

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**Světlo a světelné prostředí**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. PETRA KLEMPÍŘOVÁ**

**Vedoucí diplomové práce:**

**doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.**

**2017/2018**



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	<u>KLEMPÍŘOVÁ</u>	Jméno:	<u>PETRA</u>	Osobní číslo:	
Zadávací katedra:	<u>KATEDRA TECHNICKÝCH ZARÍZENÍ BUDOV</u>				
Studijní program:	<u>BUDOVY A PROSTŘEDÍ</u>				
Studijní obor:	<u>BUDOVY A PROSTŘEDÍ</u>				

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:	<u>SVĚTLO A SVĚTELNÉ PROSTŘEDÍ</u>		
Název diplomové práce anglicky:	<u>LIGHT AND LIGHT ENVIRONMENT</u>		
Pokyny pro vypracování:	<p>DP bude orientována do problematiky světla a hlediska fyzikálního, a hlediska aplikačního, projektového a energetického. Základním obsahem DP bude popis, projekt nebo experiment vlivu světla na tvorbu prostředí a zdravotní aspekty.</p>		
Seznam doporučené literatury:			
Jméno vedoucího diplomové práce:	<u>doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.</u>		
Datum zadání diplomové práce:	<u>12.10.2017</u>	Termín odevzdání diplomové práce:	<u>8.1.2018</u>
		Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry		

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

<u>12.10.2017</u>	Podpis studenta(ky)
Datum převzetí zadání	

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 4.1.2018

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala všem, kteří mě podpořili při psaní této diplomové práce. Především bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat svému příteli, přátelům a své rodině za podporu při studiu.

V Praze dne 4.1.2018

# Obsah

1. Úvod.....	8
2. Světlo .....	9
2.1. Cirkadiánní cyklus .....	9
3. Zrak a vidění .....	12
3.1. Stavba oka .....	12
3.2. Vidění.....	14
3.2.1. Fotopické (denní) vidění.....	14
3.2.2. Skotopické (noční) vidění.....	14
3.2.3. Mezopické (soumračné) vidění.....	14
3.2.4. Spektrální citlivost oka .....	14
3.3. Zraková pohoda.....	15
3.4. Oslnění .....	15
4. Historie.....	17
5. Světelné zdroje.....	18
5.1. Parametry světelných zdrojů .....	18
5.1.1. Světelný tok .....	18
5.1.2. Teplota chromatičnosti .....	18
5.1.3. Měrný výkon.....	18
5.1.4. Index podání barev.....	18
5.1.5. Index cirkadiánního aktivačního účinku.....	19
5.1.6. Životnost světelného zdroje .....	19
5.2. Dělení světelných zdrojů.....	19
5.2.1. Přírodní světelné zdroje .....	20
5.2.2. Umělé světelné zdroje.....	21
5.2.2.1. Teplotní zdroje .....	21
6. Svítidla.....	29
6.1. Světelně činné části .....	29
6.2. Elektrotechnické části .....	30
6.3. Konstrukční části.....	30
7. Denní světlo .....	32

8.	Sdružené osvětlení .....	35
9.	Umělé osvětlení .....	35
9.1.	Požadavky na osvětlení různých typů prostor.....	37
10.	Vliv osvětlení z hlediska zdraví.....	39
10.1.	Vlivy a účinky záření.....	39
10.1.1.	Ultrafialové záření.....	39
10.1.2.	Infračervené záření.....	41
10.1.3.	Viditelné záření .....	42
10.2.	Modré světlo.....	43
10.2.1.	Ochrana před škodlivými účinky modrého světla.....	45
10.2.2.	Opatření pro zmírnění digitální vizuální únavy .....	45
10.2.3.	Vlastní zkušenost .....	46
10.3.	Léčba světlem.....	46
10.3.1.	Chronobiologická fototerapie.....	47
10.3.2.	Využití světla při diagnostice.....	48
11.	Energetická náročnost osvětlení .....	49
12.	Projekt.....	50
12.1.	Popis objektu .....	50
12.2.	Požadavky na osvětlení .....	50
12.3.	Návrh osvětlení.....	51
12.3.1.	Koupelna .....	51
12.3.2.	Chodba .....	53
12.3.3.	Obývací pokoj s kuchyňským koutem .....	54
12.3.4.	Ošetřovna .....	58
12.3.5.	Společenská místnost .....	59
13.	Závěr.....	61
14.	Použité zdroje .....	62

## **Anotace**

Předmětem této diplomové práce je popis světla a světelného prostředí. První část práce obsahuje základní popis světelné techniky a vliv světelného prostředí na člověka. V druhé části práce jsou získané poznatky aplikovány při návrhu osvětlení komunitního domu pro seniory.

## **Annotation**

The subject of the thesis is description of light and light environment. The first part of the diploma project contains the basic description of the lighting technique and the influence of the light environment on the human being. In the second part of the thesis the acquired knowledge is applied in the design of lighting for the community house for seniors.

# 1. Úvod

Přemýšlela jsem nad tématem své diplomové práce z různých aspektů. Chtěla jsem zpracovávat téma, které by mi bylo blízké, které by bylo možná netradiční, a tak trochu jiné. Podívat se na prostředí staveb jinak, než se na něj díváme teď. Pokud se dnes projektuje jakákoliv stavba, její vnitřní prostory jsou projektovány tak, aby byli pro člověka přívětivé a ideální. Známe hladiny CO<sub>2</sub>, které bychom měli v místnostech udržovat, vlhkost, teplotu. Konstrukce musí zaručit dobrou tepelnou a akustickou pohodu budoucích uživatelů. Obytné místnosti mají mít přísun denního světla a splňovat normy na hladiny osvětlení pro jednotlivé pracovní úkony.

Není to zase tak dlouho, co proběhla médii informace, že stále populárnější LED zdroje obsahují jakousi modrou složku světla, která by mohla nepříznivě ovlivňovat naše zdraví. LED světla na nás svítí z počítačů, telefonů, televize a stále více prostor je osvětleno úspornými LED světly. Ten fakt, že LED může mít vliv na zdraví jsme asi všichni zachytili, ale myslím, že valnou většinu naší populace to nechalo klidných.

Je tomu 10 let, co se u mě projevil první záchvat a po sérii vyšetření a pobytu v nemocnici mi byla diagnostikována epilepsie, bez zjevné příčiny. Ze dne na den se mi tak trochu obrátil život naruby a musela jsem se naučit žít spolu se svou nemocí. Naštěstí mi byla předepsána celkem rychle kombinace léků, které záchvaty dostali pod kontrolu a do dnešní doby jsem měla jen čtyři. Ale od té doby jsem na sobě začala pozorovat, že se můj stav odvíjí jak od psychické pohody, tak i od pohody ve vnitřním prostředí. Venku se povětšinou cítím dobře, ale uvnitř budov tomu tak vždy není. Hned po projevu mé nemoci mi bylo doporučeno omezit pobyt před počítačem a televizí, místy s prudkou změnou intenzity osvětlení. To jsem dodržovala a díky tomu, že se můj stav trochu zlepšoval i u PC jsem vydržela déle a déle.

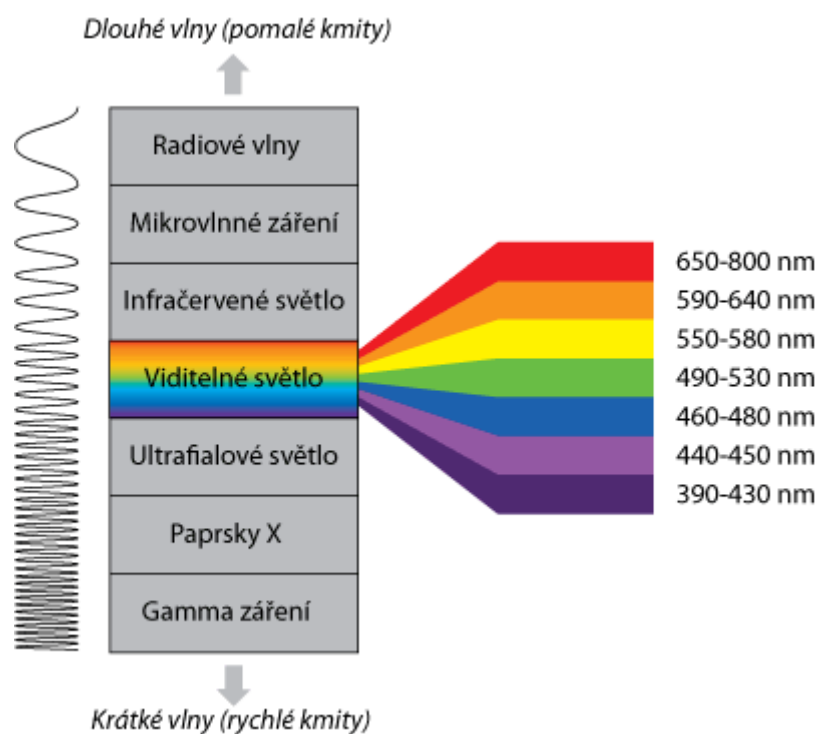
Nejednou jsem byla i v místnosti, kde mě po určité době začala bolet hlava, dostavili se bolesti očí až určitá světloplachost. Zjistila jsem, že se nemůžu dívat třeba na televizi v místnosti, kde je tma. Intenzitu, barvu světla a jeho rovnoměrnost v místnosti vnímám citlivě a občas u mě vyvolá silné bolesti hlavy, očí až závratě. Zajímalo mě, co za tím může být, má světlo takový vliv jen na mě s mou nemocí, nebo jen díky epilepsii jsem citlivější a světlo ovlivňuje nás všechny, aniž bychom to věděli?

Téma, kterému bych se ráda věnovala bylo na světě a já jen doufám, že se mi podaří odpovědět na otázky, které si kladu. Co je vlastně světlo? Je zdravé? Může být světlo nezdravé? Jak působí na nás, na lidi a proč?



## 2. Světlo

Světlo je elektromagnetické záření, které je schopno prostřednictvím zrakového orgánu vybudit zrakový vjem. Záření lze charakterizovat frekvencí nebo vlnovou délkou. Vlnové délky viditelného záření jsou v rozmezí od 380-780 nm. S viditelným zářením sousedí na straně kratších vlnových délek záření ultrafialové a na straně delších vlnových délek záření infračervené. Záření každé vlnové délky světla vzbuzuje barevný počitek. Každý barevný počitek má odpovídající spektrální barvu, která je popsána barevným tónem.

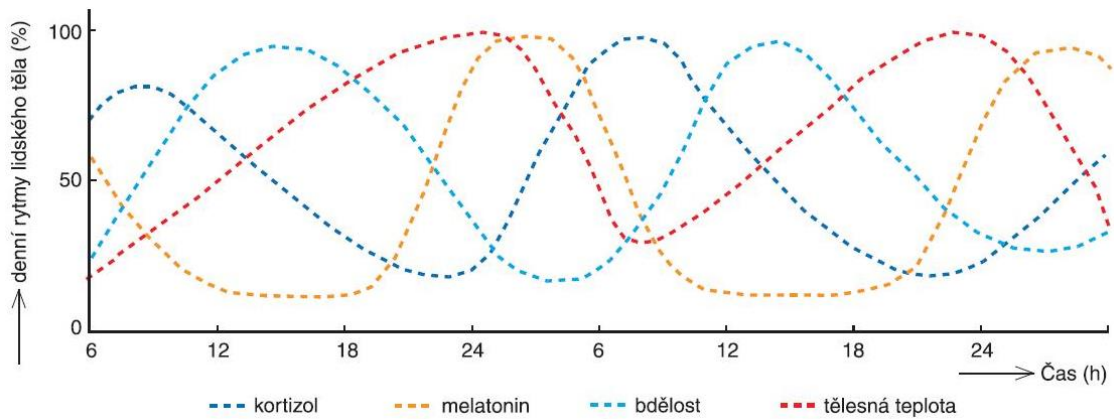


Obr. 2.1 Rozdělení světelného záření [6]

### 2.1. Cirkadiánní cyklus

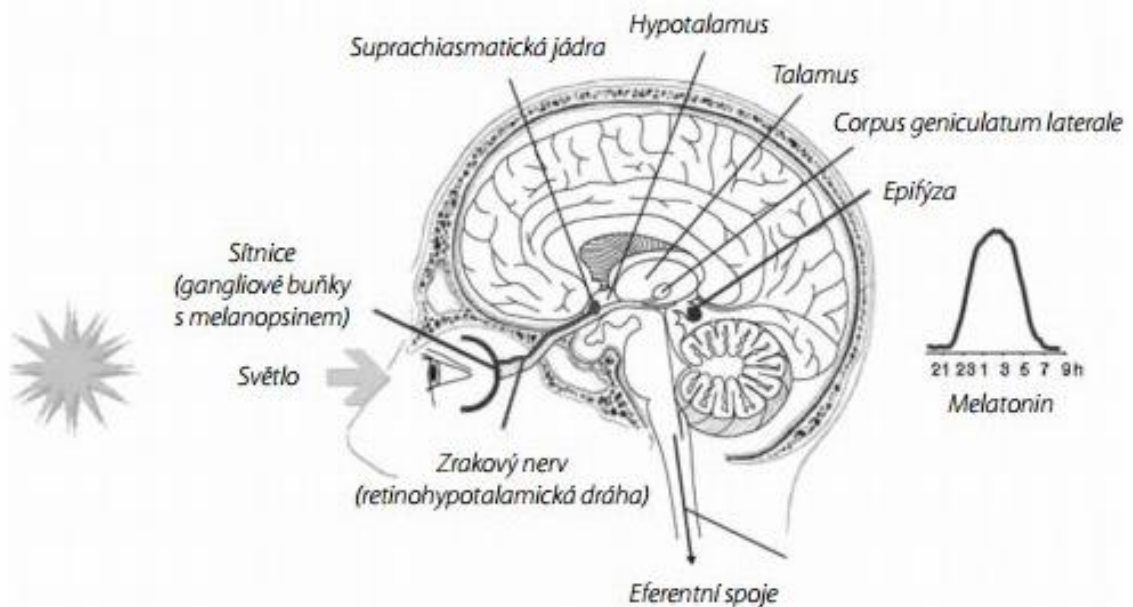
Tento cyklus se vyvinul vlivem pravidelného střídání světla a tmy v závislosti na otáčení Země kolem Slunce.

Světelné záření má podstatný vliv na lidský organismus. Světlo řídí biologické pochody v těle člověka a tím cirkadiánní cyklus člověka. Za cirkadiánní cyklus je označován 24 hodinový denní cyklus. Cirkadiánní rytmus se skládá z aktivní fáze ve dne a z klidové fáze v noci. Ovlivňuje tělesnou teplotu člověka, krevní tlak, tepovou frekvenci, látkový metabolismus, sexuální funkce, produkci hormonů a jejich uvolňování, a také ladění organismu k práci nebo odpočinku.



Obr. 2.2. Schématický graf čtyř cirkadiánních rytmtů [7]

Důležitou roli při biorytmech má epifýza. Epifýza neboli šišinka se nachází v mezimozku a je to malý nepárový orgán o velikosti cca 12 x 7 mm. Šišinka je hlavní místem tvorby melatoninu, který je z ní uvolňován do krevního oběhu. Melatonin je hormon, který ovlivňuje jak cirkadiánní, tak také cirkannualní (roční) rytmus. Ovlivňuje spánek a bdění člověka. Tvorbu melatoninu snižuje světelné záření o vlnové délce cca 484 nm, což odpovídá modré barvě světla. Naopak tma tvorbu melatoninu zvyšuje. Aktivitu šišinky ovlivňuje hypothalamus, který zprostředkovává informace o tom kolik denního světla dopadá na sítnici oka. Světelné záření dopadá na sítnici oka, kde je pomocí fotoreceptorů transformováno nervovými vlákny do mozku.



Obr. 2.3. Zjednodušená neuroanatomie cirkadiánního systému [8]

Při setmění dostane epifýza podnět, aby začala produkovat melatonin a připravila tak organismus ke spánku. Naopak ráno s přibývajícím denním světlem dostane signál k zastavení tvorby melatoninu. Podobně jako se řídí produkce melatoninu jsou řízeny i jiné hormony. Hormon kortizol je označován jako stresový hormon, jeho produkce je ráno vyšší než v noci, připravuje organismus k reakci na různé zátěže a nečekané situace. Maximum tvorby kortizolu nastává přibližně čtyři hodiny po špičce melatoninu.

Typický cirkadiánní cyklus fyziologických procesů u člověka:

- 2:00 h nejhlubší spánek
- 6:00 h nejnižší tělesná teplota
- 8:00 h sekrece melatoninu končí
- 13:00 h největší bdělost
- 17:00 h největší kardiovaskulární účinnost a svalová síla
- 20:00 h začíná tvorba melatoninu
- 22:00 h nejvyšší tělesná teplota
- 22:30 h potlačení pohybu střev

Účinek vyvolaný světlem se liší v závislosti na fázi cirkadiánního rytmu. Vystavením se světlu před tím, než dosáhne tělesná teplota minima (ráno), dojde k posunu fáze rytmu tělesné teploty a tvorby melatoninu (maxima obou rytmů nastanou dříve). Vystavením se světlu večer zpozdí rytmus tělesné teploty i tvorbu melatoninu (maxima obou rytmů nastávají později, než by měli)

Každý člověk má individuální načasování fyziologických, biochemických a psychologických procesů, které souvisí s cyklem spánku a bdění. Základní dělení lidí podle cirkadiánního typu (chronotypu):

- typ ranní skřivan (M-typ) - brzy se probouzí, brzo vstává, po ránu je v nejlepší formě, chodí spát relativně brzy
- typ noční sova (E-typ) – probouzí se později, nevstává brzy, v nejlepší formě je večer, chodí spát pozdě

Životními projevy z hlediska jejich načasování se zabývá chronobiologie.

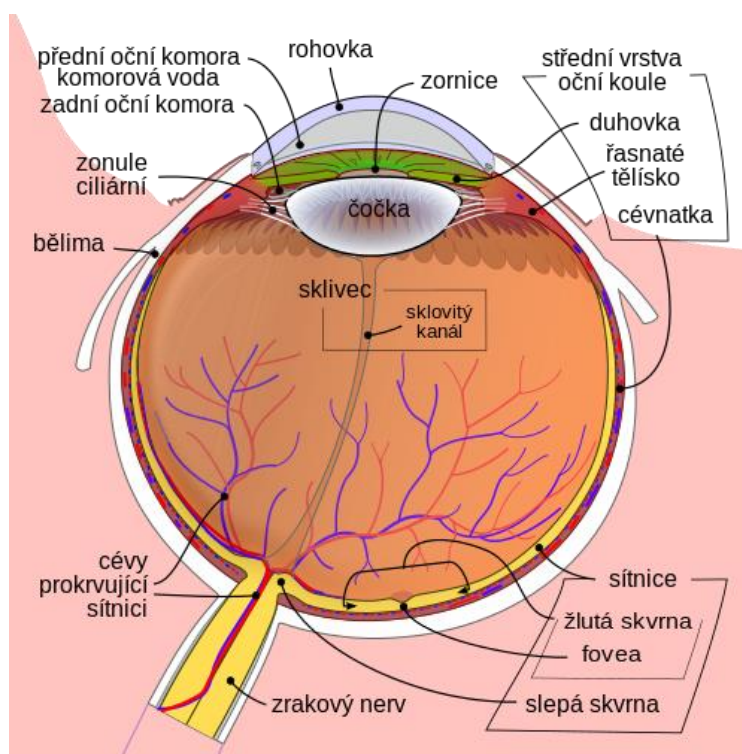
### 3. Zrak a vidění

Zrak je důležitý pro vnímání světla, barev, tvarů, pohybu a rozložení předmětů.

Zrakové ústrojí tvoří soubor několika orgánů, které přijímají informace, přenášejí je a zpracovávají, a tím způsobují zrakový vjem. Zrakové ústrojí se skládá ze tří částí: periferní, spojovací a centrální. Periferní částí je lidské oko, spojovací část tvoří zrakové nervy a centrální částí je podkorová a korová část mozku.

#### 3.1. Stavba oka

Oko má přibližně tvar koule o poloměru 12 mm, která je tvořena tuhým bílým a neprůsvitným obalem, jehož vrchní vrstvu tvoří bělima (sclera). V přední části oka přechází bělima v průhledný obal, který se nazývá rohovka (cornea).



Obr. 3.1. Schéma lidského oka [9]

Světlo, které přichází do oka musí projít několika částmi, než se dostane k fotoreceptorům, a to rohovkou, přední komorou oční, zadní komorou oční, duhovkou, oční čočkou, sklivcem a sítnicí.

Rohovka je průhledná vypouklá část ve tvaru kruhového vrchlíku o poloměru 7-8 mm. Tloušťka rohovky je 2 mm.

Přední komora oční je štěrbinový prostor mezi rohovkou a přední plochou duhovky. Náplň přední komory je oční mok, který je průhledný. Oční mok obou komor je tvořen krevní plazmou. Komorová voda vyživuje oko a udržuje nitrooční tlak.

Zadní komora oční je štěrbinový prostor mezi zadní plochou duhovky a ciliárním aparátem.

Mezi přední komorou a čočkou se nachází duhovka (iris). Funkcí duhovky je regulace dopadajícího světla ve smyslu oslnění. Ve středu duhovky je kruhový otvor, který se nazývá zornice. Zornice (pupila) reaguje na intenzitu osvětlení tím, že mění svou velikost a reguluje tím světelný tok vstupující do oka. Barvu zornice určuje obsah pigmentu.

