

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh elektroinstalace, včetně osvětlovací soustavy
rodinného domu**

vedoucí práce: Prof. Ing. Jan Mühlbacher, CSc
autor: Petr Šimek

2013

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr ŠIMEK**
Osobní číslo: **E11N0136P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektroenergetika**
Název tématu: **Návrh elektroinstalace, včetně osvětlovací soustavy rodinného domu**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Navrhněte osvětlovací soustavu rodinného domu.
2. Vyberte vhodná svítidla.
3. Ověřte výpočtem, zda daný návrh splňuje hygienické normy.
4. Vypracujte návrh elektroinstalace dané světelné soustavy pro tento rodinný dům.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


1. Habel, J. a kol.: Světelná technika a osvětlování, FCC Public Praha, 1995
2. Linda, J.: Elektrické světlo I,II,III, ZČU v Plzni, 1993, 1995
3. Hála, P. a kol.: Vnitřní elektrické rozvody, PROTISK, 1994
4. Heřman, J. a kol.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace, Verlag Dashofer, 2006

Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Jan Mühlbacher, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na řešení osvětlovací soustavy rodinného domu. Práce obsahuje rozbor volby světelných zdrojů, svítidel a požadavků norem.

V příloze je světelná soustava integrována do elektroinstalace.

Klíčová slova

Osvětlovací soustava, světelný zdroj, svítidlo, umělé osvětlení, osvětlenost

Abstract

This master thesis is focused to family house lighting system solution. The thesis includes analysis of light sources, lamps and standards requirements. In the attachment is the lighting system integrated into the wiring.

Key words

Lighting system, light source, lamp, artificial lighting, illumination

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 3.5.2013

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Janu Mühlbacherovi, Csc. za příležitost a podporu při psaní této práce. Dále bych chtěl vyjádřit svůj vděk Ing. Janu Benešovi za zájem a věcné připomínky k tvorbě a organizaci práce. Nakonec bych rád poděkoval svým rodičům za morální a finanční podporu během studia.

Obsah

OBSAH	8
1. ÚVOD	10
2. ZÁKLADNÍ VELIČINY SVĚTELNÉ TECHNIKY	11
2.1 I – SVÍTIVOST	11
2.2 Ω - PROSTOROVÝ ÚHEL	11
2.3 Φ – SVĚTELNÝ TOK	11
2.4 E – OSVĚTLENOST	11
2.5 L- JAS	12
2.6 M – SVĚTLENÍ	12
2.7 η – MĚRNÝ VÝKON SVĚTELNÉHO ZDROJE	12
2.8 T_C – TEPLOTA CHROMATIČNOSTI	12
2.9 R_A – INDEX BAREVNÉHO PODÁNÍ	13
3. SVĚTELNÉ ZDROJE	13
3.1 ÚVOD	13
3.2 ŽÁROVKA	15
3.3 HALOGENOVÁ ŽÁROVKA	16
3.4 ZÁŘIVKA	17
3.5 SVĚTELNÁ DIODA - LED	20
3.6 VYSOKOTLAKÉ HALOGENIDOVÉ VÝBOJKY	23
3.7 POROVNÁNÍ ZDROJŮ SVĚTLA PRO OSVĚTLOVÁNÍ VNITŘNÍCH PROSTOR	24
4. SVÍTIDLA	27
4.1 SVĚTELNÉ TECHNICKÉ PARAMETRY SVÍTIDEL	28
4.1.1 Φ_{SV} – světelný tok svítidla	28
4.1.2 η_{SV} – účinnost svítidla	28
4.1.3 Svítivost svítidla	28
4.1.4 Jas svítidla	29
4.1.5 Úhel clonění	29
4.2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY USMĚRNĚNÍ SVĚTELNÉHO TOKU	30
4.2.1 Reflektor	30
4.2.2 Refraktor	31
4.2.3 Rozptylovač	32
4.2.4 Kombinované systémy	33
4.3 ROZDĚLENÍ SVÍTIDEL PODLE PROSTOROVÉHO ROZLOŽENÍ SVĚTELNÉHO TOKU	33
4.3.1 Křivky svítivosti jednotlivých druhů	34
Přímé	34
Převážně přímé	34
Smíšené	35
Převážně nepřímé	35
Nepřímé	36
4.4 UCHYCENÍ SVÍTIDEL	36
4.5 SYMBOLY A ZNAČKY NA SVÍTIDLECH	37

