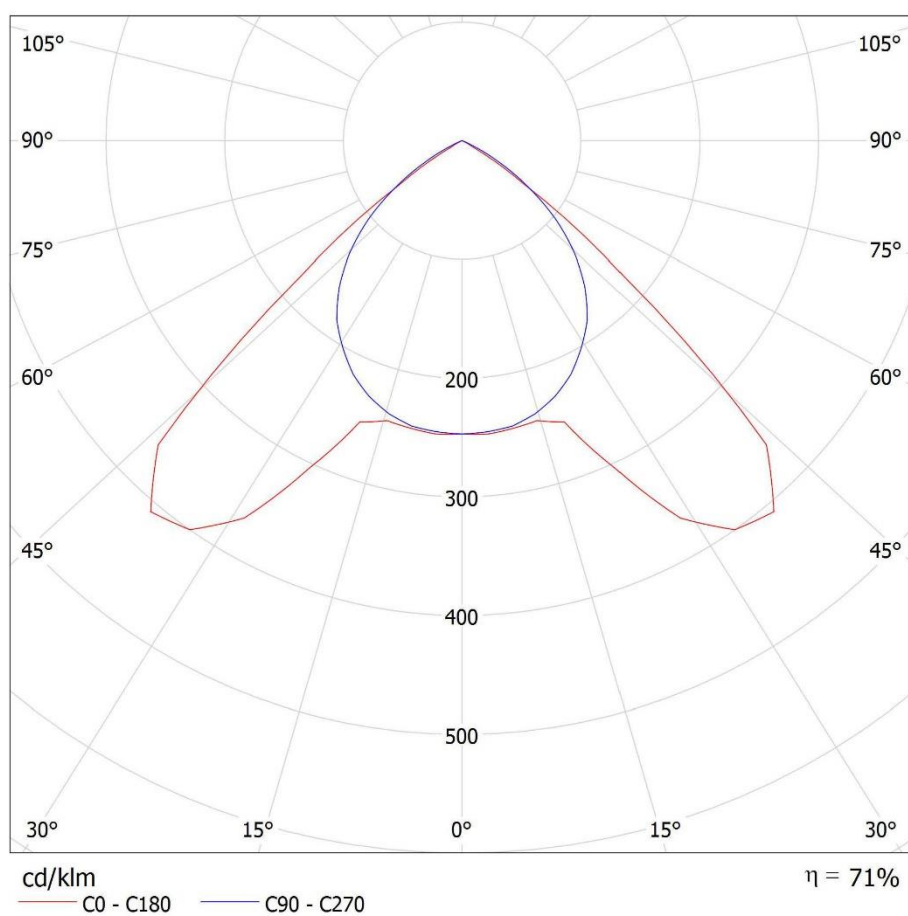




Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka / LVK (Polárně)**

Svitidlo: VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka  
Zdroje: 2 x FQ 80 W/840 G5 80W