Oční čočka (lens) se nachází za zornicí. Funkcí čočky je spojování světelných paprsků a ostré zobrazení na sítnici. Čočka je zavěšena na svalovém ciliárním aparátu. Při zaostřování na blízko dochází k povolání řasnatého tělíska a tím ke smrštění čočky, tudíž ke zvýšení optické mohutnosti. Při opačném jevu dochází k napnutí čočky, snížení optické mohutnosti a lepšímu vidění na nekonečně vzdálené předměty. Tato vlastnost se nazývá akomodace. Akomodace je důležitá při vidění do blízka. Po celou dobu života člověka se na čočce vyvíjí nová tkáň a tím se neustále zvětšuje její hmotnost. Narůstající hmotnost způsobuje čím dál menší schopnost čočky měnit zakřivení podle potřeby. Schopnost měnit zakřivení se projevuje vzdálením blízkého bodu. Blízký bod je nejbližší bod, které může plně akomodované oko vidět.

Sklivec (corpus vitreum) vyplňuje vnitřní prostor oka. Je to bezbuněčná, bezbarvá, čirá, rosolovitá hmota. Tvoří prostředí pro šíření a dopad již zalomených paprsků na sítnici. Mezi další funkce sklivce patří ochrana oka a udržení nitroočního tlaku.

Sítnice je průsvitná tenká blána se složitou pravidelnou buněčnou strukturou. Obsahuje čtyři úrovně nervových buněk, a to buňky citlivé na světlo, bipolární buňky, gangliové buňky a nervové buňky vedoucí vzruch do zrakového centra v mozkové kůře. Buňky citlivé na světlo se nazývají fotoreceptory a dělí se na čípky, tyčinky a cirkadiánní čidla. V sítnici je 6,5 milionů čípků, soustředěných více ke středu sítnice, a asi 125 milionů tyčinek, hustěji umístěných při kraji sítnice. Uprostřed sítnice se nachází tzv. žlutá skvrna (macula lutea), v jejíž prohloubené střední části se nachází centrální jamka (fovea centralis). Centrální jamka je místem přímého vidění s největší rozlišovací schopností, obsahuje z fotoreceptorů pouze čípky. Třetím typem fotoreceptorů jsou cirkadiánní čidla, která řídí biologické pochody v těle, cirkadiánní cyklus. K tomu, aby se světlo dostalo k fotoreceptorům, musí nejdříve překonat dvě vrstvy nervové tkáně. K podráždění fotoreceptorů je tedy využito pouze 10 % celkové intenzity světla dopadajícího do oka.

V zadní části sítnice vystupuje z oka zrakový nerv. V místě vstupu zrakového nervu do sítnice se nenachází žádné fotoreceptory, a proto se toto místo nazývá slepá skvrna.

Další úrovní nervových buněk jsou gangliové buňky. Zprostředkovávají informace o časových změnách světelného podnětu, což je důležité při adaptaci oka.

## 3.2. Vidění

Vidění je složitý fyziologický děj, který se skládá z několika pochodů vzájemně na sebe navazujících v celém zrakovém ústrojí. V závislosti na hladinách osvětlenosti lze rozdělit vidění na tři typy, na vidění fotopické, skotopické a mezopické.

### 3.2.1. Fotopické (denní) vidění

Při tomto vidění se z fotoreceptorů uplatňují převážně čípky, které umožňují barevné vidění. Toto vidění se uskutečňuje při hladině jasu vyšší než  $10^2 \text{ cd/m}^2$ . Oko se na světlo adaptuje velmi rychle po 20-60 sekundách.

### 3.2.2. Skotopické (noční) vidění

Při skotopickém vidění se uplatňují citlivější fotoreceptory - tyčinky, které neumožňují barevné vidění, ale pouze vnímání změn v intenzitě světla. Tyčinky pracují při nízkých prahových světelných podnětech. Oko se při skotopickém vidění adaptuje na nízké hladiny jasu menší než  $10^{-3} \text{ cd/m}^2$ . K plné adaptaci na tmu dochází po 40-60 minutách.

### 3.2.3. Mezopické (soumračné) vidění

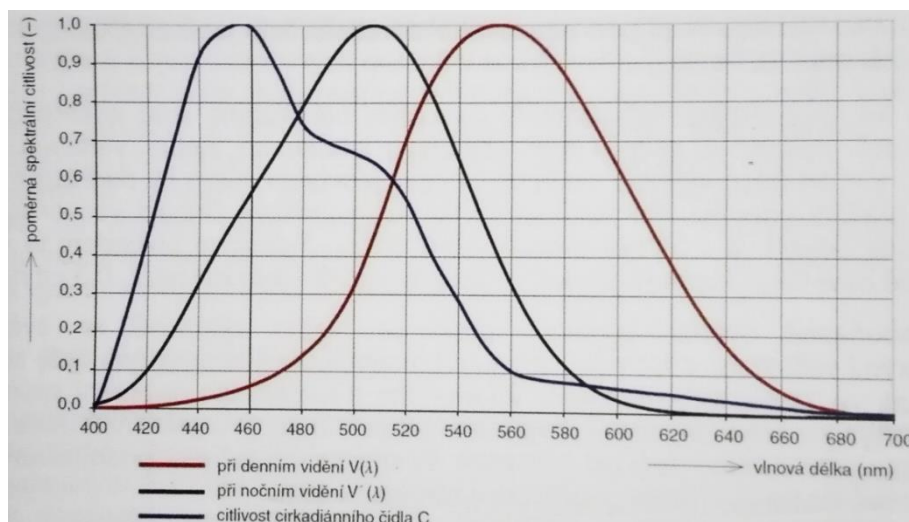
Toto vidění zprostředkovávají oba druhy fotoreceptorů. Oko se musí přizpůsobit jasům, které se nacházejí mezi  $10^{-3}$  až  $10^2 \text{ cd/m}^2$ . Čípky zajišťují vidění při velkých intenzitách světla. Citlivost čípků se zmenšující intenzitou světla klesá a citlivějšími se stávají tyčinky.

### 3.2.4. Spektrální citlivost oka

Zrakový orgán není stejně citlivý na záření různých vlnových délek. Průběh této závislosti i hranice viditelnosti jsou u různých osob odlišné. S ohledem na různou spektrální citlivost pozorovatelů stanovila Mezinárodní komise pro osvětlování dohodu o hodnotách poměrné spektrální citlivosti tzv. normálního fotometrického pozorovatele.

Spektrální citlivost oka normálního pozorovatele závisí na tom, zda se jedná o vidění fotopické, skotopické nebo mezopické. Z obrázku 3.2.4.1. je patrné, že spektrální citlivost oka závisí na adaptačním jasu a na tom jaké jsou při vidění uplatněny fotoreceptory. Při přechodu z fotopického ke skotopickému vidění se snižuje jasnost červených ploch a roste jasnost modrých ploch.

Křivka spektrální citlivosti cirkadiálního systému se pohybuje v oblasti kratších vlnových délek oproti křivkám spektrální citlivosti při fotopickém a skotopickém vidění. Cirkadiální čidla jsou nejcitlivější v oblasti vlnových délek 459 až 464 nm, z čehož vyplývá že cirkadiální cyklus člověka ovlivňuje světlo právě v této části spektra.



Obr. 3.2. Poměrná spektrální citlivost zraku pozorovatele [1]

### 3.3. Zraková pohoda

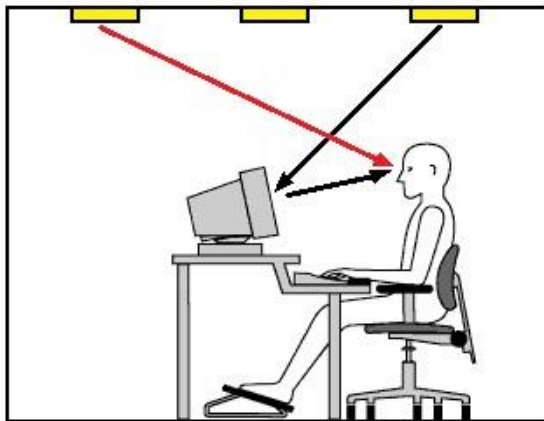
Zraková pohoda je psychologický stav, při němž se člověk cítí příjemně, dobře vidí a při kterém zrakový systém dokáže optimálně plnit svou funkci. Při nesprávném návrhu prostoru může docházet ke zrakové únavě, špatné náladě a v následku toho i ke snížení výkonnosti.

Zrakovou pohodu ovlivňuje mnoho vedlejších vlivů, ať už rušivých nebo uklidňujících. Mezi rušivé vlivy může patřit vzrušení, hněv, nepořádek, chlad, hluk, naopak pozitivní vliv na člověka a jeho zrakovou pohodu má dobrá nálada, radost, klid a příjemné prostředí. Z tohoto vyplývá, že je vždy důležité vytvořit vhodné mikroklima pro daný účel a činnost člověka. Správné světelné mikroklima je vytvářeno pomocí typu světelných zdrojů, druhu a rozmístění svítidel, hladinami osvětleností a jejich rovnoměrností, rozložení jasů v prostoru, rozmístěním nábytku, barevnou úpravou povrchů a barevným podáním.

### 3.4. Oslnění

Je nepříznivý stav zraku, který narušuje zrakovou pohodu, znemožňuje vidění a může způsobit poruchy zraku. Vzniká při překročení určité meze světla, na kterou se není zrak schopen adaptovat. Při oslnění dochází k přetížení receptorů na sítnici jasně. Oslnění může způsobovat přímo světelný zdroj nebo jejich odrazy od povrchů s vysokým činitelem odrazu.

Podle příčiny se rozlišuje oslnění přímé, oslnění odrazem, přechodové oslnění, oslnění závojem a oslnění kontrastem. Oslnění kontrastem se nadále dělí na oslnění psychologické a fyziologické.



Typ prostoru	UGR
komunik. prostory a chodby	28
kanceláře - technické kreslení	16
kanceláře - psaní, zpracování dat	19
zdravotnictví - lůžkové pokoje	19
zdravotnictví - vyšetřovny	19

Tab. 3.1. Tabulka vybraných prostorů s přípustnými hodnotami UGR

Obr. 3.3. Znárodnění přímého oslnění-  
červeně a oslnění odrazem-černě [12]

Rozdělení oslnění:

přímé – způsobené nadměrným jasem od svítících částí svítidel

odrazem – způsobené odrazem svítící části od povrchů s vysokým činitelem odrazu

přechodové – způsobené přechodem z tmavšího prostředí do světlejšího, náhlá změna adaptačního jasu

závojevové – vzniká, je-li pře pozorovaným pozadím prostředí s vyšším jasem, například zrcadlení ve skle

kontrastem – vzniká výskytem jasů v zorném poli pozorovatele

- psychologické – pozorovatelné – nižší stupeň rušivého oslnění
  - rušivé – oslňující zdroj odpoutává pozornost pozorovatele
- fyziologické - omezující – zhoršuje činnost zraku, omezuje kontrastní citlivost
  - oslepující – znemožňuje vidění i nějakou dobu po odeznění příčiny

Vzniku oslnění lze zabránit například vhodným cloněním svítidel, nepřímým osvětlením a antireflexní úpravou povrchů. Tyto opatření, ale zvyšují energetickou náročnost osvětlovacích soustav.

Pro hodnocení přímého, rušivého oslnění slouží index oslnění UGR. Je stanoven řadou: 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28. V normě ČSN EN 12464-1 jsou uvedeny přípustné hodnoty oslnění pro různé prostory.



## 4. Historie

Lidé potřebovali světlo v příbytcích odjakživa. Nejstarším svítidlem je pravděpodobně louč, přesněji štěpina ze smolného dřeva. První zmínka o loučích na slovanském území pochází z roku 448. V 11.století se objevuje první zmínka o olejových kahánkách, svíčkách a lucernách na svíčky. V roce 1126 je zavedeno osvětlování ulic v Benátkách lucernami. Roku 1524 bylo v Paříži vydáno první nařízení na světě o osvětlování domů a ulic svítilnami. V roce 1765 se strojí Grosse jednoduchou lampu s olejovou nádržkou, která byla předchůdkyní petrolejky. Mezi roky 1800 až 1840 se pak začínají objevovat první petrolejové lampy. V roce 1813 jsou na Westminsterském mostě zapáleny první plynové pouliční lampy. V roce 1845 je zavedeno plynové osvětlení i v ulicích Prahy. Český vynálezce František Křižík zkonstruoval roku 1876 obloukovou lampu, která splňovala mnohé z parametrů dnešních svítidel. V roce 1879 rozsvítil ve své dílně T. A. Edison první žárovku s uhlíkovým vláknem, která vydržela svítit 40 hodin. Roku 1910 začíná D. F. More pracovat na vývoji výbojové trubice. Američan Langmuir v roce 1913 naplnil žárovku netečným plynem a doplnil ji wolframovým vláknem. V Československu byl v roce 1957 zahájen vývoj vysokotlaké rtuťové výbojky a později i její výroba.

## 5. Světelné zdroje

### 5.1. Parametry světelných zdrojů

#### 5.1.1. Světelný tok

Světelný tok představuje množství světla vyzářeného světelným zdrojem za jednotku času. Světelný tok závisí na druhu a typu světelného zdroje. Jednotkou světelného toku je lumen. [1]

#### 5.1.2. Teplota chromatičnosti

Teplotou chromatičnosti světelného zdroje je označována ekvivalentní teplota tzv. černého zářiče, při které je spektrální složení záření těchto dvou zdrojů blízké. Spektrum žárovek a halogenových žárovek je velmi blízké černému zářiči, je tedy zřejmá souvislost mezi spektrem a teplotou chromatičnosti. [2] U výbojových zdrojů, kde křivka spektrálního složení není plynulá, lze použít pojem náhradní teplota chromatičnosti.



Obr. 5.1. Porovnání teploty chromatičnosti světelných zdrojů [15]

Teplé a studené barvy působí na psychiku člověka odlišně. Teplé barvy dodávají pocit pohody, útulnosti a klidu, proto se hodí do místností, ve kterých chceme odpočívat a relaxovat. Naopak studené barvy podporující aktivitu člověka je dobré umisťovat do prostor určených pro práci.

#### 5.1.3. Měrný výkon

Veličina udává, jakou účinností je elektrická energie přeměňována ve světelnou, tj. kolik lm světelného toku se získá z 1 W elektrického příkonu. Jednotkou měrného výkonu je lm/W. [2]

#### 5.1.4. Index podání barev

Důležitým parametrem osvětlení je index podání barev. Má vliv na to, jak se bude člověk v osvětleném prostoru cítit. Ovlivňuje zrakový výkon a duševní pohodu. Vyjadřuje schopnost světelného zdroje reprodukovat barvy osvětleného objektu v porovnání s přirozeným slunečním osvětlením. Hodnota Ra se udává od 0 do 100. Při Ra=0 není lidské oko schopno rozeznat žádnou barvu, při hodnotě Ra=100 je ideální podání barev světla, takové jaké vzniká pod přirozeným slunečním světlem. Čím vyšší je tedy index podání barev, tím je podání barev přirozenější. V normě [11] jsou uvedeny minimální hodnoty všeobecného indexu podání barev pro různé typy prostorů. U většiny

prostor je uveden minimální index podání barev 80. Obecně je doporučeno volit světelné hodnoty s vyšším CRI jak 80. Vyšší CRI vyžadují prostory, kde je důležitá věrná reprodukce barev, jako jsou galerie, výstavní prostory, obchodní prostory a zdravotnictví.



Obr. 5.2. Porovnání různých indexů podání barev [12]

Ve zdravotnictví je zásadní podání tónu pokožky při diagnostice kožních onemocnění, cyanóze<sup>1</sup> nebo žloutence.

#### 5.1.5. Index cirkadiánního aktivačního účinku

Tento index slouží ke srovnání světelných zdrojů s normovaným denním světlem D65 z hlediska aktivujícího účinku na nervovou soustavu, vyjadřuje zastoupení modré složky světla aktivující nervovou soustavu. Různá světla při stejné osvětlenosti do různé míry působí na hladinu melatoninu v krvi a odlišně tak ovlivňují cirkadiánní rytmus člověka. [39]

#### 5.1.6. Životnost světelného zdroje

Celková doba svícení do okamžiku, kdy je podle stanovených kritérií nepoužitelný nebo se za nepoužitelný považuje. V průběhu života se ve světelném zdroji odehrávají fyzikální a chemické procesy, které postupně mění parametry a určují aktuální možnosti funkce. Životnost se udává v hodinách. [3]

## 5.2. Dělení světelných zdrojů

Světelné zdroje jsou tělesa vyzařující optické, většinou viditelné záření. Optické viditelné záření vzniká ve zdrojích vlivem přeměny elektrické, chemické, biologické energie na energii elektromagnetického záření v optickém intervalu spektra. Světelné zdroje mohou být přírodní (slunce, měsíc) nebo umělé (louč, svíčka, žárovka, výbojka, LED dioda).

Světelné zdroje se dělí na tři základní skupiny, teplotní, výbojové a elektroluminescenční světelné zdroje.

---

<sup>1</sup> Cyanóza - namodralé zbarvení kůže a sliznic, které je důsledkem nedostatku kyslíku v krvi [47]

Základním principem teplotních zdrojů je ohřev tělesa a jeho přeměna na optické záření. U elektrických teplotních světelných zdrojů dochází vlivem působení elektrického proudu k tepelnému buzení, která vzniká při zahřátí pevné látky na vysokou teplotu. Mezi teplotní zdroje patří svíčka, petrolejová lampa, ale především obyčejné nebo halogenové žárovky.

Výbojové světelné zdroje jsou založené na principu elektrických výbojů. Elektrický výboj vzniká v plynech a parách různých kovů, nejčastěji se jedná o páry rtuti, sodíku a halogenidů. Využívají přeměnu elektrické energie na energii kinetickou. Světlo vzniká při srážkách atomů, iontů a elektronů. U nízkotlakých výbojových zdrojů dosahuje pracovní tlak par hodnot kolem 1 Pa, u vysokotlakých výbojových zdrojů kolem 1 MPa.

Elektroluminiscenční světelné zdroje jsou založené na principu přeměny elektrické energie ve světlo při průchodu proudu polovodičovým přechodem. Mezi elektroluminiscenční světelné zdroje patří světelné LED diody a lasery.

### 5.2.1. Přírodní světelné zdroje

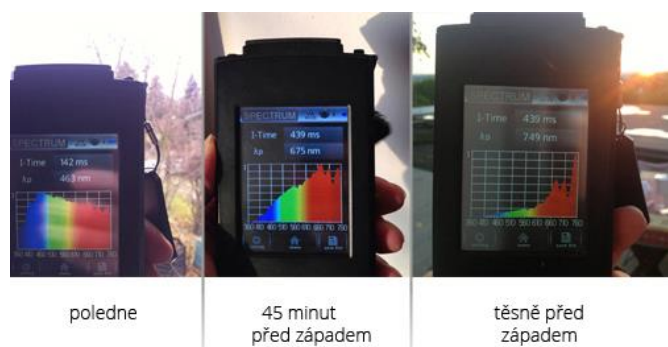
Přírodní světelné zdroje jsou nedílnou každodenní součástí člověka. Nejdůležitějším přírodním světelným zdrojem je Slunce. Slunce a sluneční světlo je pro člověka důležitá z hlediska řízení biologických funkcí v lidském těle - cirkadiálního rytmu.

#### Slunce, sluneční světlo

Sluneční světlo je elektromagnetické záření, které vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce a na povrch se dostává prostřednictvím proudění, absorpce a emise. Teplota povrchu Slunce dosahuje 5 778 K. Intenzita elektromagnetického záření je závislá na vzdálenosti od jeho zdroje. Světlo, které dopadá na povrch Země, je filtrováno přes zemskou atmosférou.



Obr. 5.3. Slunce [18]



Obr. 5.4. Proměna světelného spektra v průběhu dne [13]

#### Světlo měsíce

Měsíc sám nevyzařuje žádné světelné záření. Dojem, že měsíc svítí je vytvářen odrazem slunečního světla. Odrazem světla vzniká světlo polarizované. Teplota chromatičnosti měsíce dosahuje 4100 K.



Obr. 5.5. Měsíc [19]



Obr. 5.6. Spektrum Měsíce v úplňku [13]

## 5.2.2. Umělé světelné zdroje

### 5.2.2.1. Teplotní zdroje

#### Klasické žárovky

Klasická žárovka je stále nejvyhledávanějším světelným zdrojem. Je oblíbená díky své jednoduché konstrukci, nízké ceně, okamžitému startu, stabilnímu svícení během celé životnosti, spojitému spektru, indexu podání barev  $R_a=100$ , široké škále příkonů a napětí, nezávislosti na teplotě okolí. Žárovka obsahuje látky, které nezatežují životní prostředí. Spektrum vyzařovaného světla má teplý odstín, který je charakterizovaný teplotou chromatičnosti 2700-2900 K. Toto spektrum je nejvíce ze všech spekter světelných zdrojů blízké dennímu světlu před západem Slunce, a proto je vhodná pro osvětlení před spánkem.



Obr. 5.7. Klasická žárovka [20]



Obr. 5.8. Příklad spektra žárovky [13]

Mezi nevýhody žárovek patří krátká životnost a malý měrný výkon (cca 10 lm/W). Malý měrný výkon je způsoben tím, že odporové vlákno z wolframu se nejprve zahřívá a až po zahřátí na vysokou teplotu začne zářit. 95% dodané energie se mění na teplo a jen 5% se mění na světelné záření. Životnost žárovky se pohybuje okolo 1000 hodin. Baňka bývá naplněna inertním plynem argonem nebo kryptonem. Inertní plyn pomáhá tomu, aby se vlákno rychle nevypařovalo, umožňuje zvýšit teplotu vlákna a měrný výkon žárovky, omezuje černání baňky a zlepšuje stabilitu světelného toku. Baňka je vyráběna

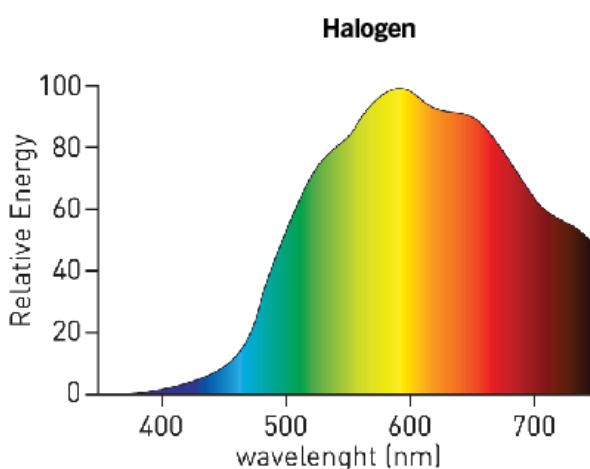
ze sodno-vápenatého skla. Může být čirá, zrcadlená, barvená, matovaná. V roce 2012 byla výroba klasické žárovky ukončena, z důvodu její nehospodárnosti.