5. OSVĚTLOVÁNÍ RODINNÉHO DOMU	38
5.1 OBÝVACÍ POKOJ.....	38
5.2 LOŽNICE	40
5.3 DĚTSKÝ POKOJ.....	41
5.4 JÍDELNA	42
5.5 KUCHYNĚ	43
5.6 KOUPELNA, WC	44
5.7 ZÁDVEŘÍ, VSTUPNÍ HALA, ŠATNA.....	45
5.8 SCHODIŠTĚ, CHODBA	46
5.9 PRACOVNA, DÍLNA.....	47
ZÁVĚR	48
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	49
PŘÍLOHY	51

1. Úvod

Bez Slunce by nebyl možný život na naší planetě. Je pro nás zdrojem světla a tepla. Díky němu se vyskytuje voda na naší planetě ve všech třech skupenstvích. Pomocí tepla ze Slunce se ohřívá povrch naší planety, od povrchu se ohřívá atmosféra a umožňuje tím koloběh vody v přírodě. Bez světla by nebyla možná fotosyntéza, kterou potřebují všechny rostliny ke svému růstu. Téměř každá živá část přírody je vybavena fotoreceptory, podle kterých rozeznají, jak rostliny, tak živočichové, zda je den či noc. Stejně tak na základě různých teplot a délky svitu rozeznají různá roční období. Taková rostlina si na základě těchto údajů řídí své biologické hodiny a zároveň jí slouží jako kalendář pro svůj roční cyklus. Zaregistruje-li den, využívá svůj chlorofyl k fotosyntéze a v noci se ukládá ke spánku.

A stejně je tomu u lidí. I náš organismus podléhá biologickým hodinám. Řídí se jimi spánek, tělesná teplota, koncentrace hormonů atp. A protože je u člověka naplánován den na 24,2 hodin, musí se každý den synchronizovat. To se provádí registrováním jisté úrovně osvětlení každé ráno dopadající do fotoreceptoru uvnitř oka. Kdyby toto světlo člověk nevnímal, jeho hodiny by se každý den opožďovaly a začaly by volně běžet časem. Tím trpí například slepci nebo lidé pracující v nočních směnách. Je třeba si uvědomit, že světlo je pro člověka důležité nejen z hlediska vidění, ale i z hlediska synchronizace jeho vnitřních hodin s vnějším dnem. Kvalita osvětlení pak má velký vliv na udržení ostrosti zraku až do pokročilého stáří.

Už na počátku věků si člověk zajišťoval ohněm světlo a teplo po dobu nepřítomnosti Slunce. Stejně jako kdysi on měl potřebu si ve svém rodinném sídle v podobě jeskyně rozsvítit, aby se mohl orientovat během noci v prostoru, tak i my máme tuto potřebu ve svých obydlích. Navíc dnes provádíme v domě více činností a máme tedy k tomu i různé požadavky na osvětlení. Oheň už nám dávno přestal stačit a tak jej nahradily žárovky a zářivky a v nejbližší budoucnosti to bude zřejmě LED technologie. Světlo se dnes v drtivé většině vyrábí přeměnou elektrické energie, proto se věnuje tato práce i jeho instalaci do projektu rodinného domu.