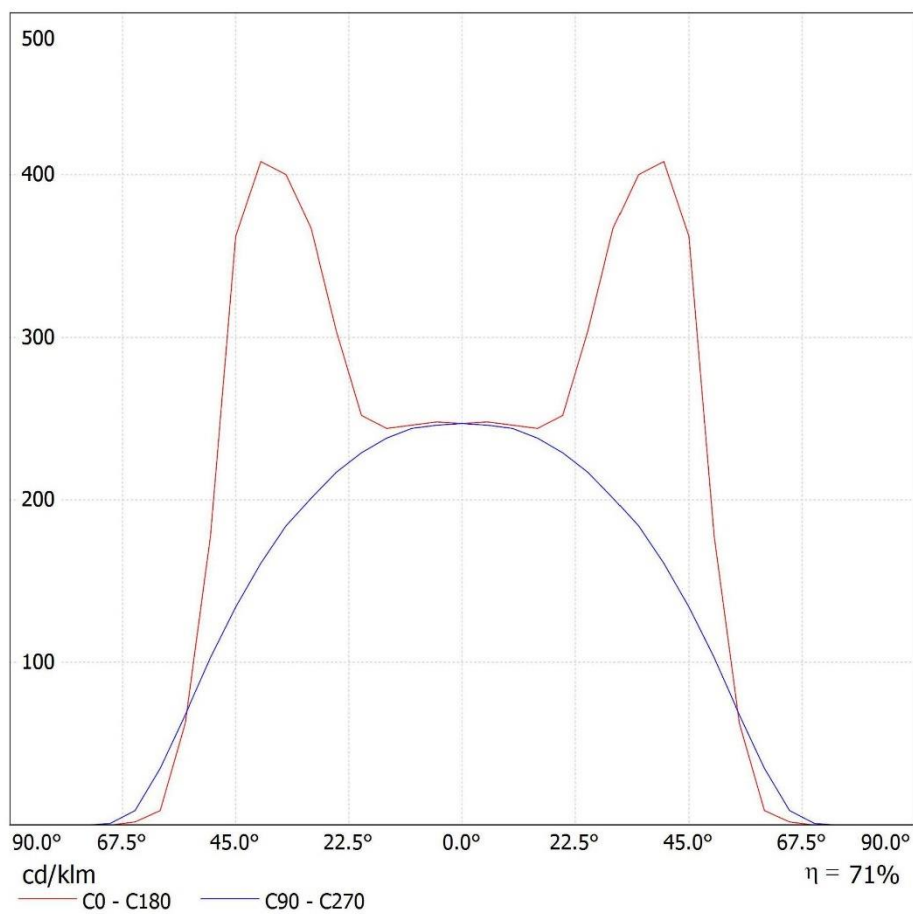




Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka / LVK (Lineárně)**

Svitidlo: VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka  
Zdroje: 2 x FQ 80 W/840 G5 80W



Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka / Tabulka UGR**

Svitidlo: VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka

Zdroje:: 2 x FQ 80 W/840 G5 80W

<b>Vyhodnocení oslnění dle UGR</b>											
ρ Strop		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Stěny		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Podlaha		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Velikost místnosti X Y		Směr pohledu napříč k ose lampy					Podélný směr pohledu k ose lampy				
2H	2H	21.5	22.6	21.8	22.9	23.1	19.9	21.1	20.2	21.3	21.5
	3H	21.4	22.4	21.7	22.6	22.9	19.8	20.8	20.1	21.1	21.3
	4H	21.3	22.2	21.6	22.5	22.8	19.7	20.7	20.1	20.9	21.2
	6H	21.2	22.1	21.6	22.4	22.7	19.7	20.5	20.0	20.8	21.1
	8H	21.2	22.0	21.5	22.3	22.6	19.6	20.4	20.0	20.7	21.1
	12H	21.1	21.9	21.5	22.2	22.6	19.6	20.4	20.0	20.7	21.0
4H	2H	21.5	22.4	21.8	22.7	23.0	20.0	21.0	20.4	21.2	21.5
	3H	21.4	22.1	21.7	22.5	22.8	19.9	20.7	20.3	21.0	21.3
	4H	21.3	22.0	21.7	22.3	22.7	19.9	20.5	20.3	20.9	21.2
	6H	21.2	21.8	21.7	22.2	22.6	19.8	20.4	20.2	20.7	21.1
	8H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	19.8	20.3	20.2	20.7	21.1
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.5	19.7	20.2	20.2	20.6	21.0
8H	4H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	19.8	20.3	20.2	20.7	21.1
	6H	21.1	21.6	21.6	22.0	22.4	19.7	20.1	20.1	20.5	21.0
	8H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	19.6	20.0	20.1	20.5	20.9
	12H	21.0	21.4	21.5	21.8	22.3	19.6	19.9	20.1	20.4	20.9
12H	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.5	19.7	20.2	20.2	20.6	21.0
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	19.6	20.0	20.1	20.5	20.9
	8H	21.0	21.4	21.5	21.8	22.3	19.6	19.9	20.1	20.4	20.9
Variace polohy pozorovatele pro vzdálenosti svítidel S											
S = 1.0H		+2.0 / -4.2					+1.0 / -1.8				
S = 1.5H		+3.4 / -14.9					+3.4 / -7.5				
S = 2.0H		+5.3 / -22.1					+3.6 / -15.6				
Standardní tabulka		BK00					BK00				
Korekturní sčítanec		1.9					0.4				
Korigované oslňovací indicie, vztaženy na 12300lm Celkový světelný tok											