### Halogenová žárovka

Halogenové žárovky pracují na podobném principu jako klasické žárovky. Zlepšení přináší náplň s příměsí halogenů (jod, brom, xenon). V důsledku použití halogenů bylo nutné nahradit materiály, které by s nimi reagovali. Baňka je vyráběna z mechanicky a teplotně odolnějšího křemenného skla. Žárovky fungují na principu tzv. halogenového cyklu. Vypařený wolfram se u povrchu baňky slučuje s halogenem a vlivem tepelného pole se vrací zpět na teplejší místo vlákna, kde se wolfram usazuje a halogen se vrací k povrchu baňky. Díky tomuto cyklu se zvyšuje světelný tok a také doba života žárovky. Doba života halogenové žárovky se udává 2000 hodin a měrný výkon (cca 22 lm/W).



Obr. 5.9. Halogenová žárovka [21]



Obr. 5.10. Příklad spektra halogen. žárovky [22]

Spektrální složení světla halogenových žárovek je vlivem vyšší teploty vlákna strmější v oblasti menších vlnových délek. Halogenové žárovky vyzařují bílé světlo s teplotou chromatičnosti 3000 K.

### 5.2.2.2. Nízkotlaké výbojové zdroje

#### Lineární zářivky

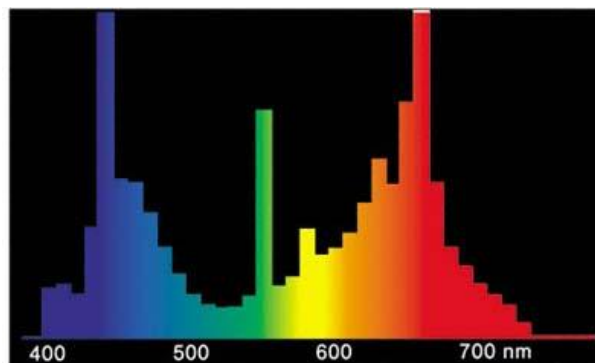
Zářivky patří mezi nízkotlaké rtuťové výbojky. Ve skleněné trubici vzniká elektrické pole mezi elektrodami, následně jsou vybuzeny páry rtuti, ve kterých dochází k emisi neviditelného ultrafialového záření. Luminofor<sup>2</sup>, který je nanesen na vnitřní straně trubice neviditelné záření přeměňuje na světlo. Jmenovitý světelný tok je dosažen po cca 3 minutách provozu. Zářivky se vyznačují vysokým měrným výkonem až 104 lm/W, proto jsou velmi vhodné z ekonomického hlediska. U všech výbojek je nutné nainstalování předřadníků. Zářivky lze provozovat s elektronickými předřadníky, které zajistí vyšší

<sup>2</sup> Luminofor - látka schopná pohlcovat energii ultrafialového záření a následně ji vyzařovat ve formě viditelného světla

hospodárnost a delší životnost. Elektronický předřadník zabrání kolísání napětí, a tím i vzniku stroboskopického efektu<sup>3</sup>. Zářivky lze pomocí předřadníku také stmívat.



Obr. 5.11. Lineární zářivka T8 Osram – Fluora [23]



Colour 77 FLUORA®

Obr. 5.12. Spektrum lineární zářivky Osram – Fluora [23]

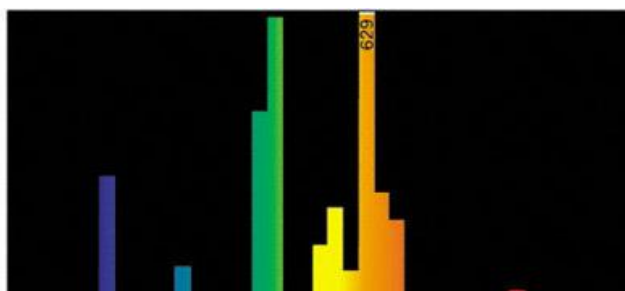
Doba života zářivky s elektronickým předřadníkem je cca 18 000 hodin, s klasickým předřadníkem cca 10 000 hodin. Dobu života zářivek ovlivňuje také počet zapnutí a vypnutí. Zářivky jsou závislé na teplotě, a proto se nehodí do venkovních prostor. Zářivky mohou mít náhradní teplotu chromatičnosti v rozmezí 2700-8000 K a index podání barev 60-98. Volbou luminoforu lze ovlivnit spektrum zářivky. Zářivky s upraveným spektrem se používají pro pěstování rostlin, chov zvířat.

### Kompaktní zářivky

Pracují na stejném principu jako lineární zářivky. Jejich výhodou jsou menší rozměry oproti lineárním zářivkám. Ke zmenšení rozměrů došlo zatočením trubice. Vlivem stínění trubice došlo ke snížení měrného výkonu na cca 88 lm/W.



Obr. 5.13. Kompaktní zářivka Philips Tornádo [24]



Obr. 5.14. Příklad spektra kompaktní zářivky [23]

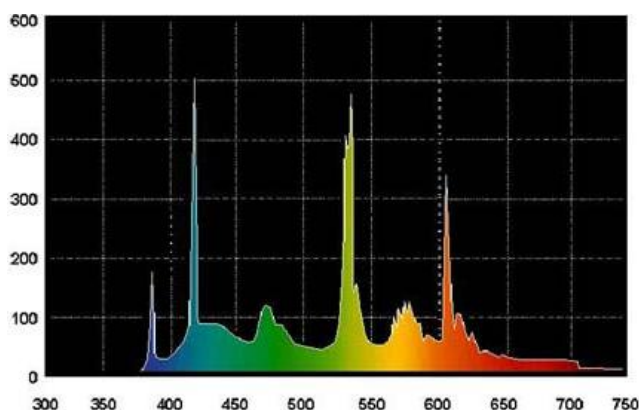
<sup>3</sup> Stroboskopický efekt - zdánlivá změna rychlosti nebo pohybu pozorovaného objektu vyvolaná jeho osvětlováním periodicky proměnným světlem, jako stroboskopický efekt se též označuje rychlé střídání světla a tmy, resp. dopad silnějšího a slabšího osvětlení na sítnici oka, u citlivých jedinců může vyvolat nepříjemné pocity, u osob trpících epilepsií může vyvolat epileptický záchvat

## Indukční výbojky

Patří stejně jako zářivky mezi nízkotlaké rtuťové výbojky. Indukční výbojky pracují na principu indukce. Pohyb elektronů je zajištěn pomocí magnetického pole a geometrie výbojového prostoru. Životnost výbojek závisí pouze na životnosti elektronického předřadníku. Doba života je 60 000 hodin. Měrný výkon 93 lm/W. Index podání barev 80. Další výhodou indukčních výbojek je okamžitý náběh světelného toku a doba znovuzápalu. Jejich použití je vhodné zejména v prostorech s velkou náročností údržby (tunely, mosty).



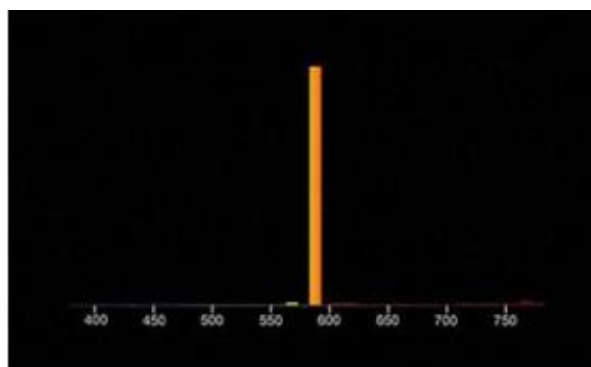
Obr. 5.15. Indukční výbojka [25]



Obr. 5.16. Příklad spektra indukční výbojky [26]

## Nízkotlaké sodíkové výbojky

U těchto výbojek nastává výboj v trubici ve tvaru U, která je naplněna plynným argonem, neonem a sodíkem v pevném skupenství. Při tlaku 0,5 Pa a teplotě výbojové trubice 300°C dochází k přechodu pevného skupenství sodíku na plynné, tím se vyzáří monochromatické záření v pásmu vlnových délek 589 a 589,6 nm - žlutá oblast spektra. Výbojky mají vysoký měrný výkon až 200 lm/W. Dlouho dobu životnosti až 24 000 hodin. Index podání barev 0, v jejich světle nelze rozlišovat barvy. V důsledku špatného podání barev a dobré viditelnosti i v husté mlze se nejvíce používají při osvětlení dálnic.



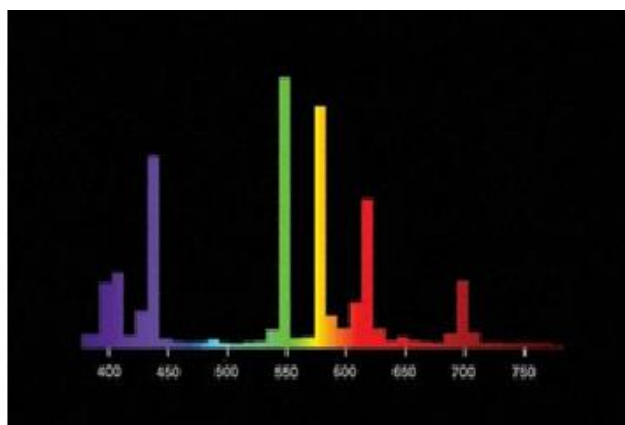
Obr. 5.17. Nízkotlaká sodíková výbojka a příklad jejího spektra [27]



### 5.2.2.3. Vysokotlaké výbojové zdroje

#### Vysokotlaké rtuťové výbojky

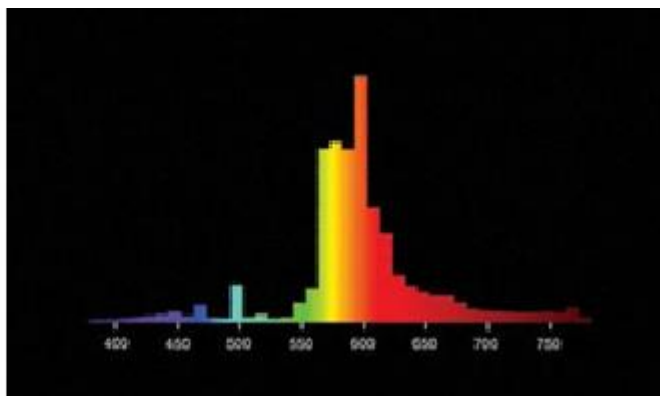
Viditelné záření u těchto zdrojů vzniká výbojem v parách rtuti při tlaku 0,1 MPa. Výbojky vyzařují převážně viditelné záření. Zbylé ultrafialové záření je pomocí luminoforu transformováno do viditelné oblasti. Světlo výbojek je modrobílé až modrozelené. Výbojky mají dlouhou životnost až 16 000 hodin, odolávají změnám teploty a vykazují stabilitu světelného toku během doby životnosti. Index podání barev 60. Nevýhodou tohoto zdroje je doba zapnutí až po vychladnutí výbojky, nevhodnost pro stmívání. Používají se v malé míře při venkovním osvětlování.



Obr. 5.18. Vysokotlaká rtuťová výbojka a příklad jejího spektra [27]

#### Vysokotlaké sodíkové výbojky

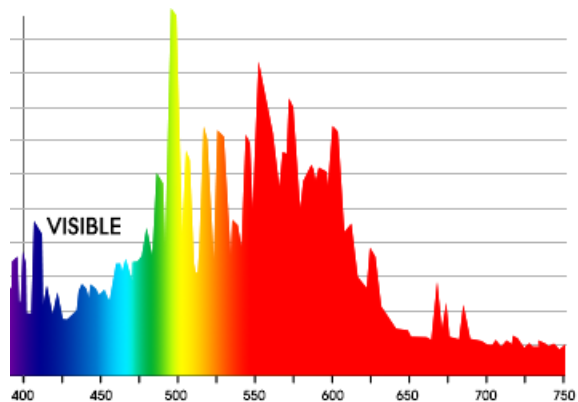
Světlo v těchto výbojkách je vyzařováno sodíkovými parami s provozním tlakem 3 až 60 kPa. Při zvyšování tlaku par sodíku klesá světelná účinnost, prochází minimem a opět roste, při tlaku 10 kPa dosahuje druhého maxima a v závislosti na dalších parametrech, může dosahovat až hodnoty 150 lm/W. Při rostoucím tlaku par sodíku se výrazně rozšiřují spektrální čáry a vzniká silné spojitě záření při současném růstu absorpce rezonančního záření. S rostoucím tlakem je stále zřetelnější asymetrie rozšiřování rezonančních čar k oběma koncům spektra. Index podání barev těchto zdrojů se pohybuje mezi 0 až 85. Výbojku je možné znovu zapnout až po vychladnutí. Jmenovitý světelný tok nastává až po cca 5 minutách provozu, po celou dobu životnosti má výbojka stabilní světelný tok. Doba života je až 30 000 hodin. Periodické zhasínání výbojek signalizuje konec životnosti výbojky.



Obr. 5.19. Vysokotlaká sodíková výbojka a příklad jejího spektra [27]

### Halogenidové výbojky

V halogenidových výbojkách vzniká světlo zářením par kovů a zářením halových prvků jako je galium, thalium, sodík. Při využití dalších chemických prvků je možné upravit vyzařované spektrum podle potřeby. Díky možné úpravě spektra a indexu podání barev až 90 mají tyto výbojky využití při osvětlení interiérů, obchodních a výstavních prostor. Většími příkony lze osvětlovat sportoviště, dopravní uzly. Tento typ výbojky má velký měrný výkon a dlouhou životnost až 15 000 hodin. Jejich nevýhodou je dlouhý náběh na jmenovité parametry a nemožnost okamžitého zápalu.



Obr. 5.20. Halogenidová výbojka [28]

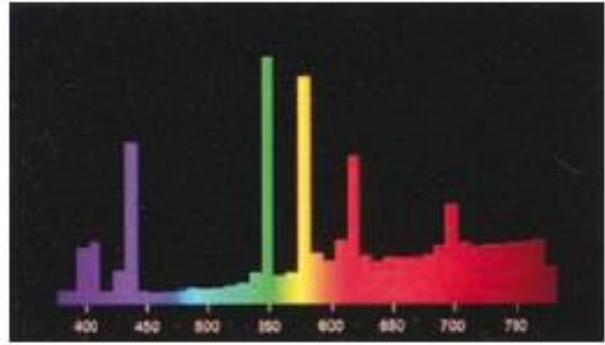
Obr. 5.21. Příklad spektra halogenidové výbojky [29]

### Směšové výbojky

Baňka výbojky obsahuje rtuťovou výbojku a wolframové vlákno. Záření wolframového vlákna doplňuje spektrum rtuťového výboje v červené oblasti. Wolframové vlákno současně plní funkci předřadníku, provoz těchto výbojek nevyžaduje předřadník. Baňka je uvnitř pokryta luminoforem a naplněna inertním plynem. Výbojky mají příjemný teplý odstín s náhradní teplotou chromatičnosti 3 300 až 3 800 K, index podání barev až 70. Jmenovitý světelný tok je dosažen téměř okamžitě. K nevýhodám těchto zdrojů patří nemožnost stmívání a nízký měrný výkon.



Obr. 5.22. Směšová výbojka [30]



Obr. 5.23. Příklad spektra směšové výbojky [31]

#### 5.2.2.4. Elektroluminiscenční světelné zdroje

##### LED diody

Pracují na jiném fyzikálním principu než žárovky a výbojky. Světelné záření vzniká průchodem proudu polovodičovým přechodem. Vyzařované záření má úzkou křivku spektrálního složení. Jako první se objevily diody, které vyzařovaly světlo červené barvy, oranžové, žluté a následně i modré barvy. Po objevení diody s vyzařovaným světlem modré barvy, bylo možné vyrobit diodu bílé barvy. Dioda bílé barvy vyzařuje záření ve viditelné části spektra. Bílé světlo diody se dá získat mísením červené, zelené a modré LED anebo využitím fosforescence luminoforem. Druhý způsob generování bílého světla se skládá z luminiscence modrého světla a fosforescence žlutého světla. Podle poměru luminiscence a fosforescence lze měnit měrný výkon a index podání barev.



Obr. 5.24. LED dioda [32]



Obr. 5.25. LED pásek [33]

Mezi výhody LED patří malé rozměry, energetická úspornost, možnost stmívání a dlouhá životnost. Nevýhodou LED diod je absence červené části spektra, úbytek světelného toku po dobu životnosti spojená s odvodem tepla z PN přechodu. Využívají se při venkovním osvětlení, osvětlování vnitřních prostor, reklamním osvětlení, ale také ve zdravotnictví.



Obr. 5.26. Spektrum LED pásku 3968 K [13]

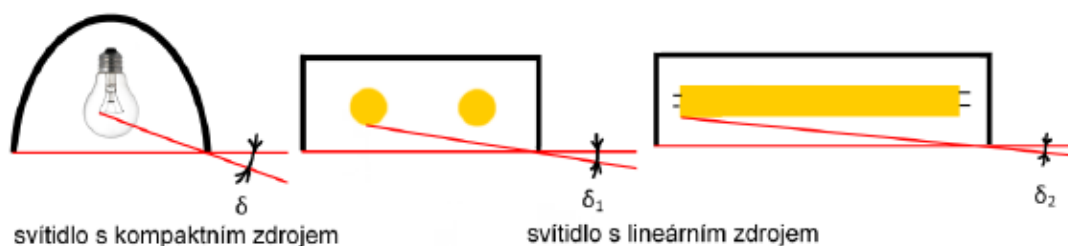


Obr. 5.27. Spektrum LED 2636 K [13]

## 6. Svítidla

Svítidla jsou zařízení složená z několika částí, které slouží k směrování světla do okolního prostoru. Obsahují světelné zdroje, části pro upevnění svítidla a ochranu zdrojů a případně obvody, včetně prostředků pro připojení k síti. Všechny tyto části musí být konstruovány tak, aby byla zajištěna ochrana před úrazem elektrickým proudem.

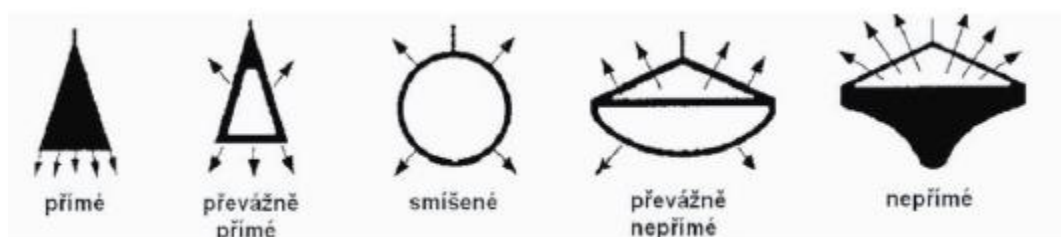
Svítidla lze rozdělit podle různých kritérií, podle typu použitého zdroje, podle typu montáže, podle rozložení světelného toku, tvaru křivky svítivosti a úhlu clonění svítidla pro zabránění oslnění.



Obr. 6.1. Úhel clonění u svítidla [34]

Nejdůležitějším hlediskem je typ světelného zdroje. Rozlišují se svítidla pro kompaktní zdroje, jako jsou žárovky, LED náhrady žárovek a kompaktní zářivky, dále pak svítidla pro zářivky, výbojky a LED.

Dalším důležitým je dělení svítidel podle rozložení světelného toku.

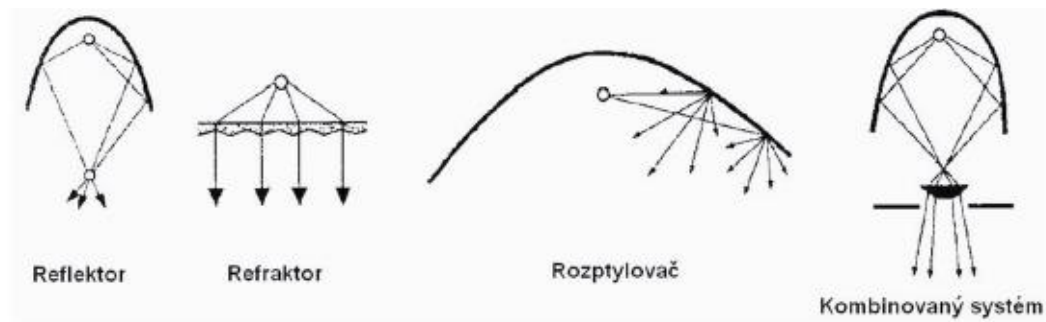


Obr. 6.2. Piktogramy rozložení světelného toku [34]

Další používané dělení svítidel je dělení podle typu montáže. Na svítidla závěsná, zápusťná, stojanová, na konzolu a přisazená, která se nadále dělí na stropní a nástěnná.

### 6.1. Světelně činné části

Slouží k usměrnění světelného toku jdoucího ze svítidla, tedy k úpravě křivky svítivosti, omezení oslnění a filtraci světelného toku. K usměrnění světelného toku lze použít několik optických prvků, reflektor, refraktor a difuzor. Správnou volbou optických prvků lze zvýšit účinnost svítidel.