2. Základní veličiny světelné techniky

2.1 I – svítivost

- prostorová hustota světelného toku
- jednotkou je kandela [cd] (odvozena od svitu jedné svíčky)

$$I = \frac{\phi}{\Omega} \quad (1)$$

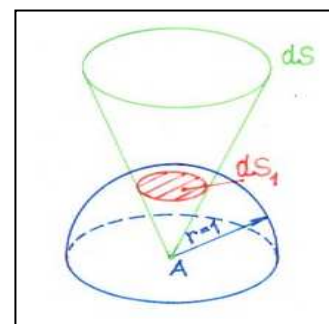
kde: Φ je světelný tok do prostorového úhlu [lm]

Ω je prostorový úhel [sr]

2.2 Ω - prostorový úhel

- je to úhel popisující plochu na povrchu koule
- jednotkou je steradián [sr]

$$\Omega = \frac{dS_N}{r^2} \quad (2)$$



obr. 1 - prostorový úhel [10]

2.3 Φ – světelný tok

- reakce zraku na dopadající zářivý tok
- vyjadřuje míru celkového množství světla emitovaného světelným zdrojem ve všech směrech
- jednotkou je lumen [lm]

2.4 E – osvětlenost

- plošná hustota dopadajícího světelného toku
- jednotkou je lux [lx]

$$E = \frac{\phi}{S} \quad (3)$$

kde: Φ je dopadající světelný tok [lm]

S je osvětlovaná plocha [m²]

2.5 L – jas

- plošná a prostorová hustota světelného toku a je stejně jako svítivost vázán na určitý směr
- jednotkou je kandela na metr čtvereční [cd/m^2]

$$L = \frac{I}{S} \quad (4)$$

kde: I je vyzařovací prostorová hustota světelného toku [lm]

S je vyzařovací plocha [m^2]

2.6 M – světlení

- plošná hustota světelného toku vyzařovaného z plochy
- jednotkou je lumen na metr čtvereční [lm/m^2]

$$M = \frac{\Phi}{S} \quad (5)$$

kde: Φ je vyzařovaný světelný tok [lm]

S je vyzařovací plocha [m^2]

2.7 η – měrný výkon světelného zdroje

- vyjadřuje, jaký světelný tok získáme ze světelného zdroje při dodání 1W elektrické energie
- jednotkou je lumen na watt [lm/W]

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad (6)$$

kde: Φ je světelný tok [lm]

P je elektrický příkon [W]

2.8 Tc – teplota chromatičnosti

- jednotkou je kelvin [K]

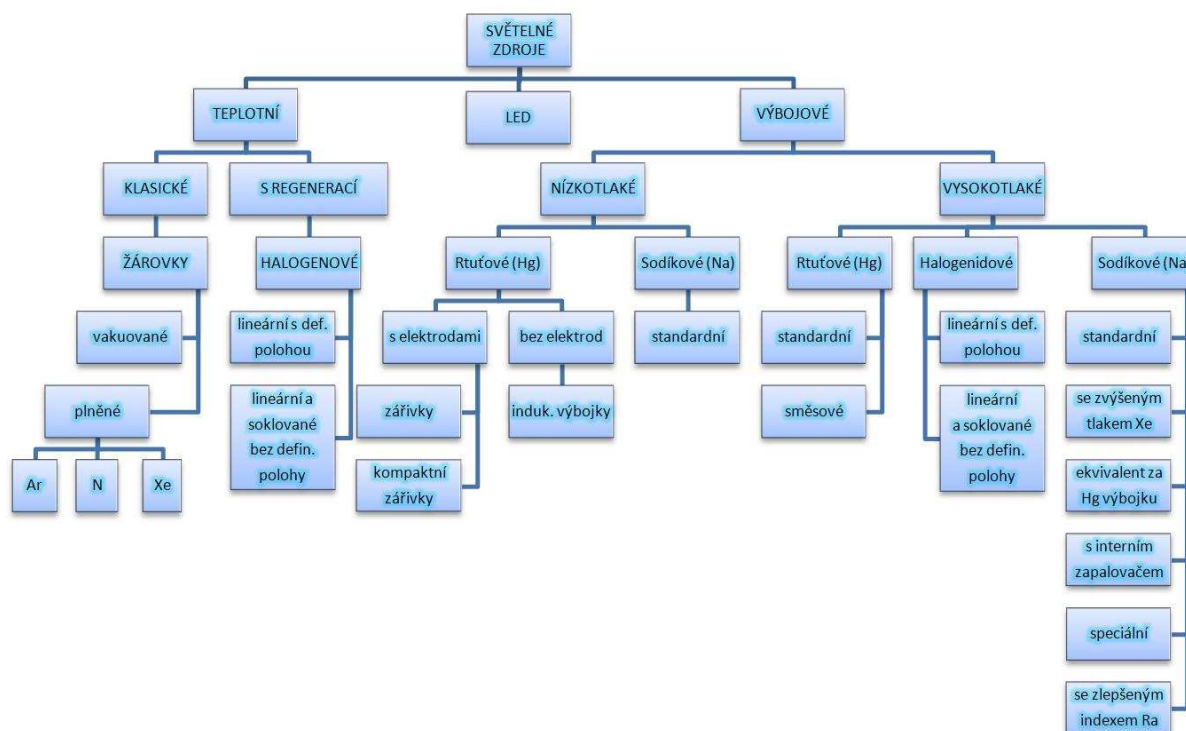
Teplota chromatičnosti světelného zdroje představuje teplotní ekvivalent vůči Planckovo černému zářiči. Teplé bílé světlo (do 3 300 K) odpovídá světlu při východu či západu slunce, navozuje pocit relaxace a odpočinku. Neutrální bílé světlo má teplotu chromatičnosti mezi 3 300 K až 5 000 K. Chladné denní světlo (nad 5 000 K) vytváří atmosféru činnosti a vysoké výkonnosti.