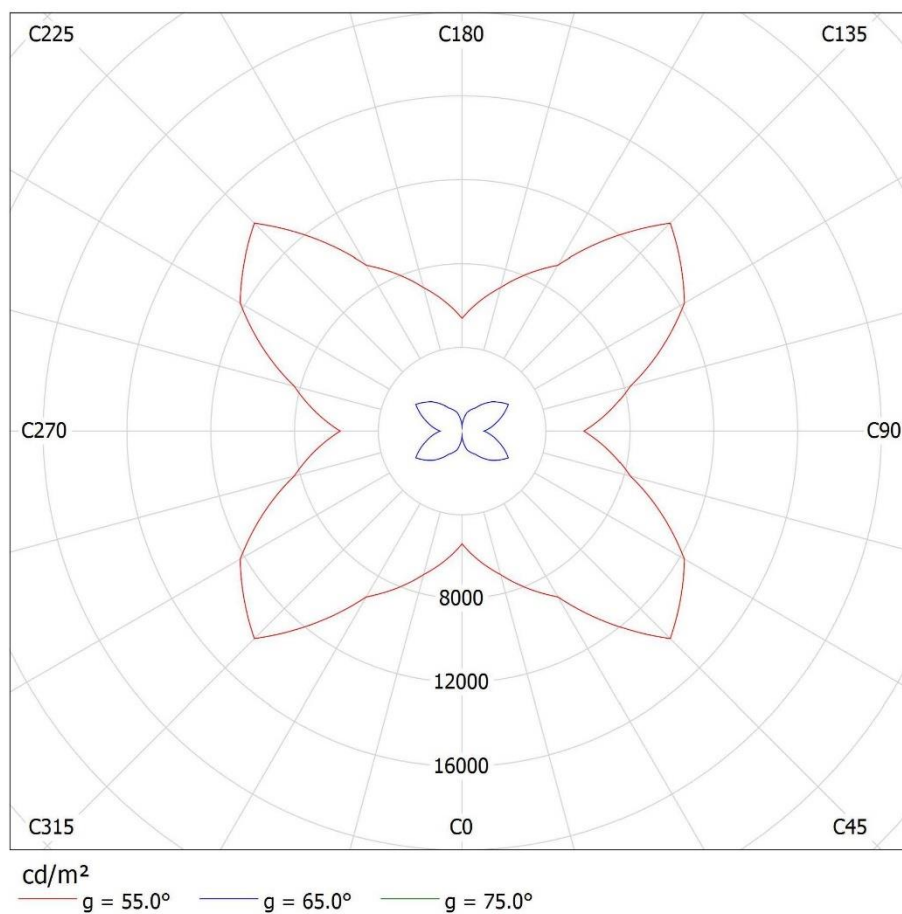
Hodnoty UGR se počítají dle CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25.



Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá  
parabolická mřížka / Diagram jasů**

Svitidlo: VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka  
Zdroje: 2 x FQ 80 W/840 G5 80W







Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka / Kuželový diagram**

Svitidlo: VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka  
Zdroje: 2 x FQ 80 W/840 G5 80W

0.5	1.06 1.16	E(0°) 12152 E(C90) 46.6° 1980 E(C0) 49.2° 2847
1.0	2.11 2.32	E(0°) 3038 E(C90) 46.6° 495 E(C0) 49.2° 712
1.5	3.17 3.48	E(0°) 1350 E(C90) 46.6° 220 E(C0) 49.2° 316
2.0	4.23 4.63	E(0°) 760 E(C90) 46.6° 124 E(C0) 49.2° 178
2.5	5.29 5.79	E(0°) 486 E(C90) 46.6° 79 E(C0) 49.2° 114
3.0	6.34 6.95	E(0°) 338 E(C90) 46.6° 55 E(C0) 49.2° 79

Vzdálenost [m]

Průměr kužele [m]