Obr. 6.3. Základní typy světelně aktivních ploch [34]

Reflektory využívají k usměrnění světelného toku zrcadlový odraz. Při výrobě reflektorů se nejčastěji používá vysoce čistý hliník s povrchovou úpravou s odrazností až 98 %. Při návrhu reflektorů je také důležité jeho tvarování, tak aby bylo zamezeno zpětnému odrazu paprsku do světelného zdroje, zajištěno minimum odrazů paprsku na reflektoru a také distribuce do místa zrakového úhlu. U refraktorů dochází k rozložení světelného toku na principu lomu světla. Refraktory se vyrábějí ze skla, polymetalakrylátu a polystyrenu. Účinnost svítidel s refraktory je nižší než účinnost svítidel s reflektory. Difuzory rozptylují světelný tok odrazem nebo prostupem a vyzářují světelný tok jako rovnoměrně rozptýlná plocha. Při výrobě difuzorů se používá vysoce čistý hliník s povrchovou úpravou, která vytváří difuzní odraz. Svítidla s difuzory mají rovnoměrné rozložení jasů a neoslňují.

## 6.2. Elektrotechnické části

Slouží k přivádění elektrické energie ke světelným zdrojům a zajišťují provoz světelného zdroje. Část, která slouží k připevnění světelného zdroje se nazývá objímka. Objímky mají různé typy patic, podle konkrétního zdroje. Nejčastějším používaným typem jsou patice závitové (E14, E27, E40), bajonetové (B15, B22), zářivkové (G5, G13) a kolíkové (G23, G24, G7). K vzájemnému propojení více vodičů se používá svorkovnice. K přizpůsobení napájení, eliminaci stroboskopického efektu, vygenerování zapalovacího napětí a úpravě účinníku slouží předřadník. V dnešní době se nejvíce používají elektronické předřadníky jejichž výhodami je okamžitý start bez blikání, rychlý náběh na jmenovitý světelný tok, úplné potlačení stroboskopického efektu, prodloužení životnosti světelného zdroje, možnost stmívání a snížení energetické ztráty osvětlovací soustavy.

## 6.3. Konstrukční části

Slouží jako nosná konstrukce svítidel, k ochraně před nebezpečným dotykem a proti vniknutí vody. Dalšími požadavky, které musí konstrukční části svítidel splňovat jsou světelná stálost, teplotní stálost, odolnost proti korozi a mechanická pevnost.

Pro krytí svítidel platí norma ČSN EN 60 529, podle které se druh krytí svítidla označuje písmeny IP a dvojčíslím. První číslice označuje ochranu před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím cizích pevných těles. Druhá číslice označuje ochranu proti vniknutí vody. Nejmenší krytí svítidel na nízké napětí je IP 20, pro venkovní prostředí je třeba krytí proti dešti IP 23.

<b>První číslice</b>	<b>Stupeň ochrany před dotykem nebezpečných částí a vniknutím cizích předmětů</b>
0	bez ochrany
1	před vniknutím pevných těles větších než 500 mm (hřbetu ruky)
2	před vniknutím pevných těles větších než 12,5 mm (prstu)
3	před vniknutím pevných těles větších než 2,5 mm (jemného nástroje)
4	před vniknutím těles větších než 1 mm (drátu)
5	před prachem (částečně, prach však nemůže narušit funkce svítidla)
6	úplně před prachem
<b>Druhá číslice</b>	<b>Stupeň ochrany před vniknutím vody</b>
0	bez ochrany
1	před svisle kapající vodou
2	před kapající vodou při sklonu 15°
3	před dopadající vodou při sklonu 60° (déšť)
4	před stříkající vodou (z libovolného směru)
5	před tryskající vodou (tj. tlakovou vodou)
6	před intenzivně stříkající vodou
7	při dočasném ponoření (při určeném tlaku a čase)
8	při trvalém ponoření

Tab. 6.1. Tabulka a popis stupňů krytí

## 7. Denní světlo

Primárním zdrojem denního záření je Slunce. Jeho elektromagnetické záření pokrývá širokou část spektra, k zemskému povrchu se však dostane pouze záření vlnových délek od 280 do 3000 nm, zbytek záření pohltí atmosféra. Část optického záření v ultrafialové oblasti má baktericidní účinky, jež dezinfikují prostor, ve kterém pobývá člověk. Na druhé straně může mít negativní vliv na materiály, u kterých může vyvolat fyzikální a chemické procesy. Příznivý vliv na psychiku člověka má denní světlo v oblasti viditelného záření. Infračervená složka denního záření má tepelný účinek, který v létě může způsobit přehřívání interiéru, ale naopak v zimě může přispívat k tepelné bilanci budovy.

Jelikož denní osvětlení dopadá na zemi jako přímé sluneční světlo nebo světlo rozptýlené atmosférou-oblohové (difuzní) světlo. Mění se intenzita denního osvětlení i jeho barva v průběhu dne podle denní a roční doby, zeměpisné šířky a podle stavu oblohy. Intenzita osvětlenosti v letním období dosahuje až 100 000 lx. Denní osvětlení je jedním z důležitých faktorů životního i pracovního prostředí. Denní osvětlení má vliv na zdravotní a psychický stav člověka, dostatečné a kvalitní osvětlení zabraňuje vzniku nadměrné únavy, zvyšuje efektivitu a kvalitu práce a podílí se na snižování množství pracovních úrazů.

Vzhledem k tomu, že spektrální složení denního světla je proměnlivé v závislosti na výšce Slunce nad obzorem a na stavu oblačnosti. Je téměř nemožné jeho nahrazení světlem z umělých světelných zdrojů. Návrh denního osvětlení komplikuje zejména neustálá proměnlivost denního světla jak na intenzitě, ve spektrálním složení a rozložení světelného toku. Při návrhu osvětlení je třeba zachovat zrakovou pohodu jak při přímém slunečním světle, tak i při zatažené obloze.

Podle platných předpisů musí mít všechny vnitřní prostory určené pro trvalý pobyt osob vyhovující denní osvětlení. Trvalým pobytem se rozumí pobyt osob ve vnitřní prostoru nebo ve vymezené části v délce trvání jednoho dne (za denního světla) déle než čtyři hodiny opakující se více než jednou týdně. Výjimku tvoří bezokenní pracoviště, což jsou pracoviště s nočním provozem, z technologických důvodů umístěných pod úrovní terénu, jehož účel nebo konstrukční požadavky neumožňují zřídit dostatečný počet nebo dostatečnou velikost osvětlovacích otvorů, z technologických důvodů. V prostorech s trvalým pobytem osob a nedostatkem denního osvětlení, je dobré přijmout náhradní opatření. Opatřením může být například pobyt v prostoru nejvíce 4 hodiny, začátek pracovní směny po 12 hodině, ukončení pracovní směny nejpozději o 13 hodině,



přestávka v práci přes oběd v trvání alespoň 2 hodiny, nejvíce dvě noční směny v jednom týdnu nebo vysoká umělá osvětlenost minimálně 1500 lx na svislých rovinách.

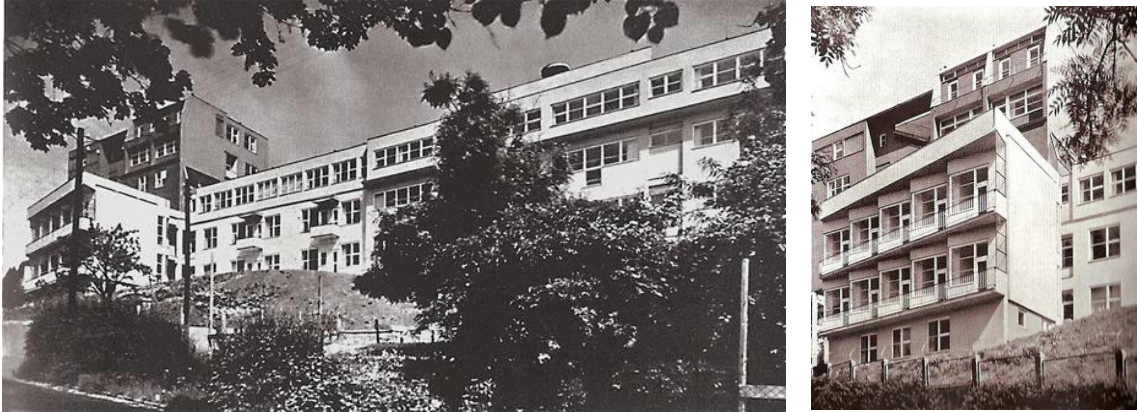


Obr. 7.1. - 7.2. Falešná okna v elektrárně Dlouhé Stráně přispívají k psychické pohodě zaměstnanců při dlouhodobé práci v podzemních prostorách [35]

Pro osvětlení zrakového úkolu se uvažuje světlo pronikající do osvětlovaného prostoru z oblohy, světlo odražené od venkovních objektů a světlo odražené od vnitřních povrchů v místnosti. Při návrhu denního osvětlení je třeba zabránit oslnění vysokým jasem oblohy nebo vnikajícím přímým slunečním světlem. Nevhodně navržené osvětlovací otvory mohou způsobovat v létě tepelnou zátěž budovy a v zimě nežádoucí ochlazování. Pro osvětlení prostorů se používá bočního, horního nebo kombinovaného osvětlení. Mezi boční osvětlení patří okenní otvory v obvodovém plášti budovy. Kromě bočního osvětlení se můžeme setkat i s osvětlením horním, do kterého patří osvětlení světlíky nebo světlovody. Při použití světlíku putuje světlo po vnitřním prostoru v průběhu dne. Světlovody zajišťují stálý rozptyl světla v průběhu dne. Na světlo přicházející shora je člověk z přírody lépe adaptován, obvykle zajišťuje i dostatečnou intenzitu osvětlení. Ovšem pouze horní osvětlení by v obytných prostorách působilo negativně na psychiku člověka, proto se zde používá převážně boční osvětlení.

Dostatečný přísun denního světla však ještě nezaručuje zrakovou pohodu. Při proměnlivosti denního osvětlení během roku je třeba k dosažení požadovaného komfortu v prostorech s vyšší zrakovou náročností a v prostorech s okny na osluněnou stranu, opatřit osvětlovací otvory zařízeními schopnými regulovat prostup slunečního záření do budovy podle aktuální potřeby. Regulační prvky by měli být zhotoveny z matných materiálů, aby bylo zabráněno oslnění zrcadlovými odrazy. Jako vnější regulační prvky se používají slunolamy, žaluzie a rolety. Jejich výhodou je, že teplo dopadající na regulační zařízení zůstává vně budovy a nezvyšuje tak tepelnou zátěž budovy. Mezi vnitřní zařízení patří žaluzie, rolety a závěsy. Automatické ovládání regulačních zařízení v inteligentních budovách umožňuje regulaci denního a umělého osvětlení docílit úspor na spotřebě elektrické energie.

Jako příklad budovy s přístupem denního světla uvádím bývalý kožní pavilon v nemocnici Na Bulovce. Pavilon byl postaven v roce 1936 za spolupráce architekta Rosúlka s lékařem. Pro správnou diagnózu kožních onemocnění je důležitý přístup denního světla do ambulancí. Proto aby se dostalo denní světlo do všech ambulancí bylo vždy několik ambulancí (cca 4) mezi sebou propojeno luxfery. V dnešní době je propojení ambulancí luxfery nepřipustné, a proto byly otvory po luxferách zazděny.



Obr. 7.3. Kožní pavilon na pražské Bulovce [38]

## 8. Sdružené osvětlení

Sdružené osvětlení je současné osvětlení denním světlem a doplňujícím umělým osvětlením. Lze ho použít pouze v odůvodněných případech, tam kde nelze zajistit denní osvětlení na požadované úrovni. Sdružené osvětlení nenahrazuje denní světlo, avšak spojuje výhody denního osvětlení (spektrální složení, proměnlivost) a umělého osvětlení (intenzita). Umožňuje využití starších budov s nedostatečným denním světlem pro zrakově náročnější práce a také se podílí na optimalizaci celkové energetické náročnosti.

Z hlediska působení na člověka nemůže sdružené osvětlení nahradit denní světlo, ale je pro člověka příjemnější než pouze osvětlení umělé. Poměr mísení denního a umělého osvětlení by měl být nejméně 1:1. Při poměru 1:5 a menším se výsledky měření neliší od měření umělého osvětlení. Intenzita umělé složky světla by měla být 200-300 lx s teplotou chromatičnosti okolo 6000 K, nejméně však 4000 K. Nevhodným zdrojem umělého osvětlení za denního světla je tedy žárovka jejíž teplota chromatičnosti se pohybuje okolo 3000 K. Barevné vlastnosti světelných zdrojů doplňujícího osvětlení jsou popsány v normě ČS EN 12464-1.

Při návrhu sdruženého osvětlení se posuzuje několik světelně technických parametrů: hladina osvětlenosti, rovnoměrnost osvětlenosti, jasové poměry a barevné vlastnosti osvětlení. Pokud se pozorovaný předmět nachází proti osvětlovacímu otvoru, je třeba zajistit dostatečné osvětlení tohoto předmětu, tak aby nedocházelo k siluetovému efektu. Siluetový jev vzniká při velkém kontrastu mezi pozadím a pozorovaným předmětem, člověk tedy vnímá pouze obrys předmětu. Pro rozlišování detailů by měl být podíl jasu předmětu k jasu osvětlovacího otvoru větší než 1:40. Pro návrh sdruženého osvětlení je vhodné použít řízenou osvětlovací soustavu v závislosti na denním světle. Pro snímání denní osvětlenosti je možné použít senzor na stropě místnosti.

## 9. Umělé osvětlení

Zajišťuje předepsané světelné podmínky ve vnitřních prostorech v době nedostatečného denního světla. Umělé osvětlení je realizováno pomocí umělých světelných zdrojů. Toto osvětlení však nedokáže svou kvalitou nahradit denní světlo. Současné světelné zdroje nejsou většinou schopny zajistit dynamiku denního světla a jeho spektrální složení. Ve srovnání s denním osvětlením se při umělém osvětlení dostaví únava rychleji a zvýší se chybovost člověka.

Podle prostorového rozložení světelného toku se osvětlovací soustavy dělí na přímé, nepřímé a smíšené. Přímé osvětlovací soustavy se používají nejčastěji. U těchto soustav je světelný tok vyzařován do dolního poloprostoru. Tyto soustavy opticky snižují výšku prostoru, potlačují rovinu stropu a současně zvýrazňují pracovní plochy a podlahu. Vlivem spektrálního složení odražené složky světla může při přímém osvětlení docházet k ovlivnění barevného řešení podlahy. Odražená složka může také převážně u prostorů s velkou rozlohou a malou výškou změnit barevný odstín stropu, který je osvětlen pouze světlem odraženým od podlahy. Při použití svítidel s výrazným cloněním je světelný tok

dopadající na stěny prostoru malý, to může vyvolat pocit nedostatečného osvětlení prostoru. Tento nežádoucí jev lze eliminovat nebo zmírnit přisvětlením stěn, nebo použitím svítidel s širokou křivkou svítivosti. Z energetického hlediska jsou tyto osvětlovací soustavy neúčinnější.

Výrazně vyšší energetickou náročnost mají osvětlovací soustavy s nepřímým osvětlením. Nepřímé osvětlovací soustavy vyzařují světelný tok do horního poloprostoru. Povrchy stropu a stěn odrážejí světlo do dolního poloprostoru. Tento typ osvětlení lze přirovnat k dennímu osvětlení při zatažené obloze. Příjemný pocit z nepřímého osvětlení je dán tím, že odražené světlo od velkých rozptýlných ploch nevytváří na lesklých plochách odlesky od jasných částí svítidel. U nepřímého osvětlení zpravidla nevzniká problém s oslněním, postrádá však přímou složku osvětlení, což vede ke zhoršenému vnímání hloubky prostoru, a i k potlačení prostorové orientace. Je tedy vhodné doplnit nepřímé osvětlení akcentovým osvětlením. Akcentové osvětlení světelně zdůrazní objekty nebo plochy v interiéru.

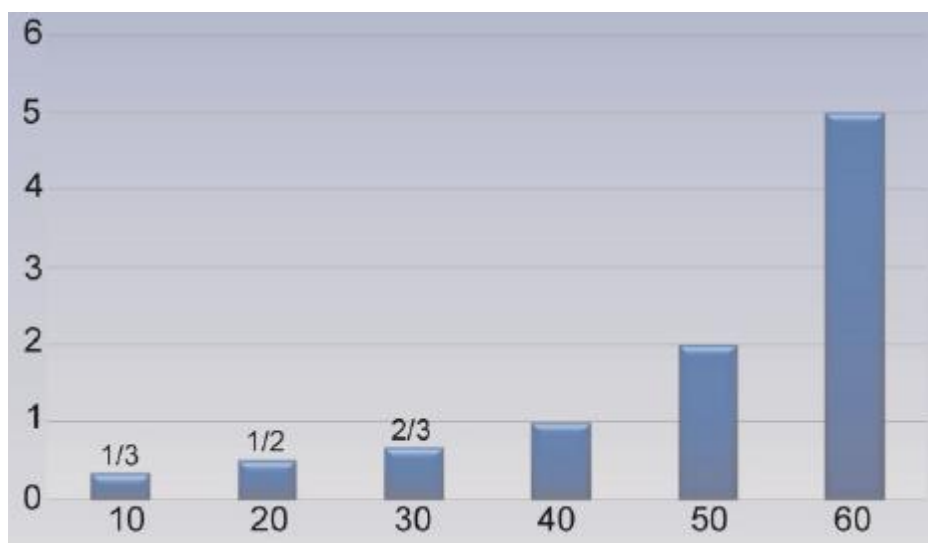
Vlastnosti obou typů se kombinují ve smíšených osvětlovacích soustavách. Volbou přímé a nepřímé složky lze volit charakter osvětlení. Smíšené osvětlovací soustavy lze vytvořit jednou soustavou smíšených svítidel nebo pomocí kombinace soustavy přímých a nepřímých svítidel.

Podle rozložení sledovaných světelně technických veličin v řešeném prostoru se osvětlovací soustavy dělí na celkové, odstupňované a kombinované. Celkové osvětlení zajišťuje požadovanou osvětlenost s předepsanou rovnoměrností v celém prostoru. Za požadovanou osvětlenost se považuje osvětlenost pro nejnáročnější zrakový úkol. Výhodou celkového osvětlení je flexibilita rozmístění pracovních míst. Jeho nevýhodou je energetická náročnost, která je dána hladinou osvětlenosti v celém prostoru. Výhodnějším osvětlením z hlediska energetické náročnosti je osvětlení odstupňované. U odstupňovaného osvětlení je prostor rozdělen na zóny podle potřebných světelných podmínek. Při návrhu tohoto typu osvětlení je však nutné znát rozmístění a orientaci pracovních míst. Kombinované osvětlení tvoří kombinace celkového nebo odstupňovaného osvětlení s osvětlením místním. Místní osvětlení spolu s celkovým nebo odstupňovaným osvětlením zajišťuje požadovanou osvětlenost v místě zrakového úkolu. Použití tohoto typu osvětlení je vhodné zvláště v prostorech s požadavky na vysokou osvětlenost v místě zrakových úkolů. Výhodou kombinovaného osvětlení je energetická náročnost a individuální přizpůsobení světelně technických parametrů. Samotné místní osvětlení není určeno pro osvětlování pracovních míst s trvalým pobytem osob. Důvodem je vysoká nerovnoměrnost rozložení jasu v prostoru, která ovlivňuje zrakovou únavu a vidění.

Cílem osvětlení je vytváření zrakové pohody. Správné osvětlení navržené podle zásad světelné techniky a respektující psychologické, fyziologické a biologické požadavky ovlivňuje kvalitu práce, únavu a zdravotní stav lidského organismu.

Hlavními parametry určujícími světlené prostředí jsou rozložení jasu, osvětlenost, oslnění, směrovost světla, podání barev, barevný tón světla a míhání světla. Intenzita

umělého osvětlení se navrhuje na požadovaný zrakový výkon. Čím obtížnější je zrakový výkon, tím větší intenzita osvětlení, oko musí rozlišovat menší detaily. Potřebná intenzita se zvyšuje s délkou zrakové činnosti, s rychlostí změn pozorovaného detailu a s menšími kontrasty pozorovaných ploch. Potřebná intenzita se také zvyšuje s věkem člověka.