2.9 R_a – index barevného podání

Index podání barev R_a (CRI - color rendering index) je hodnocení věrnosti barevného vjemu, který vznikne osvětlením ze světelného zdroje, v porovnání s tím, jaký barevný vjem by vznikl při denním osvětlení. Hodnota R_a je bezrozměrná a může nabývat hodnot od 0 do 100. Při hodnotě $R_a = 0$ není možno rozeznat barvy. Naproti tomu zdroj s $R_a = 100$ poskytne oku uživatele nezkreslené barvy.

3. Světelné zdroje

3.1 Úvod

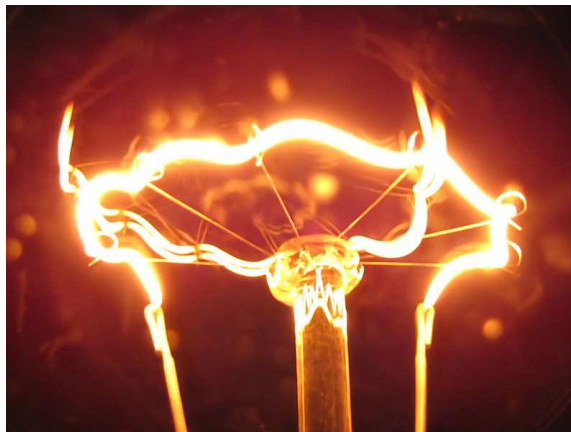


obr. 2 – světelné zdroje

Všechny výše uvedené světelné zdroje pracují s přeměnou elektrické energie na světlo. Přestože se v oblasti výzkumu světelných zdrojů investují velké finanční prostředky, jsou známi zatím pouze 3 základní principy výroby světla:

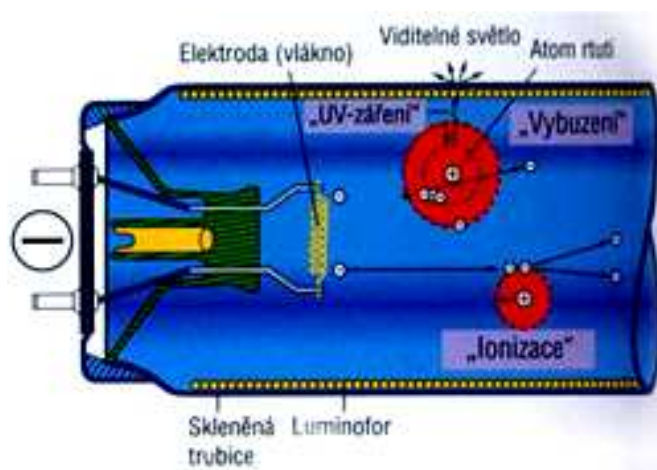
- vyzařování světla vyvolané tepelným buzením (inkadescence)
- vybuzení atomů plynu nebo par kovů v elektrickém a magnetickém poli
- luminescence pevných látek

První princip je založen na žhavení pevné látky, která se průchodem elektrického proudu skrze elektrický odpor pevné látky rozžhaví a umožňuje tak uvolňovat optické záření. Typickým příkladem tohoto principu je žárovka s wolframovým vláknem.



obr. 3 – rozžhavené vlákno klasické žárovky [13]

Druhý princip je založen na přeměně elektrické energie na energii kinetickou pro elektrony pohybující se ve výbojovém prostoru. Při srážkách elektronů s atomy plynů a kovových par uvnitř výbojového prostoru se uvolněná energie přemění na optické záření. Touto cestou se tvoří světlo ve výbojkách.



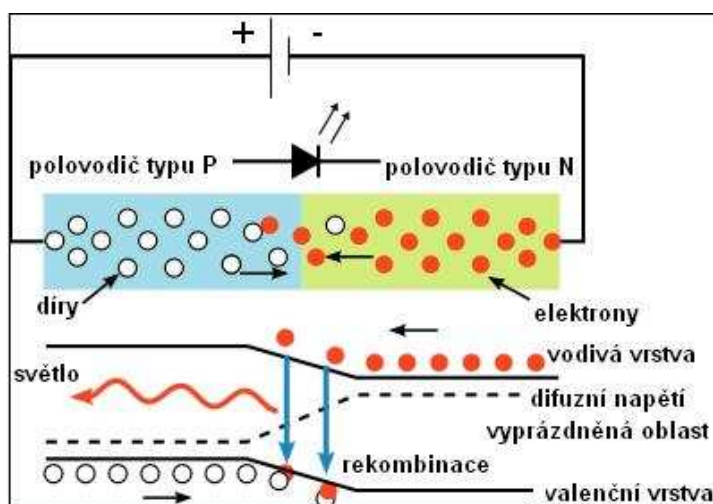
obr. 4 – princip vybuzení a luminescence [14]

Třetí princip je nazýván luminescence. Je to emise světla způsobena hmotou nesouvisející s teplem. Ta může vznikat chemickými reakcemi, elektřinou, subatomárními pohyby nebo pnutím uvnitř krystalu. Tento jev je i součástí radioaktivity. Z oblasti běžných světelných zdrojů nás budou především zajímat principy luminoforu a rekombinace, kteří spadají do luminescence.

Luminofor pracuje na bázi absorpce jednoho fotonu v UV pásmu, který po srážce s luminoforem přejde na nižší energetickou hladinu za doprovodu uvolnění optického záření. K tomu může docházet jen v určitém rozsahu vlnových délek, které je luminofor schopen transformovat na viditelné záření. Tento princip na rozdíl od předešlých vyžaduje tvorbu světla ještě před průchodem do luminoforu. K tomu se využívá zpravidla výboje.

Rekombinace pracuje na bázi uvolnění fotonů ve vyprázdněné oblasti mezi polovodiči typu P a N. Proto je vrstva N velmi silně dotována na rozdíl od vrstvy P.

Barva světla je dána použitím daného polovodičového materiálu. Světelné spektrum tohoto principu je ovšem vždy soustředěno do úzkého pásma, a tak se vždy jedná o monochromatické zdroje světla. Tuto tvorbu světla využívají výhradně světelné diody. [2]



obr. 5 – princip rekombinace

3.2 Žárovka

Žárovka je nejjednodušší zdroj světla. Její wolframové vlákno, které se průchodem elektrického proudu skrze odpor vlákna rozžhaví, umožňuje uvolňovat optické záření.