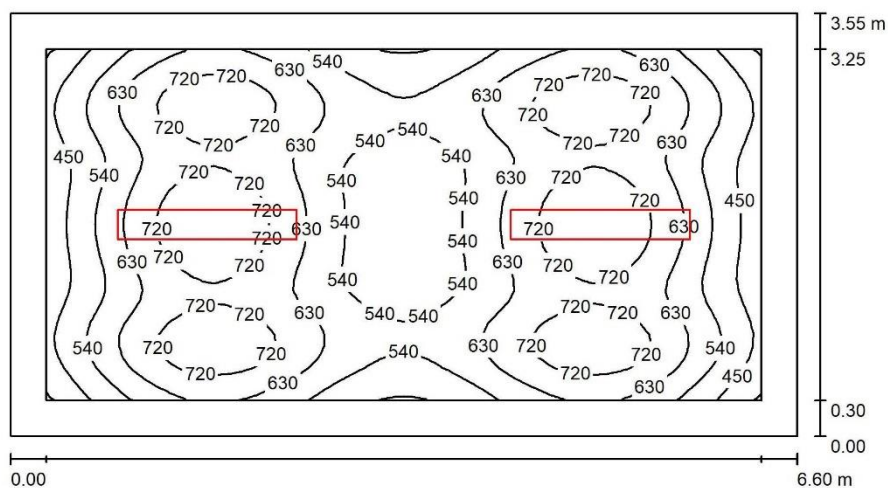
Intenzita osvětlení [lx]

— C0 - C180 (úhel polovicní hodnoty: 98.4°)  
— C90 - C270 (úhel polovicní hodnoty: 93.2°)



Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

## Místnost 1 / Shrnutí



Výška místnosti: 2.650 m, Montážní výška: 2.650 m, Činitel údržby: 0.80

Hodnoty v Lux, Měřítko 1:48

Plocha	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Uživatelská úroveň	/	614	357	793	0.582
Podlaha	20	424	282	534	0.665
Strop	70	85	58	98	0.681
Stěny (4)	50	203	60	455	/

## Uživatelská úroveň:

Výška: 0.850 m  
Rastr: 64 x 32 Body  
Okrajová zóna: 0.300 m

## UGR

Levá stěna  
Spodní stěna  
(CIE, SHR = 0.25.)

Podél-  
Příčně  
k ose svítidla

## Kusovník svítidel

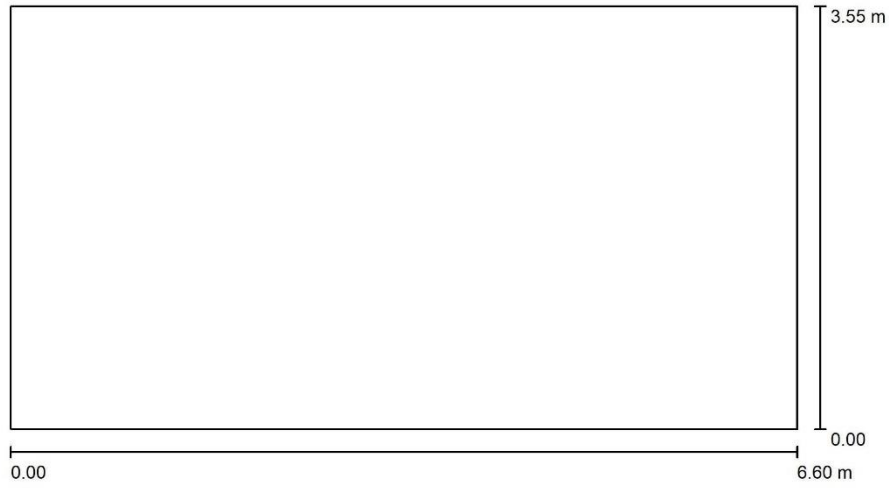
Č.	ks	Označení (Opravný faktor)	$\Phi$ (Svítidlo) [lm]	$\Phi$ (Zdroje:) [lm]	P [W]
1	2	VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka (1.000)	8766	12300	160.0
Celkem:			17531	Celkem: 24600	320.0

Specifický příkon:  $13.66 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Základní plocha:  $23.43 \text{ m}^2$ )



Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

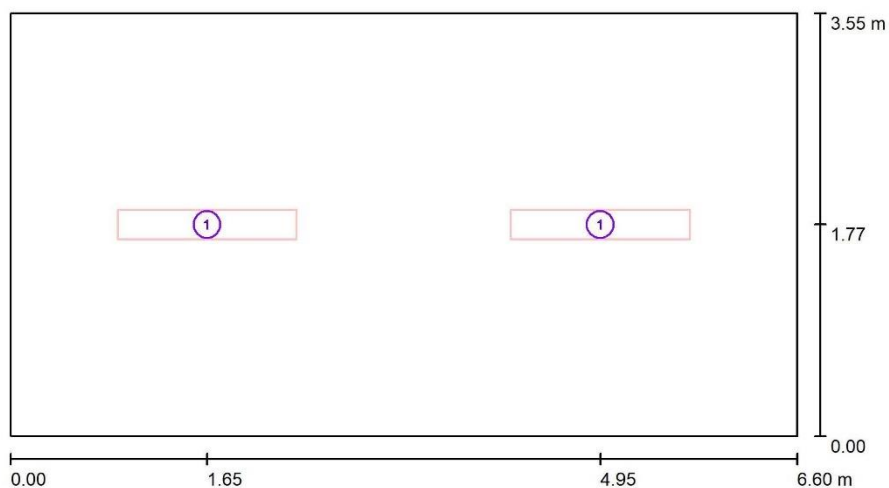
**Místnost 1 / Půdorys**



Měřítko 1 : 48

Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**Místnost 1 / Svítidla (situační plán)**



Měřítko 1 : 48

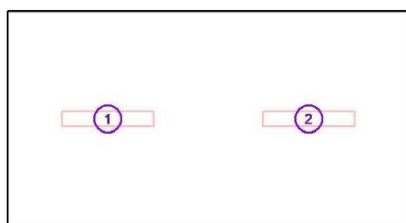
**Kusovník svítidel**

Č.	ks	Označení
1	2	VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka

**Místnost 1 / Svítidla (seznam souřadnic)**

**VYRTYCH a.s. GRIFON-280-BAP Interiérové - přisazené nebo závěsné, vysoce lesklá parabolická mřížka**

8766 lm, 160.0 W, 1 x 2 x FQ 80 W/840 G5 80W (Opravný faktor 1.000).



Č.	Pozice [m]			Z	Rotace [°]		
	X	Y	Z		X	Y	Z
1	1.650	1.775	2.650	0.0	0.0	90.0	
2	4.950	1.775	2.650	0.0	0.0	90.0	


 Zpracovatel  
 Telefon  
 Fax  
 e-mail

**Místnost 1 / Světelné technické výsledky**

 Celkový světelný tok: 17531 lm  
 Celkový výkon: 320.0 W  
 Činitel údržby: 0.80  
 Okrajová zóna: 0.300 m

Plocha	Průměrné intenzity osvětlení [lx]			Stupeň odrazu [%]	Průměrný jas [cd/m²]
	přímé	nepřímé	celkový		
Uživatelská úroveň	548	66	614	/	/
Podlaha	327	97	424	20	27
Strop	0.00	85	85	70	19
Stěna 1	128	84	212	50	34
Stěna 2	101	83	185	50	29
Stěna 3	128	84	212	50	34
Stěna 4	101	85	186	50	30

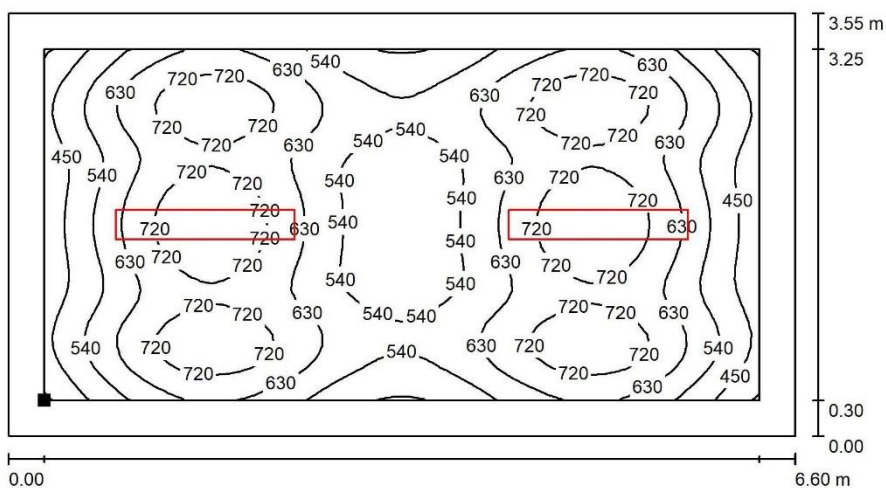
Rovnoměrnosti na pracovní rovině	UGR	Podél-	Příčně	k ose svítidla
$E_{min} / E_m$ : 0.582 (1:2)	Levá stěna	21	20	
$E_{min} / E_{max}$ : 0.451 (1:2)	Spodní stěna	21	20	
	(CIE, SHR = 0.25.)			