Obr. 9.1. Potřebná úroveň osvětlení pro stejný zrakový výkon při různém věku lidí [1]

## 9.1. Požadavky na osvětlení různých typů prostor

Druh prostoru, úkolu nebo činnosť	$E_m$ [lx]	UGRL [-]	$U_o$ [-]	$R_a$ [-]	Specifické požadavky
učebny, konzultační místnosti	300	19	0,6	80	Osvětlení má být regulovatelné
auditoria a posluchárny	500	19	0,6	80	Osvětlení má být regulovatelné, aby splňovalo požadavky na prostory s audiovizuální prezentací
kreslírny pro technické kreslení	750	16	0,7	80	
vstupní haly	200	22	0,4	80	
komunikační prostory a chodby	100	25	0,4	80	
schodiště	150	25	0,4	80	
školní jídelny	200	22	0,4	80	

Tab. 9.1. Vzdělávací zařízení – školské budovy [11]

Druh prostoru, úkolu nebo činnosť	$E_m$ [lx]	UGRL [-]	$U_o$ [-]	$R_a$ [-]	Specifické požadavky
práce s drahými kameny	1500	16	0,7	90	$4000\text{ K} \leq T_{cp} \leq 6500\text{ K}$
výroba šperků	1000	16	0,7	90	
výroba hodinek (ruční)	1500	16	0,7	80	
výroba hodinek (automatická)	500	19	0,6	80	

Tab. 9.2. Průmyslové a řemeslné činnosti – šperkařství [11]

Druh prostoru, úkolu nebo činnosť	$E_m$ [lx]	UGRL [-]	$U_o$ [-]	$R_a$ [-]	Specifické požadavky
zakládání dokumentů, kopírování	300	19	0,4	80	
psaní, čtení, zpracování dat	500	19	0,6	80	Práce s displeji viz 4.9
technické kreslení	750	16	0,7	80	
pracovní stanice CAD	500	19	0,6	80	Práce s displeji viz 4.9
konferenční a zasedací místnosti	500	19	0,6	80	Osvětlení má být regulovatelné
recepce	300	22	0,6	80	
archivy	200	25	0,4	80	

Tab. 9.3. Administrativní prostory (kanceláře) [11]

Druh prostoru, úkolu nebo činnosť	$E_m$ [lx]	UGRL [-]	$U_o$ [-]	$R_a$ [-]	Specifické požadavky
čekárny	200	22	0,4	80	
chodby - ve dne	100	22	0,4	80	Osvětlenost na úrovni podlahy
chodby - v noci	50	22	0,4	80	Osvětlenost na úrovni podlahy
místnosti personálu	300	19	0,6	80	
lůžkové pokoje - celkové osvětlení	100	19	0,4	80	Osvětlenost na úrovni podlahy
noční osvětlení, obchůzkové	5	/	/	80	
koupelny a záchody pacientů	200	22	0,4	80	
vyšetřovny - celkové osvětlení	500	19	0,6	90	4000 K < $T_{cp}$ < 5000 K
operační sály	1000	19	0,6	90	

Tab.9.4. Zdravotnictví [11]

# 10. Vliv osvětlení z hlediska zdraví

## 10.1. Vlivy a účinky záření

### 10.1.1. Ultrafialové záření

UV záření je příčné elektromagnetické vlnění, které má stejnou fyzikální povahu jako světlo. Jeho vlnová délka je menší než vlnové délky světla. Fyziologické i biologické účinky UV záření závisejí na energii fotonů<sup>4</sup> UV, která je větší než u viditelného světla. Dále závisejí účinky záření na intenzitě záření, době trvání ozáření, schopnosti absorpce záření tkáněmi a na reaktivitě organismu.

Rozeznávají se tři typy ultrafialového záření, které mají různé biologické účinky. Dlouhovlnné UV-A záření (320 až 365 nm), které vyvolává zhnědnutí kůže produkcí melaninu. Středněvlnné UV-B záření (280 až 320 nm) způsobuje zčervenání, zánět kůže, akutní a chronické poškození kůže, při vyšších dávkách tohoto typu záření může dojít ke vzniku puchýřů. Krátkovlnné UV-C záření (pod 280 nm) je absorbováno ozónovou vrstvou a na zemský povrch nedopadá. Toto záření poškozuje DNA, a proto se využívá ve formě baktericidních zářivek.

Přírodním zdrojem ultrafialového záření je Slunce. Množství záření, které dopadá na zemský povrch závisí na ročním období, denní době a nadmořské výšce. V letním období dopadne na zemský povrch asi 3krát větší množství UV záření než v zimním období. Největší rozdíl je v množství dopadu UV-B složky, která je v létě nejméně 10krát vyšší než v zimě. Liší se také citlivost kůže na UV záření, největší citlivost je v květnu, naopak nejmenší v říjnu. Intenzita UV záření dosahuje maxima v zimě ve 12 hodin, v létě ve 13 hodin. S každými 1000 m nadmořské výšky se zvyšuje množství záření UV-A o cca 5 %, UV-B asi o 15% proti nulové nadmořské výšce. Toto množství stačí ke spálení kůže i v zimě. Čerstvý sníh, který odráží UV záření, které na něj dopadne, zvyšuje množství UV paprsků. U lyžařů je nutné chránit si obličej i rty ochranným krémem.

Umělými zdroji UV záření jsou vysokotlaké rtuťové výbojky, nízkotlaké rtuťové výbojky a Kromayerova lampa. U vysokotlakých rtuťových výbojek jsou zdrojem UV záření páry rtuti v uzavřené trubici z křemenného skla. Nízkotlaké rtuťové výbojky vyzařují na vlnové délce 253,7 nm. Smrtelné dávky UV záření se pro jednotlivé druhy mikroorganismů liší. Nejvyšší smrtelné dávky nacházíme u spor bakterií, plísní a polio virů<sup>5</sup>. Kromayerova lampa je vysokotlaká vodou chlazená rtuťová výbojka, která se používá k léčbě kožních onemocnění. Záření proniká křemenným okénkem, které se přitlačí na kůži, čím se dosáhne místního ozáření. Speciální výbojka slouží k ozařování hrtanu, tělních tekutin, případně krve, která je pak reinfuzí vrácena pacientovi.

UV záření neproniká do hloubky tkání, nejcitlivějšími orgány jsou kůže a oči (oční spojivky a rohovka, u UV-A i oční čočka). Nejvíce se účinky záření projevují na kůži.

---

<sup>4</sup> Fotony - elementární částice zprostředkující elektromagnetickou interakci

<sup>5</sup> Poliovir - virus způsobující dětskou obrnu [47]

Základním projevem je zčervenání kůže (erytém) s následnou pigmentací-zhnědnutím kůže. Zčervenání kůže se objevuje za 1-3 hodiny po ozáření kůže. Při zčervenání kůže se uplatňují vlnové délky kolem 254 nm a 294 nm. Současný výskyt infračerveného záření ve slunečním záření zvyšuje účinek UV záření, a tím i citlivost kůže k ultrafialovému záření. Následná pigmentace je obranná reakce organismu. Vytvořený pigment slouží k zamezení průniků UV záření do hlubších vrstev kůže. Ochranné krémy slouží jako prevence, pohlcují složku záření, která způsobuje zčervenání kůže, avšak pigmentaci neovlivňují, zvyšují tak odolnost kůže. Při dlouhotrvajícím působení UV záření na člověka může dojít až k popáleninám kůže, vzniku puchýřů a otoků. Chronické působení UV záření na kůži se může projevat suchostí kůže, pigmentovými skvrnami, tvorbou vrásek, předčasným stárnutím kůže a celého organismu až vznikem nádoru kůže. Jedno nebo dvě spálení kůže až do puchýřů za život poškodí kůži natolik, že je narušena přirozená obranyschopnost pokožky. Nedoporučuje se slunění ani solária, která jsou podle Světové zdravotnické organizace zdraví škodlivá.

Působení UV záření na oči může po 30 minutách až 24 hodinách způsobit zánět spojivek a rohovky. Příznaky obvykle mizí bez následků během 48 hodin. Při dlouhodobém působení ultrafialového záření vzniká šedý zákal oční čočky (katarakta). Při použití UV zářičů a baktericidních zářivek je vhodné chránit si oči. Stejně jako v létě ochrannými brýlemi.

UV záření má také pozitivní účinky na lidský organismus. Vlnové délky pod 300 nm způsobují vznik vitamínu D, který se ukládá do kůže, jater, mozku a kostí. Vitamin D podporuje vstřebávání vápníku ve střevě a ukládání vápníku do kostí, sekundárně ovlivňuje i další biologické procesy. UV záření vlnových délek pod 300 nm se používá při léčbě a prevenci křivice, která je způsobena nedostatkem vitamínu D, při zánětu dutin nebo při tuberkulóze kůže. Jako zdroj UV záření se při léčbě těchto onemocnění používají vysokotlaké rtuťové výbojky tzv. horské slunce. V oblasti vlnových délek 254 nm má ultrafialové záření největší baktericidní účinky. Baktericidní zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky, používají se v prostorech, kde je nutné chránit ovzduší před bakteriemi. Ve zdravotnictví se zdroje UV záření se používá ke sterilizaci ovzduší operačních sálů, pokojů, sociálních zařízení, laboratoří. V prostorech s větší koncentrací osob lze pomocí ozařování UV omezit šíření kapénkových infekcí.

Před Sluncem se můžeme chránit brýlemi s UV filtrem, oděvem a ochranným krémem. Ochranný krém by se měl vybírat podle typu kůže. Efektivní UV dávka, po které začíná pokožka rudnout se nazývá minimální erytémová dávka a označuje se jako 1 MED. S různou citlivostí pokožky člověka se liší i jeho MED. Kvalita aplikovaných krémů na opalování je dána hodnotou SPF (faktor sluneční ochrany). SPF udává, kolikrát je prodloužen čas strávený na poledním Slunci, než dojde ke zčervenání kůže.



	KOŽNÍ FOTOTYP	REAKCE KŮŽE NA SLUNCI	DOBA ZČERVENÁNÍ KŮŽE BEZ UV OCHRANY
	<b>1</b> velmi světlá kůže, rezavé vlasy, pihy	pokaždé se spálí, někdy do červena, nikdy nepigmentuje	<b>10</b> minut
	<b>2</b> světlá kůže, světlé vlasy	pokaždé se opálí do červena, někdy slabě pigmentuje	<b>10 až 20</b> minut
	<b>3</b> světle hnědá kůže, hnědé až tmavé vlasy	někdy se spálí, někdy se opálí do červena, vždy pigmentuje	<b>20 až 30</b> minut
	<b>4</b> tmavá kůže, tmavé vlasy	zřídka se spálí, velmi dobře pigmentuje	<b>45</b> minut

Obr. 10.1. Typy kůže a jejich reakce na sluneční záření [41]

### 10.1.2. Infračervené záření

Infračervené záření je příčné elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou větší než viditelné světlo a vzniká v důsledku vibrací a rotací atomů a molekul. Zdrojem tohoto záření je každé těleso, jehož teplota je vyšší než teplota 0 K (-273,15°). Z toho vyplývá, že každé těleso je zdrojem určitého infračerveného záření.

Přírodním zdrojem je Slunce, umělým zdrojem jsou například topná tělesa, člověk. Infračervené záření má tepelný účinek. Tepelný účinek vzniká rozkmitáním molekul absorbující látky a dodáním vibrační a rotační energie, která se projeví zvýšením teploty absorbující látky. Tepelná energie ve tkáni se projeví rozšířením cév a vznikem erytému. Práh bolesti pro zahřívanou kůži je 45°C. Při dlouhodobém působení na oko může vyvolat šedý zákal oční čočky.

Podle energie se dělí infračervené záření na tři druhy. Krátkovlnné IR-A (780 až 1400 nm) se v malé míře absorbuje ve vodě a ve skle, ve tkáni proniká do hloubky 1-3 cm, zdrojem tohoto záření je Slunce. Střední pásmo IR-B (1400 až 3000 nm) proniká ve tkáni do hloubky 0,1 mm, v této hloubce se nachází málo cév, ale jsou zde čidla pro teplotu a bolest. Zdrojem tohoto typu záření jsou různé typy žárovek, zářivek a výbojek. Dlouhovlnné IR-C (3000 nm až 1 mm), absorbuje se ve vodě i ve skle, ve tkáni proniká do hloubky 0,1 mm. Zdrojem jsou topná tělesa.

Biologické účinky infračerveného záření jsou pouze tepelného charakteru. Nejhlouběji ze všech typů proniká IR-A, jeho účinek je již v hloubce 1 cm minimální. Po

začátku ozařování kůže infračerveným zářením dochází v prohřívané tkáni ke zvýšení teploty, to vede k rozšíření cév a vzniku tepelného erytému. Takto vzniklý erytém po přerušení ozáření vymizí, na rozdíl od erytému způsobeného zářením ultrafialovým. Oblast záření IR-B a IR-C proniká pouze do hloubky 0,1 mm, proto se při těchto typech záření zahřívá pouze povrchová vrstva kůže, která neobsahuje cévy, ale čidla pro bolest a teplotu. Čidla pro bolest reagují při přesažení teploty nad 44°C.

Nepříznivý účinek infračerveného záření se projevuje u člověka pocitem velkého tepla a pálení. Při jednorázové vysoké expozici IR-A na kůži se mohou vyskytnout spáleniny. K čemuž většinou nedochází, protože bolest v místě ohřátí tkáně vede k úhybné reakci. Ze stejných důvodů se nevyskytuje při expozici oka akutní tepelné poškození rohovky. Záření o kratších vlnových délkách je absorbováno v duhovce, čočce nebo sítnici, kde vyvolá ohřátí až tepelné poškození tkáně. Při dlouhodobém působení infračerveného záření docházelo například u sklářů a topičů k vytvoření šedého zákalu čočky. Oční čočka pohlcuje téměř všechno dopadající IR záření.

### 10.1.3. Viditelné záření

Světlo je pro člověka prostředkem k přenosu a získání informací o prostředí, které ho obklopuje. Má velký význam pro životní funkce a jejich periodicitu (viz. Cirkadiánní cyklus kapitola 2.1). Účinek světla je vzhledem k jeho energii omezen na kůži a oko. Při zvýšené citlivosti kůže (fotosenzibilizaci) při některých onemocněních a při podání některých léků může dojít k poškození kůže světlem. Za normálních podmínek není poškození kůže a očí světlem reálné.

Nepříznivé účinky světleného záření se mohou projevit při oslnění (viz. Oslnění kapitola 3.4). Při nevhodně zvolené teplotě chromatičnosti použitých zdrojů dochází ke ztížení nebo znemožnění rozlišovat barvy. Může vznikat pocit nepohody vlivem nevhodně zvoleného barevného tónu světla nebo nesouladem teploty chromatičnosti světla zdrojů s hladinami osvětlenosti. Pro trofotropní (uklidňující) ladění organismu při odpočinkových činnostech mohou být hladiny jasů a osvětlenosti nižší. Při ergotropním (aktivujícím) ladění organismu se vychází z požadavků na zrakový výkon. Nesprávné osvětlení zrakového úkolu má za následek únavu, pálení očí, bolest hlavy a další obtíže. Vždy je, ale potřeba prověřit, zda se na zdravotním stavu nepodílejí i jiné okolnosti, kterými mohou být různá onemocnění, zrakové vady nebo činitele ovlivňující prostředí, jako je teplota, vlhkost, hluk a znečištění ovzduší.

Při narušení biorytmů dochází u člověka k různým obtížím, Ať už se jedná o pocit nepohody, poruchy spánku nebo dokonce o závažné zdravotní komplikace. S těmito obtížemi se běžně setkávají lidé při leteckých cestách spojených s velkým časovým posunem, ale také lidé pracující ve střídavých nebo nočních směnách. Závažnou příčinou narušení cirkadiánního rytmu je dlouhodobý pobyt v prostorech s nízkými hladinami osvětlenosti. K tomu může docházet i u obyvatel velkých měst v zimním období, kteří pracují v krytých prostorech a přepravují se podpovrchovou dopravou.

V zimním období trpí někteří jedinci syndromem sezónní deprese. Depresivní sezona na území naší republiky trvá zhruba 5 měsíců a je způsobena nedostatkem

slunečního světla. Obyvatele severských krajín jsou více ohroženy sezonními depresemi. K příznakům sezonní deprese patří například ospalost během dne, únava, snížená schopnost soustředění a zvýšení tělesné teploty. Sezonní deprese je 4krát častější u žen než u mužů. Podle výzkumů je sezonní deprese součástí naší genetické výbavy, jakousi atavistickou<sup>6</sup> formou hibernace. Projevy této deprese se liší od projevů klinických depresí, při nichž člověk ztrácí chuť k jídlu, hubne a má problémy se spaním. U většiny pacientů nastává zlepšení při opakovaném osvětlování vysokými hladinami osvětlenosti. Při hladinách osvětlenosti 2500 lx stačí nemocné ozařovat 2 hodiny denně, při 10 000 lx pouze půl hodinu denně. V současnosti se v psychiatrii k léčení depresí využívá světelná fototerapie.

Dalším stále častěji se vyskytujícím onemocněním charakterizovaným řadou vegetativních depresivních symptomů je tzv. Body Blues. Lidé mají potíže s koncentrací, pocit nedostatku energie, mírnou úzkost až depresi, nechut k sexu, problémy se spánkem, a přitom se jim chce spát i přes den, jsou podrážděnější a citlivější na kritiku. Základní příčinou je nízká hladina tkáňového hormonu serotoninu. Serotonin bývá označován jako hormon štěstí, protože se v mozku podílí a procesech souvisejících s určitou náladou. Sacharidy na krátkou dobu stimulují hladinu serotoninu v mozku, ale po odeznění účinku dojde ke zhoršení nálady a potřebě další stimulace. Nemocní se pak přejídají sladkostmi a přibývají na hmotnosti. Zmíněné onemocnění je častější u žen, jelikož je u nich reprodukce serotoninu mnohem pomalejší než u mužů. Při terapii se užívají vitamíny a minerály (B1, B2, B6, D, kyselina listová a selen), součástí terapie je doporučení pobývat v prostředí, které je více a příjemněji osvětleno.

## 10.2. Modré světlo

Světlo se skládá z elektromagnetických částic, které se pohybují vlnami. Tyto vlny vyzařují energii, jejichž rozsah a síla je proměnlivá. Čím kratší je vlnová délka tím, větší je produkce energie. Modré světlo má krátkou vlnovou délku, a proto produkuje větší množství energie. Spektrum modrého světla se pohybuje mezi 380 nm a 500 nm.

Zdrojem přirozeného modrého světla je Slunce. Sluneční světlo proniká do atmosféry, kratší vlnová délka modrého světla, která obsahuje větší množství energie, se srazí s molekulami vzduchu a způsobí rozptýlení modrého světla, proto má obloha modrou barvu. Umělými zdroji modrého světla jsou elektronická zařízení, energeticky úsporné zářivky a LED světla.

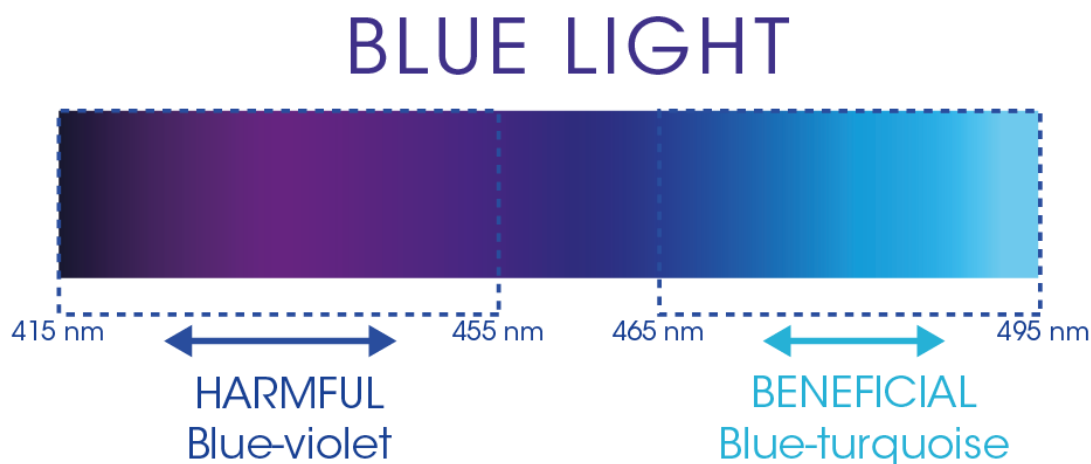
Modré světlo ze Slunce řídilo už od historie náš spánek a probouzení tzv. cirkadiánní cyklus. Přirozené modré světlo podporuje bdělost, zlepšuje náladu a pocit pohody. Se změnou způsobu života a nástupu moderních technologií jsme stále častěji vystaveny modrému světlu, které může narušit náš cirkadiánní cyklus. Většina elektronických zařízení používaných v dnešní době je vybavena technologií LED podsvícení. Používáním mobilních telefonů, počítačů, notebooků, tabletů a televizorů se vystavujeme

---

<sup>6</sup> Atavismus - znak v biologii, který v průběhu evoluce zmizel, ale u některých jedinců daného druhu se výjimečně opět objeví [48]

stále většímu působení modré složky světla. Sledování počítače pouhé dvě hodiny může způsobit zrakovou, ale i celkovou únavu.

Hranice mezi dobrým modrým světlem, které je důležité pro náš cirkadiánní cyklus a mezi špatným modrým světlem, které je schopno zničit naše vizuální receptory je velmi tenká. Měli bychom tedy omezit dopad modrého světla na sítnici, ale přitom si zachovat funkci cirkadiánních hodin.



Obr. 10.2. Hranice mezi dobrým a špatným modrým světlem [22]

Množství světla s HEV (vysokou energetickou viditelností), které elektronická zařízení vydávají je jen zlomek toho, co vyzařuje slunce. Problémem je množství času, které lidé tráví u těchto zařízení a také blízkost obrazovek a očí. Světelné paprsky s vysokou energií a kratší vlnovou délkou se rozptylují mnohem rychleji než jiné viditelné světlo. Vzniká tak blikání, které vytváří oslnění a které může snížit vizuální kontrast a ovlivnit ostrost a jas. Toto může být důvod proč se po nějakém čase před obrazovkou cítíme unaveni jak fyzicky, tak psychicky, bolí nás oči a hlava. Je třeba říct, že podíl vyzařovaného modrého světla závisí na použité technologii.

Filtry v našich očích neposkytují dostatečnou ochranu před slunečním zářením, natož pak před modrým světlem z těchto elektronických zařízení. Dlouhodobé vystavení modrému světlu může způsobit poškození sítnice a přispět k makulární degeneraci (makula - žlutá skvrna) související s věkem, což může vést až ke ztrátě zraku.

Expozice modrým světlem přispívá ke zničení buněk ve středu sítnice, kde dochází k zaostřování objektů, které hrají roli při vzniku věkové makulární degenerace. Melanin je látka, která se nachází v pokožce, vlasech a očích. Tato látka pohlcuje škodlivé UV a modré záření, s přibývajícím věkem se její obranyschopnost ztrácí. Ve věku 65 let je schopna uchránit jen polovinu záření. Hustota malých makulárních pigmentů umožní větší poškození sítnice modrým světlem. Dlouhodobé působení modrého světla může dále přispívat ke vzniku šedého a zeleného zákalu a k dalším degenerativním onemocněním sítnice.