Vlákno se vyrábí z tvrdého těžkotavitelného wolframu zušlechtěného různými přísadami, které zajistí, vysokou teplotu tavení a potřebnou tažnost pro jeho výrobu. Je navinuto do jednoduché nebo dvojité spirály, aby si udrželo potřebnou teplotu. Jeho teplota se u klasických žárovek pohybuje v rozmezí 2 300 – 2 900 K. [1]

Vlákno je přidržováno molybdenovými nosnými háčky, které se zatavují na konci nosné skleněné tyčinky. Přívodní vodiče se připájí na patici a její středový kontakt je zataven do skleněné trubičky, jež obsahuje i čerpací trubičku. Musíme si uvědomit, že se nám uvnitř žárovky střetávají dva materiály s rozdílnou tepelnou roztažností, a proto jsou přívodní vodiče k vláknu ze slitiny železa a niklu. [1]

Baňky žárovek se vyrábějí podle potřeb do různých tvarů. Také se vyrábějí z různých skel pro lepší a rovnoměrnější rozložení jasu, než nabízí baňka čirá, ale za cenu nižšího světelného toku až o 10%. Baňky se tedy dělají čiré, mdlené, opálové a opalizované. [1]

Pro zlepšení svítivosti a životnosti se žárovky plní inertními plyny jako je argon, krypton, xenon. V poslední době se jimi nahrazují vakuové žárovky v automobilech a světelné signalizaci. [1]

Jako patice pro žárovky se nejčastěji užívá Edisonův (E 10, 14, 27, 40) a bajonetový závit. [1]



obr. 6 – schéma žárovky

tab. 1 – parametry běžné žárovky [1]

Příkon	[W]	60
Životnost	[hod]	1 000
Světelný tok	[lm]	710
Měrný výkon	[lm/W]	11,8

3.3 Halogenová žárovka

Halogenové žárovky využívají regeneračního cyklu, který vylepšuje jejich parametry. K náplni inertních plynů s vyšším tlakem jsou připojeny příměsi halogenů (jod, brom, chlor) a jejich sloučeniny, které omezují odpařování wolframu z vlákna a především jeho usazování na vnitřní stěnu baňky. Při vhodném konstrukčním uspořádání žárovky je zajištěn potřebný teplotní režim pro průběh vratné chemické reakce mezi odpařeným wolframem a halogenem. Atomy wolframu, které se odpaří z vlákna, se v místech s nižší teplotou u stěny baňky slučují s halogenem na plynnou sloučeninu halogenid wolframu. Tato sloučenina difunduje směrem k vláknu, do míst s vyšší teplotou, kde se při dosažení disociační teploty štěpí na halogen a wolfram. Wolfram se usazuje na místa spirály s nižší teplotou a zvyšuje koncentraci wolframových par v blízkosti vlákna. Uvolněný halogen se u stěny baňky opět účastní cyklické reakce.“ [1]

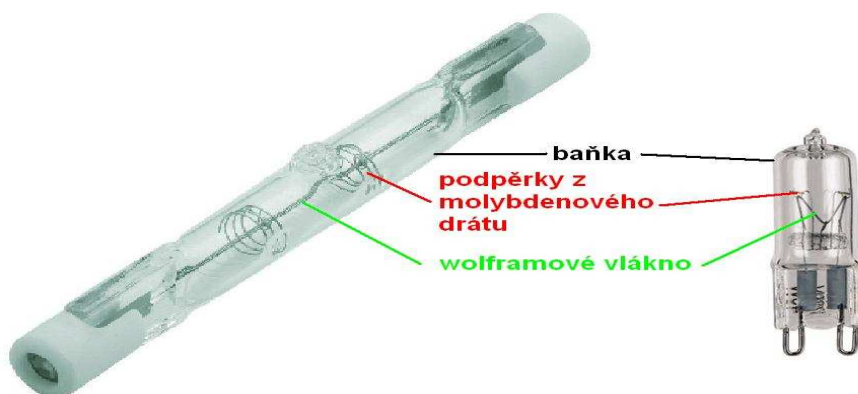
K tomu, aby mohl tento cyklus efektivně fungovat, musíme použít fluor a navrhnout takové řešení, které si poradí s jeho chemickou agresivitou. Tento cyklus také vyžaduje určité teplotní podmínky, a proto se objem žárovky minimalizuje. Teplota baňky přesahuje 250°C.