 Specifický příkon:  $13.66 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Základní plocha:  $23.43 \text{ m}^2$ )



Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**Místnost 1 / Uživatelská úroveň / Isolinie (E)**



Hodnoty v Lux, Měřítko 1 : 48

Poloha plochy v místnosti:  
Pracovní rovina s 0.300 m Okrajová zóna  
Označený bod:  
(0.300 m, 0.300 m, 0.850 m)



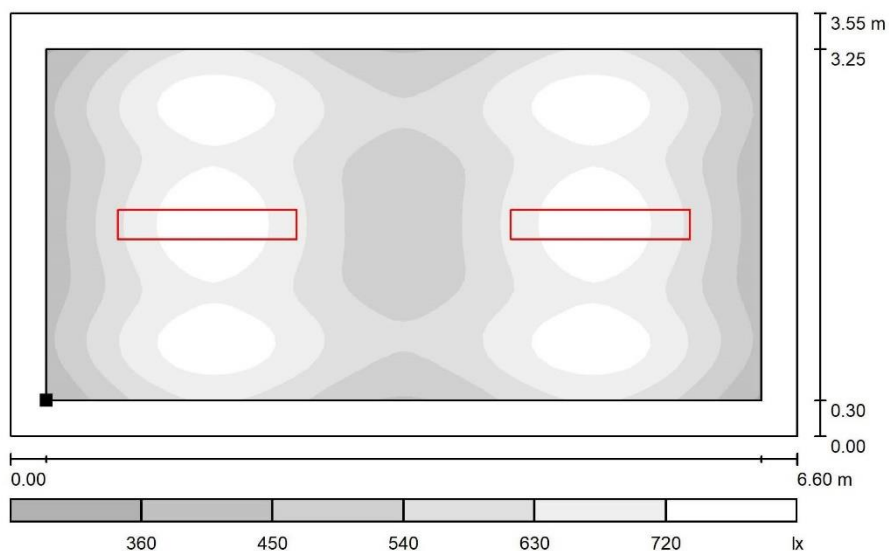
Rastr: 64 x 32 Body

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
614	357	793	0.582	0.451

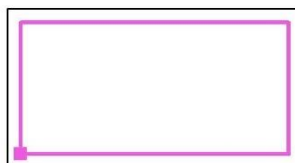


Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

**Místnost 1 / Uživatelská úroveň / Stupně šedi (E)**



Poloha plochy v místnosti:  
Pracovní rovina s 0.300 m Okrajová  
zóna  
Označený bod:  
(0.300 m, 0.300 m, 0.850 m)



Měřítko 1 : 48

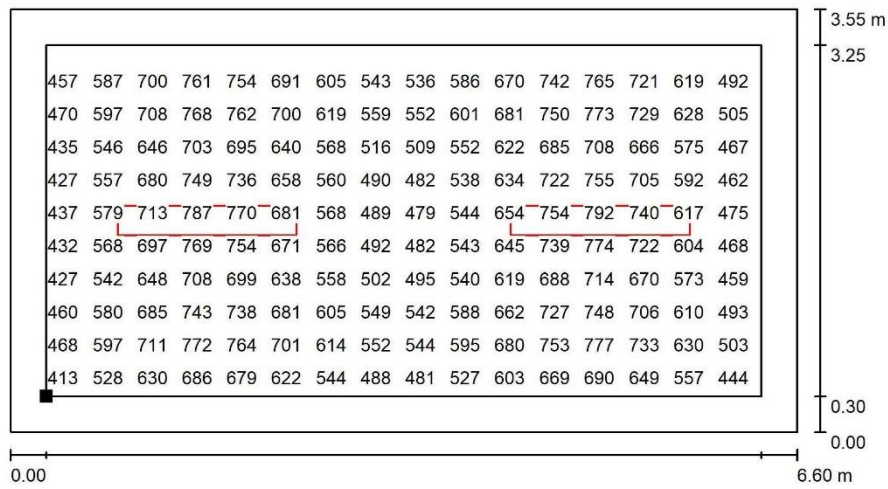
Rastr: 64 x 32 Body

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
614	357	793	0.582	0.451



Zpracovatel  
Telefon  
Fax  
e-mail

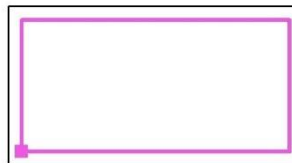
**Místnost 1 / Uživatelská úroveň / Graf hodnot (E)**



Hodnoty v Lux, Měřítko 1 : 48

Nelze zobrazit všechny vypočtené hodnoty.