Digital eyestrain (digitální namáhání očí) je nový termín, který se používá v souvislosti se symptomy souvisejícími s používáním elektronických zařízení. Digital

eyestrain může zásadně ovlivnit produktivitu při učení a práci. Mezi příznaky patří rozmazané vidění, obtížné zaostřování, suché a podrážděné oči, bolesti hlavy, krční páteře a zad. Tento syndrom se stal častějším než syndrom karpálního tunelu.

Problém digitálního namáhání očí nemají pouze dospělí lidé. V dnešní době má stále více dětí přístup k digitálním zařízením. Ať už to jsou tablety, chytré telefony, e-čtečky nebo videohry. Lidské oko není před dosažením věku 10 let zcela rozvinuté. Oční čočka a rohovka jsou stále převážně průhledné a přexponované. Rodiče by si měli všimnout doby, po kterou děti používají tato zařízení.

### 10.2.1. Ochrana před škodlivými účinky modrého světla

Opatření proti účinkům modrého světla by měl přijmout každý člověk. Ať už pracuje v kanceláři, pobývá na slunci nebo trávím hodiny před obrazovkou počítače (mobilních telefonů).

Ve vnitřním prostředí při slabém osvětlení nebo v noci se lze chránit ochrannými brýlemi, které jsou navrženy tak, aby jejich speciální povrchová úprava odrážela HEV modré světlo. Vzhledem ke sníženému množství modrého světla dopadajícího do oka je snížen jas obrazovky a únava očí. Další možností pro vnitřní použití jsou tónované oční čočky.



Obr. 10.3. Odraz škodlivé modré složky světla ochrannými brýlemi [42]

Pro venkovní použití je možné použít brýle speciálně zbarvené nebo polarizované, tak aby pohlcovaly HEV modré paprsky.

### 10.2.2. Opatření pro zmírnění digitální vizuální únavy

- omezení oslnění - upravit jas obrazovky, případně lze použít filtry pro redukci jasů a zbarvení obrazovky v průběhu dne (například f.lux-vlastní zkušenost)
- čistá obrazovka pomáhá také zamezit oslnění
- osvětlení vnitřního prostoru nastavit tak, aby nevznikal velký kontrast mezi obrazovkou a okolím

- zvětšení velikosti textu pro usnadnění čtení
- mrkat častěji, nebude docházet k vysušování očí
- každých 20 minut si udělat přestávku na 20 sekund a zadívat se 20 metrů daleko
- omezit dobu strávenou na digitálním zařízení
- používání brýlí určených k práci na počítačích, eliminují modrou složku vstupující do oka

### 10.2.3. Vlastní zkušenost

Mám vlastní zkušenost s účinky modrého světla z obrazovky počítače. Jak už jsem psala v úvodu trpím epilepsií. Můj druhý záchvat se odehrál pouhých 10 minut po začátku použití počítače. Při třetím záchvatu jsem u počítače seděla o něco delší dobu 15 minut.

Malé procento lidí s epilepsií má záchvaty vyvolané blikajícím světlem. Je vhodné, aby tyto osoby používali kvalitní počítačový monitor s vysokou obnovovací frekvencí vyšší než 70 Hz nebo LCD displej. Pro tyto citlivé osoby je vhodné rozsvítit si v prostoru, kde sledují televizi, počítač, lampu, která do jisté míry vyváží světelné kontrasty na obrazovce. Při používání počítače je nutné vyhnout se aplikacím, které rychle střídají světlé a tmavé plochy, jako je hraní akčních videoher. [44]

## 10.3. Léčba světlem

Nejpoužívanějším způsobem je léčba novorozenecké žloutenky modrým světlem o vlnové délce 460 nm. Při aplikaci modrého světla se rozkládá bilirubin<sup>7</sup>, obsažený v krvi, na netoxický ve vodě rozpustný produkt, který se následně vyloučí močí. Pokud novorozenec není léčen světlem může dojít k poškození mozku. Při tomto způsobu léčby je nutné provést několik opatření, zakrytí očí, monitorace životních funkcí, dostatečná hydratace a výživa.



Obr. 10.4. Fototerapie novorozence [46]



Obr. 10.5. Svítidlo pro ChBFT [39]

<sup>7</sup> Bilirubin - vzniká rozpadem hemoglobinu a dostává se do krve [49]

V současné době se vyvíjejí léčebné metody založené na fotodynamické terapii. Fotodynamická terapie vychází z poznatků, že některé chemické látky a sloučeniny mohou být světlem aktivovány, tak že se z nich stanou toxiny a naruší tak tkáň ve kterých se nacházejí. Tyto chemické látky se podávají, tak aby se nahromadily v nežádoucích tkáních a po aktivaci světlem zastavili nežádoucí růst. Používají se při léčbě zhoubných nádorů, kožních chorob, u leukémie, při odstranění aterosklerotických plátů<sup>8</sup> v artériích pro zlepšení průchodnosti a tím, předcházení infarktů.

Dalším způsobem léčby je fotochemoterapie. Pro tento způsob léčby jsou vhodné zářiče vydávající záření UV-B a UV-A. Celotělových přístrojů se používá pouze v případě těžkých kožních chorob. U lokalizovaných problémů, postačí malé zářiče. Této terapii se využívá při léčbě lupénky, atopického ekzému, dalších forem ekzému, vitiliga<sup>9</sup> a kožních reakcí po transplantacích.

### 10.3.1. Chronobiologická fototerapie

Chronobiologická fototerapie je metoda chronobiologické léčby (ChBFT). Tato metoda se uplatňuje při léčbě depresí nebo úpravy rytmu spánku a bdění. Léčba spočívá ve správném načasování působení světla vhodnou intenzitou a spektrálním složením. Způsob léčby přináší rychlejší nástup účinků oproti psychofarmakům, avšak po vysazení léčby výsledky odeznívají, je tedy nutná pravidelná aplikace. U pacientů s nesezonní depresivní poruchou, poruchou spánkového cyklu nebo u pacientů, kteří jsou v depresivní fázi bipolární poruchy je pozorováno zlepšení stavu během několika dnů. Překlenuje období, po němž začne fungovat farmakoterapie. Na tuto metodu reaguje 50-66% pacientů. U sezonní afektivní poruchy je fototerapie stejně účinná jako antidepresiva. Chronobiologická fototerapie se využívá jako doplňující léčby u pacientů s demencí včetně Alzheimerovy choroby.

Fototerapie je vhodná i pro ty, kteří jsou dlouhodobě hospitalizováni nebo upoutáni na lůžko. Tito lidé mohou trpět nedostatkem světelných podnětů.

Metody ChBFT:

- terapie jasným světlem (BLT) – tvář pacienta je ráno osvětlována 30 minut světlem o intenzitě 10 000 lx
- celodenní fototerapie – světelná dávka je rozprostřena do delšího časového úseku, 5000 lx po dobu jedné hodiny, 2000 lx po dobu tří hodin
- terapie simulací svítání (DDS) – pacient je v určitou dobu probouzen světlem, které simuluje východ slunce, před usnutím intenzita osvětlení klesá

Pro chronobiologickou fototerapii se používají speciální svítidla. Musí poskytnout velkou úroveň osvětlenosti, musí mít potřebný podíl modré složky a vysoký index podání barev. Používají se svítidla závěsná, přemístitelná a pojízdná.

---

<sup>8</sup> Aterosklerotický plát - nahromadění tukové hmoty a bílých krvinek ve stěně tepny [50]

<sup>9</sup> Vitiligo - kožní onemocnění, které se projevuje výskytem bílých skvrn na kůži [51]

### 10.3.2. Využití světla při diagnostice

Při diagnostice zhoubného bujení se využívá speciální druh spektroskopie pomocí laseru. Ozařuje se vzorek tkáně odebraný pacientovi, ale i živá tkáň při vyšetření pacienta. Po vyšetření je možné stanovit hranici mezi zdravou tkání a tkání napadenou zhoubným bujením, což může mít význam pro včasnou léčbu a záchranu života. Při této spektroskopie se používá vlnové délky 1064 nm.

Světloplachost (fotofobie) může pomoci při diagnostice onemocnění. Fotofobie je zvýšená citlivost na světlo. Může být příznakem několika onemocnění, například zánětu mozkových blan, očních onemocnění a migrény.



# 11. Energetická náročnost osvětlení

Návrh osvětlení vychází především z využití daného prostoru, tedy k tomu, k jakému účelu má osvětlení sloužit. Při návrhu je nejdůležitější splnění světelných podmínek pro danou činnost, jako je čtení, psaní, lékařské zákroky. Následným hlediskem je požadavek, podle kterého by mělo k dosažení světelnotechnických podmínek dojít co možná neúčinnějším způsobem. Charakter osvětlení v prostoru se může lišit nejen podle využití prostoru, ale také podle různých požadavků, fyziologických, psychologických a biologických.

Pro osvětlení, které vychází z fyziologických potřeb pozorovatelů jsou v normě pro jednotlivé zrakové výkony stanoveny požadované hodnoty osvětlení. Osvětlení, u kterého hraje primární roli psychologického hledisko, slouží k vytvoření světlé atmosféry v prostoru a je většinou součástí výtvarného řešení interiéru. Takové osvětlení nemá přesně stanovené požadavky na osvětlení, a proto je posouzení jeho energetické náročnosti obtížné. Osvětlení, které vychází z biologických hledisek uživatelů, je navrženo tak, aby ovlivňovalo biologické pochody v lidské těle (cirkadiánní cyklus). Energetická náročnost takto navržených soustav je vyšší než u běžných osvětlovacích soustav.

Energetickou náročnost osvětlovací soustavy je možnost ovlivnit volbou osvětlovací soustavy, volbou technických prostředků, kontrolou dimenzování osvětlovací soustavy, využitím denního světla, kontrolou přítomnosti osob a využitím časových režimů.

- volba osvětlovací soustavy – možnost využití typů osvětlovacích soustav záleží na účelu prostoru a na charakteru osvětlovaného prostoru
- volba technických prostředků – světelných zdrojů, předřadných přístrojů, svítidel a řídicích systémů, světelné zdroje a svítidla se volí podle účinnosti, některé světelné zdroje potřebují k provozu předřadné přístroje, které přizpůsobují napájecí napětí a umožňují start a stabilní provoz světelného zdroje
- kontrola dimenzování osvětlovací soustavy - požadované parametry osvětlení musí být dodrženy po celou dobu života osvětlovací soustavy, vzhledem k tomu, že dochází k průběhu života ke stárnutí osvětlovací soustavy musí být na začátku osvětlovací soustava předdimenzovaná
- využití denního světla – kontrolou úrovně denního osvětlení řídicím systémem lze dosáhnout velkých úspor elektrické energie, informace ze světelných čidel umožní regulaci osvětlovací soustavy
- kontrola přítomnosti osob – pro kontrolu přítomnosti se používají pohybová čidla, podle informací z pohybových čidel se zapínají nebo vypínají příslušná svítidla, nedochází ke zbytečnému osvětlení v době nepřítomnosti osob
- zavedení časových režimů – k přepínání časových režimů slouží časové ovládací prvky, na základě informací z těchto prvků je osvětlovací soustava vypnuta, zapnuta nebo přepnuta do jiného režimu

## 12. Projekt

Zadáním projektu je návrh osvětlení s ohledem na zdravotní aspekty. V projektu aplikuji získané informace při psaní textové části diplomové práce, a také vlastní zkušenost s hladinou osvětlenosti.

### 12.1. Popis objektu

Jedná se o novostavbu Komunitního domu seniorů, který zajišťuje sociální nájemné bydlení pro osoby 60 a více let ve 24 samostatných bytových jednotkách. Jednotky jsou velikostně navrženy převážně jako 1+kk o 35,4-37,9m<sup>2</sup>, další 4 jednotky o velikosti 2+kk pak s podlahovou plochou 37,5m<sup>2</sup> a 39,7m<sup>2</sup>. Každá z bytových jednotek je vybavena samostatným sociálním zázemím – koupelnou s WC. Celý objekt je navržen bezbariérově. Byty jsou řešeny tak, aby bylo možné je využít pro osoby s pohybovým, zrakovým nebo sluchovým postižením. V koupelnách budou instalována madla a vybavení pro možnost využití osob s pohybovým postižením. Jako doplňková funkce v rámci objektu je navržena místnost v 1.NP vedle hlavního vstupu, která může být využita jako malá ošetrovna pro občasné ordinování lékaře, který bude do nájemního objektu příležitostně docházet. Další místností, která netvoří bytovou jednotku, vyjma technických místností a místností úklidu, je společenská místnost ve 2.NP, která bude sloužit pro společenské události s podporou komunitního způsobu života s důrazem na prohlubování mezilidských vztahů v rámci nájemců řešeného objektu.

### 12.2. Požadavky na osvětlení

Při návrhu osvětlenosti v komunitním domě pro seniory jsem se rozhodla navýšit požadovanou (doporučovanou) osvětlenost. Mám pro to několik důvodů:

- větší potřebná intenzita osvětlenosti zvyšující se s věkem obyvatel
- doporučené osvětlenosti pro jednotlivé prostory podle [39]
- doporučení, že hodnota osvětlení každé obytné místnosti by měla být min. 300 lx [40] a podle doporučení z téhož zdroje, podle kterého je při projektování osvětlení pro starší osoby třeba počítat s většími hodnotami u celkového i místního osvětlení, neboť s přibývajícím věkem roste světelná potřeba: pro docílení stejného dojmu jasu potřebuje šedesátiletý člověk dvakrát více světla než dvacetiletý
- návrh intenzity osvětlenosti, tak aby při přechodu z jedné místnosti do druhé nedocházelo k namáhání očí vlivem adaptace
- navržené intenzity osvětlenosti jsem posoudila pomocí Kruithoffova diagramu, který je používán jako ilustrační pomůcka souvislosti teploty chromatičnosti a osvětlenosti

Požadavky na osvětlení jsou podle normy [11] určeny uspokojením tří základních lidských potřeb.

- zrakové pohody, cítí-li se pracovníci dobře, to nepřímo prospívá k větší produktivitě a kvalitě práce

-zrakového výkonu, jsou-li pracovníci schopni vykonávat zrakové úkoly i při obtížných podmínkách a během dlouhé doby

-bezpečnosti

## 12.3. Návrh osvětlení

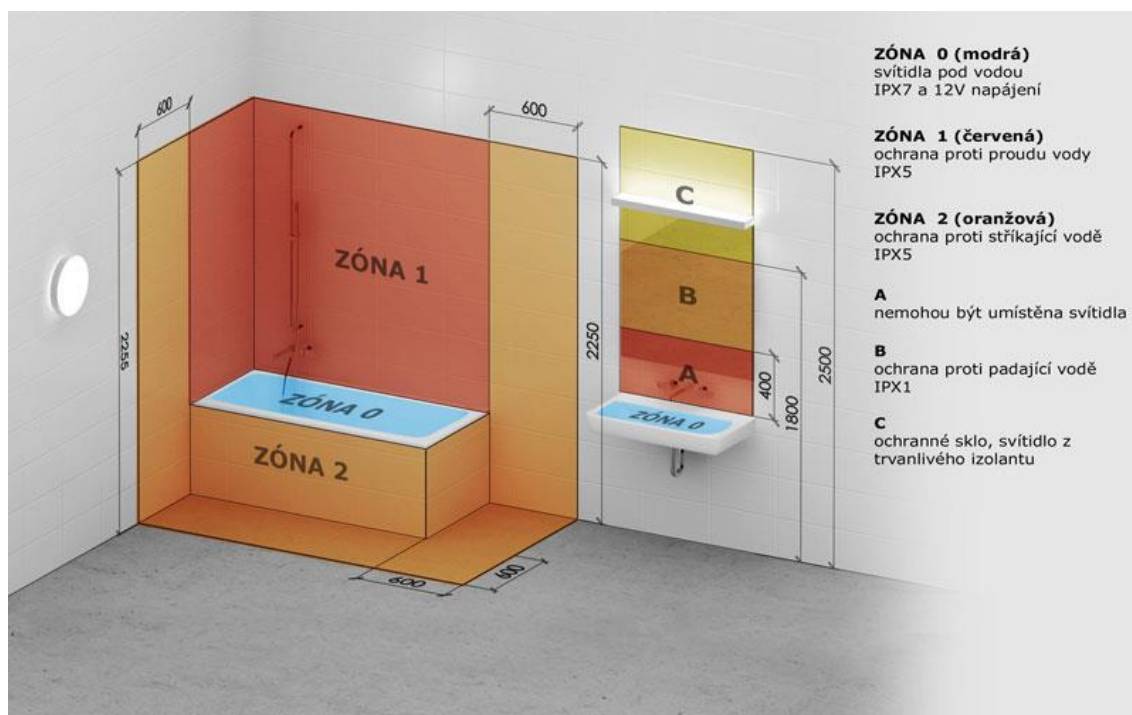
Návrh osvětlení blíže popisují na jednom z bytů. Konkrétně se jedná o byt A. Popisují ještě návrh osvětlení ve specifických místnostech – ošetrovna a společenská místnost.

### 12.3.1. Koupelna

Centrální osvětlení v koupelně bude ovládáno pohybovým čidlem, při nepřítomnosti osob bude osvětlení automaticky vypnuto. Nebude tak docházet ke zbytečné spotřebě energie v případě zapomenutí zhasnutí.

Osvětlení zrcadla je řešeno bočními svítilny s neutrální bílou barvou světla, která zajistí věrné podání barev. Ženy se před zrcadlem líčí, věrné podání barev zajistí, že bude jejich líčení vypadat stejně i venku.

Umístění svítidel v koupelnách je možné jen v určitých zónách.



Obr. 12.1. Zóny v koupelně [52]

Požadovaná osvětlenost podle normy: 200 lx, doporučená: 250 lx

Doporučená osvětlenost u toaletní skříňky: 300-500 lx

Návrhové světelné parametry: teplota chromatičnosti 4000 K, index podání barev centrálního svítidla 80, bočního osvětlení zrcadla 90, stupeň krytí IP44

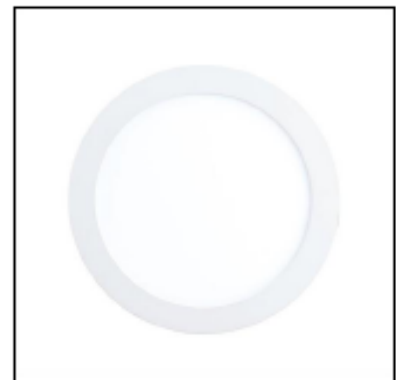
eglo - 94712 GITA 2  
Výstup světla 1  
Osazení: 1xLED 4000K  
Provozní účinnost: 57.01%  
Světelný tok žárovky: 460 lm  
Světelný tok svítidla: 262 lm  
Výkon: 8.1 W  
Světelný výtěžek: 32.4 lm/W

Kolorimetrické údaje  
1xLED 4000K: CCT 4000 K, CRI 90

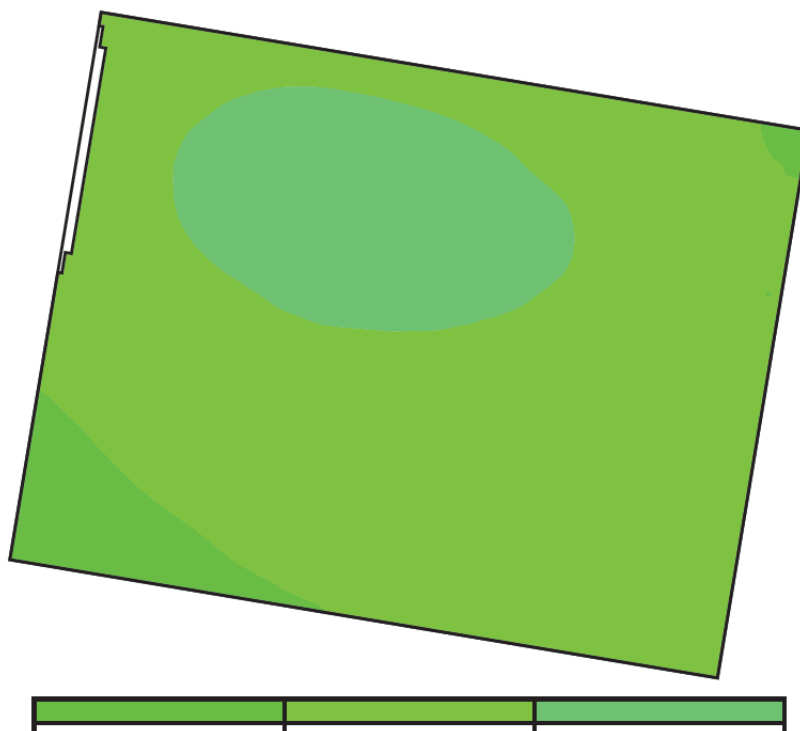


eglo - 96252 LED Spot Fueva 1  
Výstup světla 1  
Osazení: 1xLED 4000K  
Provozní účinnost: 97.42%  
Světelný tok žárovky: 990 lm  
Světelný tok svítidla: 964 lm  
Výkon: 12.6 W  
Světelný výtěžek: 76.5 lm/W

Kolorimetrické údaje  
1xLED 4000K: CCT 4000 K, CRI 80



Obr. 12.2. Vybraná svítidla do koupelny



Obr. 12.3. Rozložení intenzity osvětlenosti koupelny na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m

### 12.3.2. Chodba

Osvětlení v chodbě bude stejně jako v koupelně spínáno pohybovým čidlem. Intenzita osvětlení je zvolena, tak aby se co nejvíce blížila intenzitě osvětlení vedlejších místností. Oči se při přechodu z jedné místnosti do druhé nemusí tolik namáhat.

Požadovaná osvětlenost podle normy: 75-100 lx, doporučená: 100 lx

Návrhové světelné parametry: teplota chromatičnosti 3000 K, index podání barev 80

eglo - 94525 LED Spot Fueva 1 round

Výstup světla 1

Osazení: 1xLED 3000K

Provozní účinnost: 99.42%

Světelný tok žárovky: 1420 lm

Světelný tok svítidla: 1412 lm

Výkon: 18.8 W

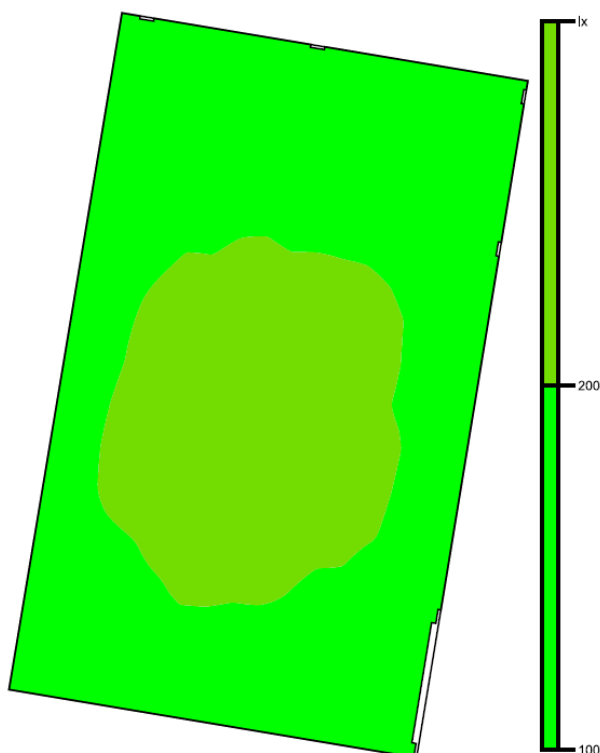
Světelný výtěžek: 75.1 lm/W

Kolorimetrické údaje

1xLED 3000K: CCT 3000 K, CRI 80



Obr. 12.4. Vybraná svítidla do chodby

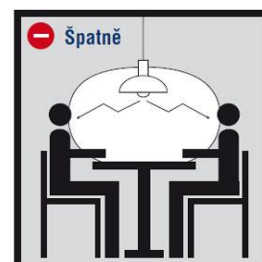
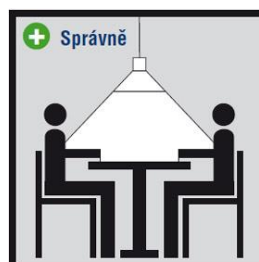
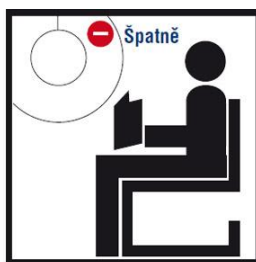
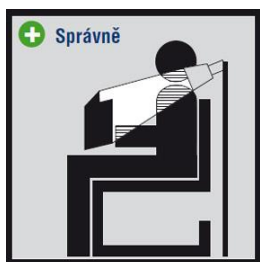


Obr. 12.5. Rozložení intenzity osvětlenosti chodby na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m

### 12.3.3. Obývací pokoj s kuchyňským koutem

V celé místnosti je zvolena teplota chromatičnosti 3000 K, kromě osvětlení kuchyňské linky. Kuchyňská linka je osvětlena neutrální bílou barvou 4000 K, která zajistí věrnější podání barev při přípravě pokrmů. Jídelní stůl je osvětlen teplou bílou barvou světla o teplotě chromatičnosti 2900 K.

Osvětlení místnosti bude doplněno lokálními svítilny na nočních stolcích a svítlidem na čtení u pohovky.



Obr. 12.6. Příklad umístění svítilny na čtení [53]

Obr. 12.7. Příklad umístění svítilny nad jídelním stolem [53]

Požadovaná osvětlenost **obývací pokoj** podle normy: 50 lx, doporučená: 100 lx

Požadovaná osvětlenost **ložnice** podle normy: 50 lx, doporučená: 100 lx

Požadovaná osvětlenost **kuchyně** podle normy: 100 lx, doporučená: 200 lx

Požadovaná osvětlenost **kuchyňská linka** podle normy: 300 lx, doporučená: 300-500 lx

Index podání barev:  $R_a \geq 90$

PROLED - L62908 Flex Strip 300-90 Mono - NW

Výstup světla 1

Osazení: 1xLED 4200K - CRI 90

Absolutní fotometrie

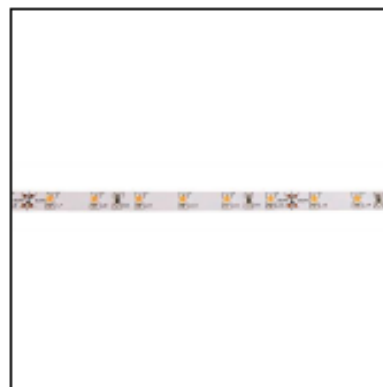
Světelný tok svítidla: 440 lm

Výkon: 4.8 W

Světelný výtěžek: 91.7 lm/W

Kolorimetrické údaje

1xLED 4200K - CRI 90: CCT 4200 K, CRI 90



SLV - 149387 ENOLA

Výstup světla 1

Osazení: 1xQA60 E27 42W 630lm 2900K CRI 99

Provozní účinnost: 7.24%

Světelný tok žárovky: 630 lm

Světelný tok svítidla: 46 lm

Výkon: 42.0 W

Světelný výtěžek: 1.1 lm/W

Kolorimetrické údaje

1xQA60 E27 42W 630lm 2900K CRI 99: CCT 2900 K, CRI 99



eglo - 94525 LED Spot Fueva 1 round

Výstup světla 1

Osazení: 1xLED 3000K

Provozní účinnost: 99.42%

Světelný tok žárovky: 1420 lm

Světelný tok svítidla: 1412 lm

Výkon: 18.8 W

Světelný výtěžek: 75.1 lm/W

Kolorimetrické údaje

1xLED 3000K: CCT 3000 K, CRI 80



eglo - 94535 LED Spot Fueva 1 round

Výstup světla 1

Osazení: 1xLED 3000K

Provozní účinnost: 96.98%

Světelný tok žárovky: 1840 lm

Světelný tok svítidla: 1784 lm

Výkon: 24.4 W

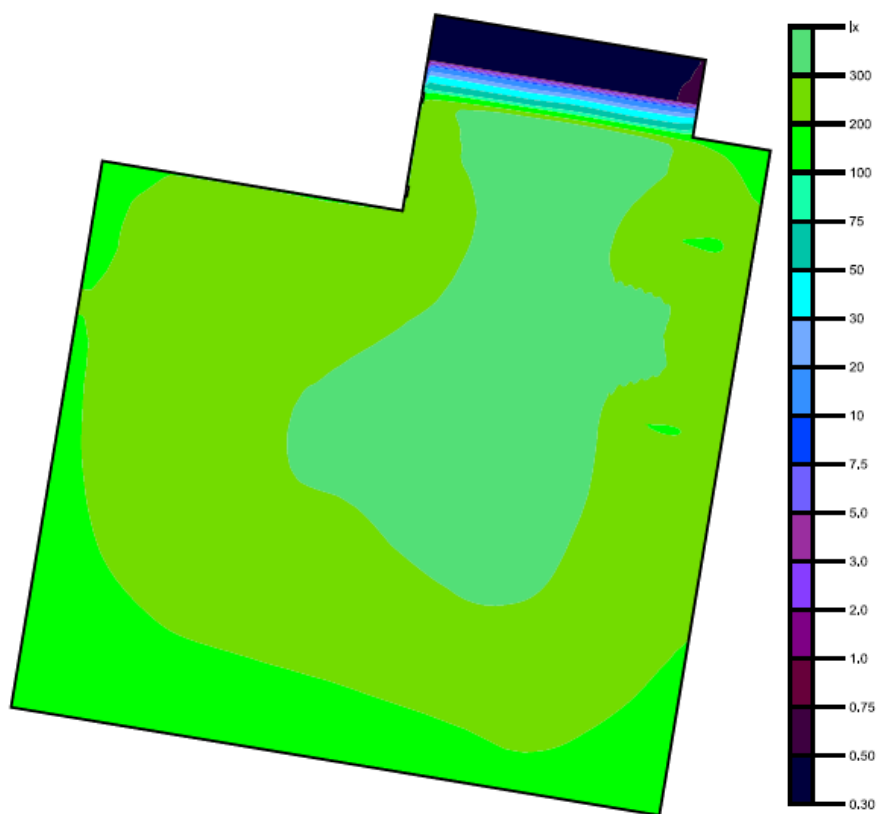
Světelný výtěžek: 73.1 lm/W

Kolorimetrické údaje

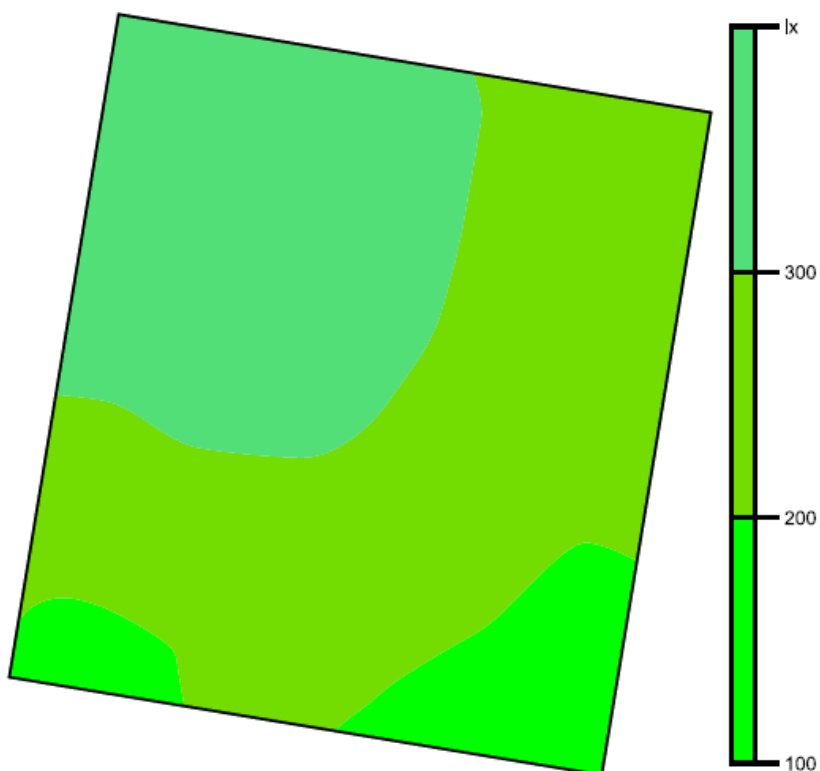
1xLED 3000K: CCT 3000 K, CRI 80



Obr. 12.8. Vybraná svítidla do obytné místnosti

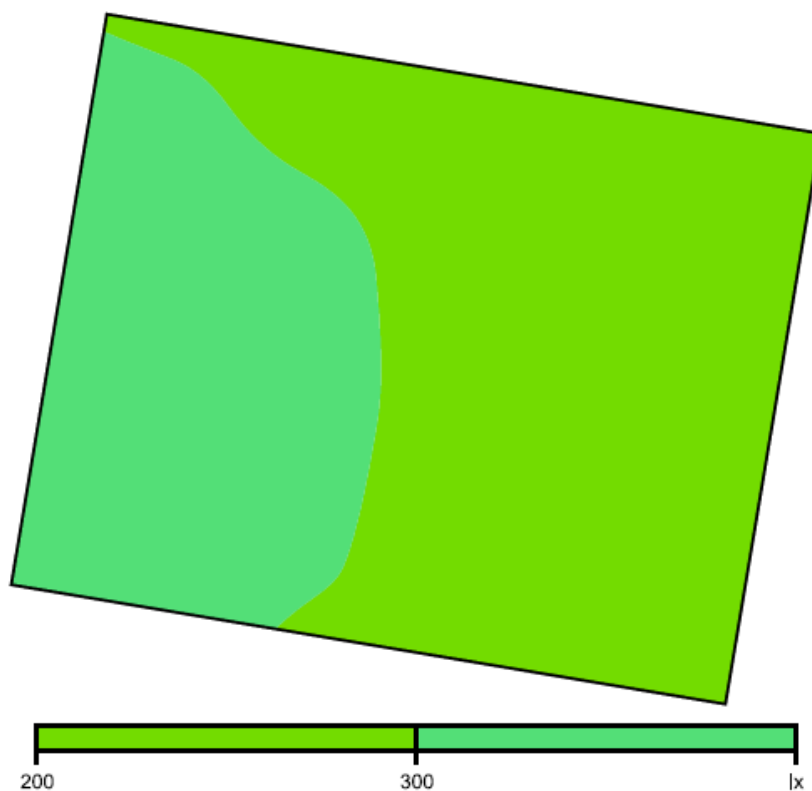


Obr. 12.9. Rozložení intenzity osvětlenosti obytné místnosti na srovnávací hladině ve výšce 0,8 m

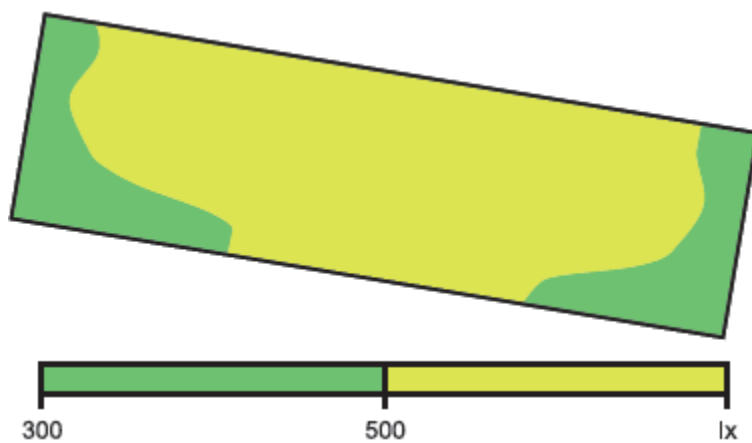


Obr. 12.10. Rozložení intenzity osvětlenosti TV koutu srovnávací hladině ve výšce 1,2 m





Obr. 12.11. Rozložení intenzity osvětlenosti jídelního stolu na srovnávací hladině ve výšce 0,8 m



Obr. 12.12. Rozložení intenzity osvětlenosti kuchyňské linky na srovnávací hladině ve výšce 0,85 m

### 12.3.4. Ošetřovna

Požadovaná osvětlenost podle normy: 500 lx

Index podání barev:  $Ra \geq 90$

Teplota chromatičnosti:  $4000\text{ K} \leq T_{cp} \leq 5000\text{ K}$

Lledó Group - 2968102201010-28W ICE LINE S-1xT5  
840 28W-TRAMO INDVI. SUP./SUSPEN. N/R

Výstup světla 1

Osazení: 1x1xT5 840 28W/ICE LINE S L1150

Provozní účinnost: 40.35%

Světelný tok žárovky: 2600 lm

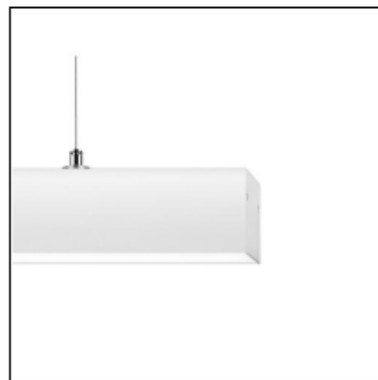
Světelný tok svítidla: 1049 lm

Výkon: 30.5 W

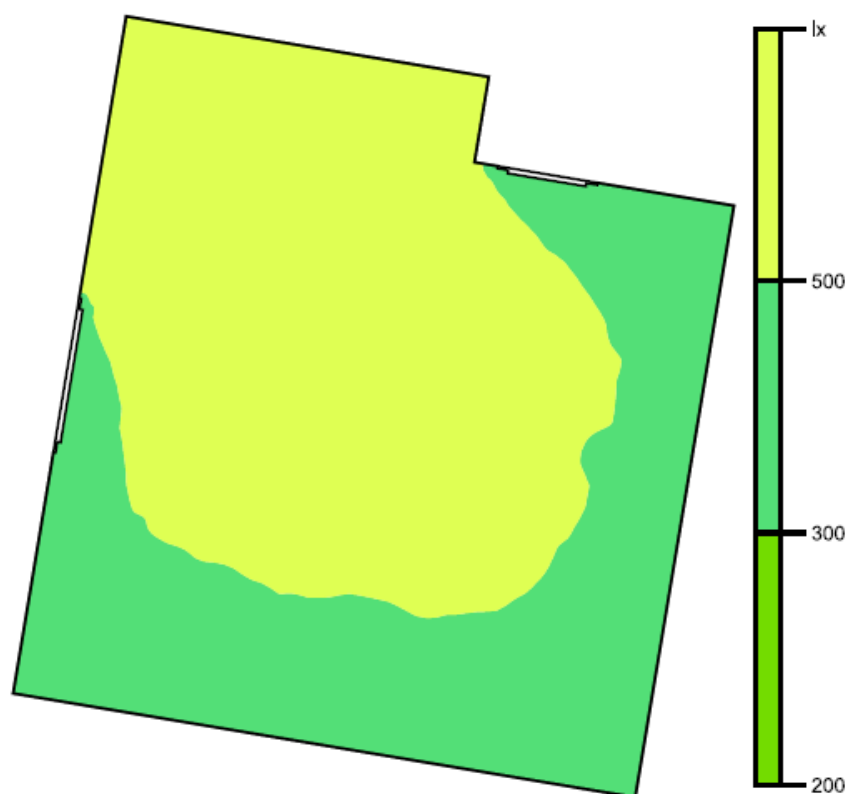
Světelný výtěžek: 34.4 lm/W

Kolorimetrické údaje

1x1xT5 840 28W/ICE LINE S L1150: CCT 4000 K, CRI  
95



Obr. 12.13. Vybraná svítidla do ošetřovny



Obr. 12.14. Rozložení intenzity osvětlenosti ošetřovny na srovnávací  
hladině ve výšce 0,85 m

### 12.3.5. Společenská místnost

Ve společenské místnosti jsou navrženy dvě světelné scény. První scéna se zapnutím všech svítidel může sloužit ke čtení, pletení nebo třeba ke hraní deskových her. U druhé světlené scény je zapnuta jen část svítidel a slouží k aktivitám, pro které je vhodná menší intenzita osvětlení.

Navržené světelné parametry: teplota chromatičnosti 3000 K, index podání barev 80

eglo - 94525 LED Spot Fueva 1 round

Výstup světla 1

Osazení: 1xLED 3000K

Provozní účinnost: 99.42%

Světelný tok žárovky: 1420 lm

Světelný tok svítidla: 1412 lm

Výkon: 18.8 W

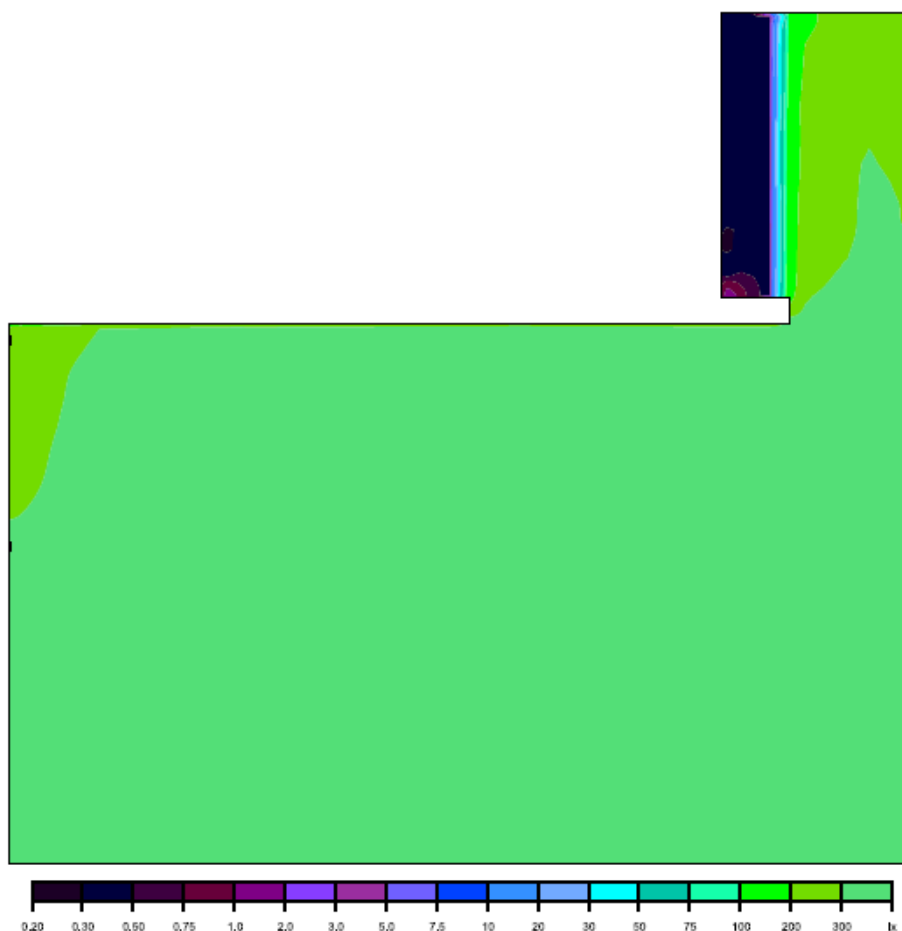
Světelný výtěžek: 75.1 lm/W

Kolorimetrické údaje

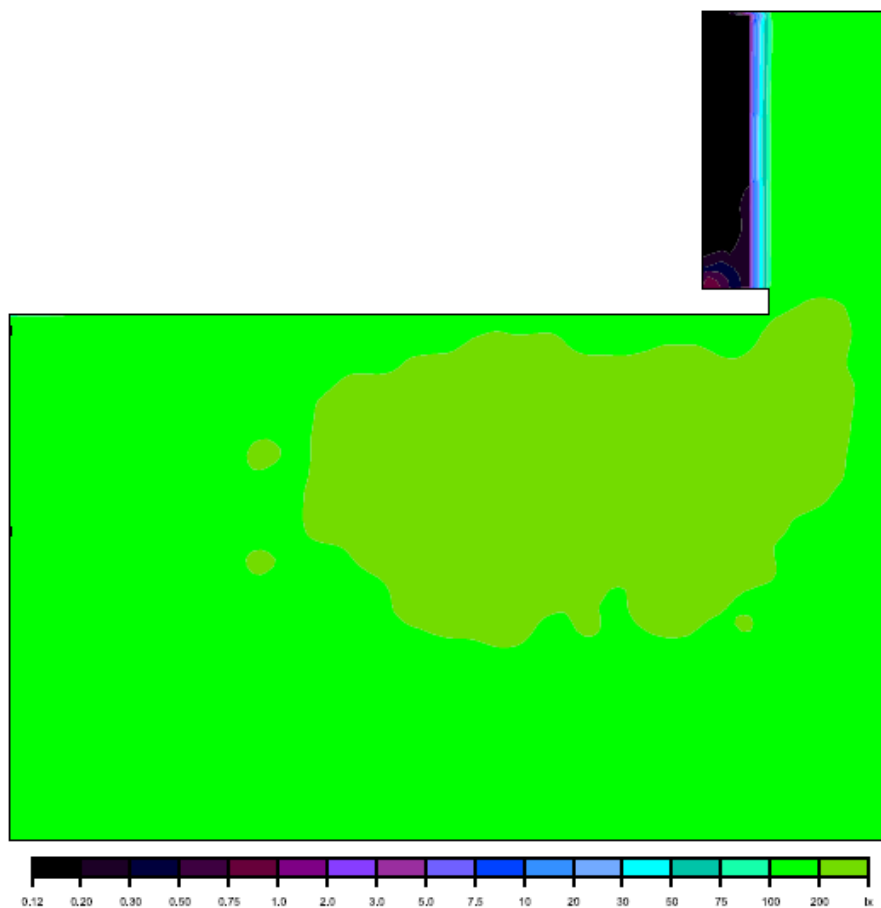
1xLED 3000K: CCT 3000 K, CRI 80



Obr. 12.15. Vybraná svítidla do společenské místnosti



Obr. 12.16. Rozložení intenzity osvětlenosti společenské místnosti na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m, světelná scéna - všechna svítidla



Obr. 12.17. Obr. 12.16. Rozložení intenzity osvětlenosti společenské místnosti na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m, světelná scéna - část svítidel

## 13. Závěr

V úvodu mé diplomové práce jsem položila několik otázek, na které bych teď měla znát odpověď. Při hledání odpovědí jsem narazila na spoustu zajímavých faktů a skutečností, které ovšem vyvolaly další otázky.