Poloha plochy v místnosti:  
Pracovní rovina s 0.300 m Okrajová zóna  
Označený bod:  
(0.300 m, 0.300 m, 0.850 m)



Rastr: 64 x 32 Body

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
614	357	793	0.582	0.451



### 11.3. Rekonstrukce

*Stav garáže před rekonstrukcí*



*Konstrukce příčky z hliníkových profilů*



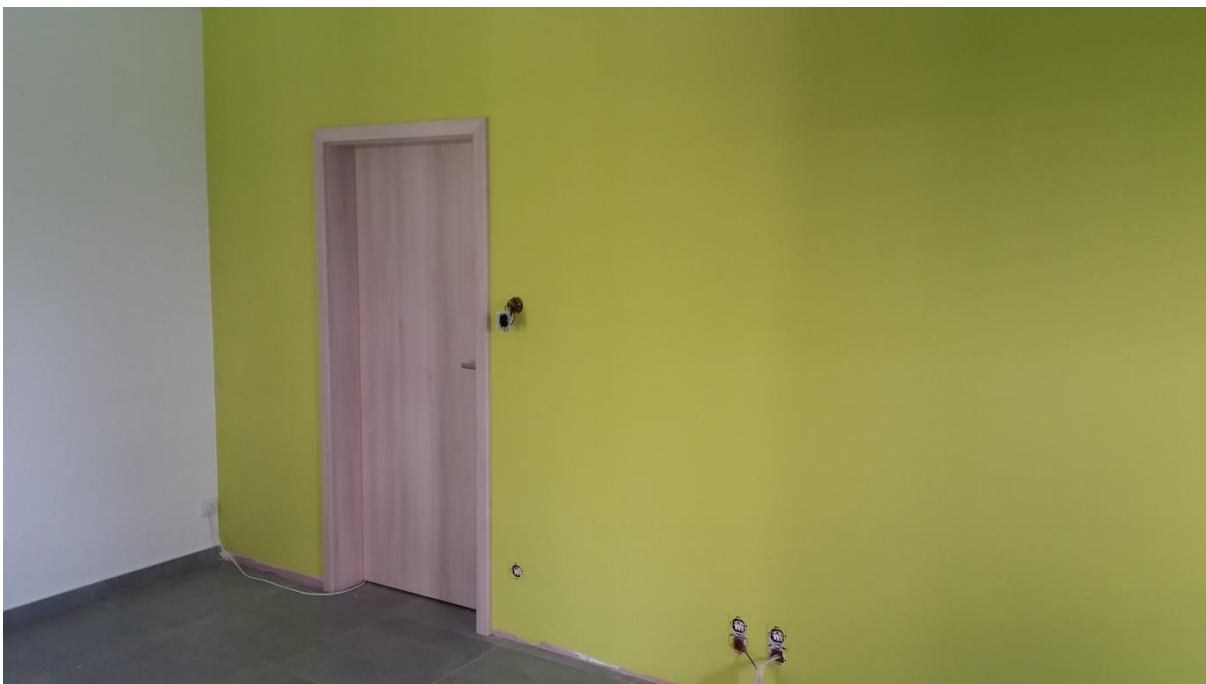
*Zaklopený sádrokarton ze sádrokartonových desek  
z jedné strany*



*Tmelený spár v sádrokartonu*



*Hotová sádrokartonová příčka*



*Montáž svítidla, část I.*



*Montáž svítidla, část II.*





## 11.4. Vizualizace kanceláře

*Pohled I: vizualizace kanceláře*



*Pohled II: vizualizace kanceláře*



*Pohled III: vizualizace kanceláře*



*Pohled IV: vizualizace kanceláře*



## 11.5. Fotodokumentace současného stavu (po rekonstrukci)

*Pohled I: kancelář po rekonstrukci*



*Pohled II: kancelář po rekonstrukci*



*Pohled III: kancelář po rekonstrukci*



*Pohled IV: kancelář po rekonstrukci*