Zaujalo mě, jaký vliv má světlo na člověka a na vše kolem nás. Nejen přirozené, od kterého to lze očekávat. Umělé osvětlení má na nás nemalý vliv, supluje slunce a ovládá také naše biologické rytmy. Jak jsem zmiňovala na začátku. Nejspíše kvůli své nemoci jsem na světelné prostředí více citlivá a už vím, jaké aspekty si hlídat, abych projevy špatného osvětlení minimalizovala.

Musím však říci, že shánění podkladů pro mou diplomovou práci nebylo vůbec jednoduché. Je spousta publikací, kde je světlo popsáno, ale publikací, kde je vysvětlen jeho účinek na člověka a jeho zdraví už moc není. Našla jsem jen pár odborných článků a několik lékařských publikací. Vzhledem k tomu, jak nás světlo ovlivňuje, jak ovlivňuje tvorbu našich hormonů, mě překvapilo, že příliš publikací o správném návrhu světla ohledně lidského zdraví není.

Tak trochu třesničkou na dortu může být fakt, že přesnější informace o modrém světle a jeho působení na člověka jsem našla až na francouzském webu. Na odborných webech jsem se setkala s rozšířenou pravdou, že LED zdroje vyzařují modrou složku světla, která narušuje cirkadiánní rytmus.

Získané znalosti jsem aplikovala na projektu komunitního domu seniorů, kde jsem navrhla všechna vnitřní osvětlení. Jelikož se jedná o objekt, kde jsou dva základní typy bytů, posoudila jsem oba byty a jednu garsoniéru. Posoudila jsem i komunikační prostory, zádveří a dvojici specializovaných prostor – ošetrovnu a společenskou místnost.

Světlo, pokud je navrženo dobře, dokáže podpořit naši psychickou pohodu, zlepšuje naši fyzickou kondici, pokud se na správné světlo nehledí, může nám způsobit velké zdravotní problémy.

V Praze dne 4.1.2018

## 14. Použité zdroje

- [1] SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, et al. *Světelná technika*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [2] PLCH, Jiří. *Světelná technika v praxi*. Praha: IN-EL, 1999. Knihovnice Elektro. ISBN 80-862-3009-0
- [3] HABEL, Jiří. *Světlo a osvětlování*. Praha: FCC Public, 2013. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [4] BENEŠ, Jiří, Pravoslav STRÁNSKÝ a František VÍTEK. *Základy lékařské biofyziky*. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1386-4.
- [5] ROSINA, Jozef, Jana VRÁNOVÁ, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4237-3.
- [6] *FotoRoman: Vše o světle* [online]. Praha: Ing. Roman Pihan., 2012 [cit. 2017-12-06]. Dostupné z: <http://www.fotoroman.cz/tech2/svetlo01zaklad.htm>
- [7] *TechPark vydavatel'stvo: Světlo a biologické hodiny* [online]. Žilina: TechPark, o.z., 2008 [cit. 2017-12-06]. Dostupné z: <http://www.techpark.sk/technika-342014/svetlo-a-biologicke-hodiny.html>
- [8] *Česká a slovenská psychiatrie: CIRKADIÁNNÍ RYTMY A DEPRESE: MOŽNOSTI CHRONOBIOLOGICKÉ LÉČBY* [online]. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2012 [cit. 2017-12-06]. Dostupné z: <http://www.cspsychiatr.cz/detail.php?stat=812>
- [9] *Wikiskripta: Oko (biofyzika)* [online]. Praha: WikiSkripta, projekt sítě lékařských fakult MEFANET, 2016 [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Oko\\_\(biofyzika\)&oldid=336246](http://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Oko_(biofyzika)&oldid=336246)
- [10] *Videni.cz: Anatomie lidského oka* [online]. Bratislava: SWAMI, 2014 [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.videni.cz/oko/32-anatomie-oka>
- [11] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů: Část 1: Vnitřní pracovní prostory*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [12] *GigaLighting: Oslnění - UGR* [online]. Tábor: GIGA CZ, 2017 [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.gigalighting.cz/oslneni-ugr.htm>
- [13] *LUX VITA EST* [online]. Praha: Hynek Medřický, 2015 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <http://www.luxvitaest.cz/>
- [14] *T-LED: Barva světla* [online]. Praha 1: T-Led, 2017 [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <https://www.t-led.cz/info/barva-svetla.html>

- [15] *Jablotrade* [online]. Jablonec nad Nisou: Jablotrade, 2013 [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <http://www.jablotrade.cz/led-osvetleni/led-osvetleni-uvod/>
- [16] *LEDme: LED lighting solution* [online]. Opava: LEDme, 2015 [cit. 2017-12-23]. Dostupné z: [https://ledme.cz/textove-novinky/6\\_co-znamena-u-led-hodnota-cri.html](https://ledme.cz/textove-novinky/6_co-znamena-u-led-hodnota-cri.html)
- [17] *SVĚTLO: časopis pro osvětlování a světelnou techniku* [online]. Praha: Ing. Antonín Fuksa, 2014 [cit. 2017-12-23]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/meritka-podani-barev--744>
- [18] *JÓGA DNES* [online]. Praha: ONYX 2007, 2014 [cit. 2017-12-23]. Dostupné z: <https://www.jogadnes.cz/joga/ve-vyhazejicim-slunci-438/>
- [19] *Česká astronomická společnost: Astronomický informační server astro.cz* [online]. Ondřejov: Astro.cz, 2017 [cit. 2017-12-23]. Dostupné z: <http://www.astro.cz/na-obloze/mesic.html>
- [20] *CZ svítidla* [online]. České Budějovice: Trendy-svítidla, 2017 [cit. 2017-12-23]. Dostupné z: <http://cz-svitidla.cz/24565-tes-lamps-e27-100w-230v-klasicka-zarovka-otresuvzdorná.html>
- [21] *Philips* [online]. 2017: Philips, Praha [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <https://www.philips.cz/c-p/8727900252774/halogen-classic-halogenova-zarovka>
- [22] *Points de vue* [online]. Francie: Dr. Jean Leid, 2016 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://www.pointsdevue.com/article/blue-light-what-are-risks-our-eyes#>
- [23] *E-light.cz* [online]. Brno: A-LIGHT, 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <https://www.e-light.cz/fluora-zarivka-215>
- [24] *Elym Hronov* [online]. Hronov: Elym Hronov, spol., 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: [http://www.elym.cz/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=171\\_188&products\\_id=2101&zenid=e5qde7lhth9et4trioqkb7los7](http://www.elym.cz/index.php?main_page=product_info&cPath=171_188&products_id=2101&zenid=e5qde7lhth9et4trioqkb7los7)
- [25] *Tzbinfo* [online]. Praha: Ing. Petr Žák, 2012 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/8343-vyvojove-tendence-ve-svetelných-zdrojích-a-svitidlech>
- [26] *Econext* [online]. Minneapolis: Econext Lighting technology, 2011 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://econext-lighting.com/resources%20lighting%20technology/visual%20induction%20lamp%20spectrum.html>
- [27] *GigaLighting: Konvenční světelné zdroje* [online]. Tábor: GIGA CZ, 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://www.gigalighting.cz/konvencni-svetelne-zdroje.htm>

- [28] *Dům svítidel* [online]. Plzeň: Osvětlení spol. s r.o., 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://www.dum-svitidel.cz/zdroje/powerball-hci-t-70w942-ndl-pb-osram.htm>
- [29] *Solis Tek: Digital lighting* [online]. Kalifornie: SolisTek, 2016 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <https://solis-tek.com/solistek-315w-ceramic-metal-halide-3200k-lamp.html>
- [30] *Artmetal Čechy* [online]. Jablonec nad Nisou: Artmetal Čechy, 2015 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://www.artmetal-cz.myeshop.cz/cs/detail39163.html>
- [31] *4-construction: Světelné zdroje-vysokotlaké rtuťové výbojka, směšové výbojky* [online]. Bratislava: Ing. Vladimír Dvořáček, 2007 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://www.4-construction.com/cz/clanek/svetelne-zdroje-vysokotlake-rtutove-vybojky-smesove-vybojky/>
- [32] *Hofman elektro* [online]. Uherské Hradiště: Hofman elektro, 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <https://www.elektro-hofman.cz/cz-detail-875389-led-dioda-vykonova-3w-tepla-bila-cira-150-lm.html>
- [33] *Preelektro* [online]. Hostinné: Pavel Řehák, 2017 [cit. 2017-12-25]. Dostupné z: <http://www.preelektro.cz/led-specialni-pasky-mini-svetla.php>
- [34] NOVÁK, Tomáš, Barbara HELŠTÝNOVÁ, Karel SOKANSKÝ, Tomáš MLCÁK a Petr ORSÁG. *Projekce a konstrukce vyhrazených technických zařízení elektro 2*. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3536-5.
- [35] *VTM* [online]. Praha: David Polesný, 2017 [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: <https://vtm.zive.cz/clanky/jak-funguje-nejvetsi-akumulator-v-cesku-podivejte-se-do-elektrarny-dlouhe-strane/sc-870-a-189061/default.aspx>
- [36] BENCKO, Vladimír. *Hygiena: učební texty k seminářům a praktickým cvičením. 2. přeprac. vyd.* Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-718-4551-5.
- [37] *Novinky.cz: Češi bojují v kancelářích s únavou, často je na vině nedostatek světla* [online]. Praha: Borgis, 2017 [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/kariera/429206-cesi-bojuji-v-kancelarich-s-unavou-casto-je-na-vine-nedostatek-svetla.html>
- [38] *Neviditelný pes: Lidovky.cz* [online]. Praha: Zdeněk Lukeš, 2009 [cit. 2017-12-26]. Dostupné z: [http://neviditelnypes.lidovky.cz/architektura-vzpominka-na-jana-rosulka-a-pv-fe5-/p\\_architekt.aspx?c=A090824\\_223100\\_p\\_architekt\\_wag](http://neviditelnypes.lidovky.cz/architektura-vzpominka-na-jana-rosulka-a-pv-fe5-/p_architekt.aspx?c=A090824_223100_p_architekt_wag)
- [39] *Nasli: Natural spectrum lighting* [online]. Praha 5: NASLI spol. s r.o., 2017 [cit. 2017-12-27]. Dostupné z: <http://www.nasli.net/cz>
- [40] *Elektro: Osvětlení obytných místností* [online]. Praha: Ing. Josef Košťál, redakce Elektro, 2010 z německého originálu časopisu de, 7/2009, vydavatelství Hüthig & Pflaum Verlag GmbH München [cit. 2017-12-28]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/osvetleni-obytnych-mistnosti--10734>



- [41] *Košík.cz: Chraňte svou pokožku před slunečním zářením* [online]. Praha: Košík.cz, 2017 [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <https://blog.kosik.cz/chrante-svou-pokozku-pred-slunecnim-zarenim/>
- [42] *Bleu en lumière* [online]. Francie: Bleu en lumière, 2017 [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.bleuenlumiere.com/#lumire-bleue-et-dgnrescence-maculaire>
- [43] *All about vision: Blue Light: It's Both Bad And Good For You* [online]. Kalifornie: AAV Media, 2016 [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://www.allaboutvision.com/cvs/blue-light.htm>
- [44] *Epilepsie: Základní informace o epilepsii*. Praha 4: Společnost E, 2015.
- [45] *Prezentace: Je světlo klíč*, doc. MUDr. Martin Anders, PhD., Psychiatrická klinika 1. LF UK a VFN Praha
- [45] HRODEK, Otto a Jan VAVŘINEC. *Pediatricie*. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-726-2178-5.
- [46] *Wikiskripta: Hyperbilirubinemie novorozenců a kojenců* [online]. Praha: MEFANET, 2017 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/w/Hyperbilirubinemie\\_novorozenc%C5%AF\\_a\\_kojenc%C5%AF](http://www.wikiskripta.eu/w/Hyperbilirubinemie_novorozenc%C5%AF_a_kojenc%C5%AF)
- [47] *Velký lékařský slovník* [online]. Praha 4: Maxdorf, 2001 [cit. 2017-12-30]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/>
- [48] *Ottův slovník naučný: illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí*. Praha: Paseka, 2003. ISBN 80-720-3305-0.
- [49] *Celostní medicína.cz* [online]. Praha: MUDr. Pavel ŠÁCHA, 2006 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <https://www.celostnimedicina.cz/co-je-bilirubin.htm>
- [50] *Top lékař* [online]. Praha 4: WIDEFIELD, 2010 [cit. 2017-12-31]. Dostupné z: <http://www.toplekar.cz/nemoci/ateroskleroza.html>
- [51] *Dermanet.cz* [online]. Praha 8: Česká akademie dermatovenerologie o.s., 2016 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: [http://www.dermanet.cz/cs/kozni-choroby/abeceda-koznich-nemoci/vitiligo\\_s589x7309.html](http://www.dermanet.cz/cs/kozni-choroby/abeceda-koznich-nemoci/vitiligo_s589x7309.html)
- [52] *Halla* [online]. Praha: HALLA, 2013 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://shop.halla.cz/svetelny-radce-osvetleni-koupelny>
- [53] *Nazeleno.cz* [online]. Brno: Tarifomat, 2014 [cit. 2018-01-0]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/bydleni/osvetleni/jak-na-ergonomicke-a-usporne-osvetleni-domacnosti.aspx>

## **Použité programy**

Microsoft: MS Office 365 Business, studentská licence ČVUT v Praze

Graphisoft SE is part of the Nemetschek Group: Archicad 20 EDU, program pro BIM projektování, Budapešť

DIAL GmbH: Dialux evo 7.1., program pro návrh osvětlení, Ludenscheid

## **Seznam tabulek**

Tab. 3.1. Tabulka vybraných prostorů s přípustnými hodnotami UGR

Tab. 6.1. Tabulka a popis stupňů krytí

Tab. 9.1. Vzdělávací zařízení – školské budovy [11]

Tab. 9.2. Průmyslové a řemeslné činnosti – šperkařství [11]

Tab. 9.3. Administrativní prostory (kanceláře) [11]

Tab. 9.4. Zdravotnictví [11]

## Seznam obrázků

- Obr. 2.1 Rozdělení světelného záření [6]
- Obr. 2.2. Schématický graf čtyř cirkadiánních rytmů [7]
- Obr. 2.3. Zjednodušená neuroanatomie cirkadiánního systému [8]
- Obr. 3.1. Schéma lidského oka [9]
- Obr. 3.2. Poměrná spektrální citlivost zraku pozorovatele [1]
- Obr. 3.3. Znázornění přímého oslnění-červeně a oslnění odrazem-černě [12]
- Obr. 5.1. Porovnání teploty chromatičnosti světelných zdrojů [15]
- Obr. 5.2. Porovnání různých indexů podání barev [12]
- Obr. 5.3. Slunce [18]
- Obr. 5.4. Proměna světelného spektra v průběhu dne [13]
- Obr. 5.5. Měsíc [19]
- Obr. 5.6. Spektrum Měsíce v úplňku [13]
- Obr. 5.7. Klasická žárovka [20]
- Obr. 5.8. Příklad spektra žárovky [13]
- Obr. 5.9. Halogenová žárovka [21]
- Obr. 5.10. Příklad spektra halogen. žárovky [22]
- Obr. 5.11. Lineární zářivka T8 Osram – Fluora [23]
- Obr. 5.12. Spektrum lineární zářivky Osram – Fluora [23]
- Obr. 5.13. Kompaktní zářivka Philips Tornádo [24]
- Obr. 5.14. Příklad spektra kompaktní zářivky [23]
- Obr. 5.15. Indukční výbojka [25]
- Obr. 5.16. Příklad spektra indukční výbojky [26]
- Obr. 5.17. Nízkotlaká sodíková výbojka a příklad jejího spektra [27]
- Obr. 5.18. Vysokotlaká rtuťová výbojka a příklad jejího spektra [27]
- Obr. 5.19. Vysokotlaká sodíková výbojka a příklad jejího spektra [27]
- Obr. 5.20. Halogenidová výbojka [28]
- Obr. 5.21. Příklad spektra halogenidové výbojky [29]
- Obr. 5.22. Směsová výbojka [30]

- Obr. 5.23. Příklad spektra směsové výbojky [31]
- Obr. 5.24. LED dioda [32]
- Obr. 5.25. LED pásek [33]
- Obr. 5.26. Spektrum LED pásku 3968 K [13]
- Obr. 5.27. Spektrum LED 2636 K [13]
- Obr. 6.1. Úhel clonění u svítidla [34]
- Obr. 6.2. Piktogramy rozložení světelného toku [34]
- Obr. 6.3. Základní typy světelně aktivních ploch [34]
- Obr. 7.1. - 7.2. Falešná okna v elektrárně Dlouhé Stráně přispívají k psychické pohodě zaměstnanců při dlouhodobé práci v podzemních prostorech [35]
- Obr. 7.3. Kožní pavilon na pražské Bulovce [38]
- Obr. 9.1. Potřebná úroveň osvětlení pro stejný zrakový výkon při různém věku lidí [1]
- Obr. 10.1. Typy kůže a jejich reakce na sluneční záření [41]
- Obr. 10.2. Hranice mezi dobrým a špatným modrým světlem [22]
- Obr. 10.3. Odraz škodlivé modré složky světla ochrannými brýlemi [42]
- Obr. 10.4. Fototerapie novorozence [46]
- Obr. 10.5. Svítidlo pro ChBFT [39]
- Obr. 12.1. Zóny v koupelně [52]
- Obr. 12.2. Vybraná svítidla do koupelny
- Obr. 12.3. Rozložení intenzity osvětlenosti koupelny na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m
- Obr. 12.4. Vybraná svítidla do chodby
- Obr. 12.5. Rozložení intenzity osvětlenosti chodby na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m
- Obr. 12.6. Příklad umístění svítidla na čtení [53]
- Obr. 12.7. Příklad umístění svítidla nad jídelním stolem [53]
- Obr. 12.8. Vybraná svítidla do obytné místnosti
- Obr. 12.9. Rozložení intenzity osvětlenosti obytné místnosti na srovnávací hladině ve výšce 0,8 m
- Obr. 12.10. Rozložení intenzity osvětlenosti TV koutu srovnávací hladině ve výšce 1,2 m
- Obr. 12.11. Rozložení intenzity osvětlenosti jídelního stolu na srovnávací hladině ve výšce 0,8 m

Obr. 12.12. Rozložení intenzity osvětlenosti kuchyňské linky na srovnávací hladině ve výšce 0,85 m

Obr. 12.13. Vybraná svítidla do ošetřovny

Obr. 12.14. Rozložení intenzity osvětlenosti ošetřovny na srovnávací hladině ve výšce 0,85 m

Obr. 12.15. Vybraná svítidla do společenské místnosti

Obr. 12.16. Rozložení intenzity osvětlenosti společenské místnosti na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m, světelná scéna - všechna svítidla

Obr. 12.17. Obr. 12.16. Rozložení intenzity osvětlenosti společenské místnosti na srovnávací hladině ve výšce 0,0 m, světelná scéna - část svítidel

## **Seznam příloh**

Příloha A: Výstupy z dialuxu

Příloha B: Technická zpráva

Příloha C: Výkresová dokumentace