Na takovou teplotu se užívá křemenné sklo, jehož povrch vyžaduje naprostou čistotu, jinak by baňka popraskala. [1]

Halogenový cyklus dodává těmto žárovkám výhodu v podobě zvýšení světelného toku, vyšší životnosti a většího měrného výkonu. Regenerační cyklus vyžaduje malé rozměry žárovky, zabírají tedy méně místa. Největší výhodou halogenových žárovek ale je, že si udržují stálý světelný tok po celou dobu života. [1]

tab. 2 – parametry běžné halogenové žárovky [1]

Příkon	[W]	30
Životnost	[hod]	3 000
Světelný tok	[lm]	620
Měrný výkon	[lm/W]	23.7



obr. 7 - schéma halogenové žárovky

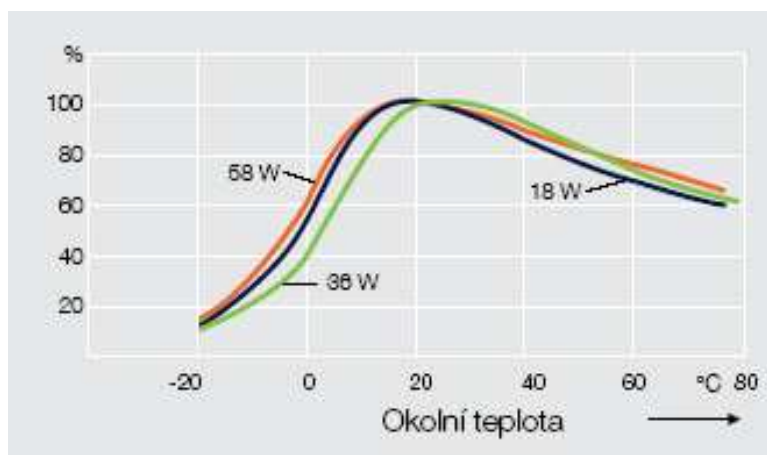


obr. 8 - halogenová žárovka [1]

3.4 Zářivka

Zářivka je nízkotlaká rtuťová výbojka se vzácnými plyny, jako je argon a neon. Inertní plyn se tam dodává z důvodu schopnosti snížit zápalné napětí. Navíc omezí rozprašování materiálu elektrod. Elektrody tvoří wolframové spirály žhavené výbojem. Výboj v parách rtuti tvoří viditelné záření, jehož měrný výkon je nízký (5-7 lm/W) a odpovídá asi 2% přivedené energie. Okolo 60% přivedené energie je vyzařováno v oblasti UV záření. Proto je na vnitřní stěně nanesen luminofor, který je schopen část tohoto záření (asi 19%) transformovat do oblasti viditelného záření. Další UV záření pohltí sklo trubice. Zbývá část přivedené energie se přemění na teplo. [1]

Poměrně velkou nevýhodou je závislost světelného toku na teplotě trubice a okolí, která je zvlášť patrná u některých malých kompaktních zářivek. Standardní zářivka má maximální světelný tok při teplotě trubice 40°C a okolí 25°C. Při jiných teplotách světelný tok klesá. Při nižších teplotách klesne tlak rtuťových par a sníží se vyzařování v rezonanční oblasti rtuti. Při vyšších teplotách klesá transformační schopnost luminoforů.



obr. 9 – teplotní závislost zářivky řady T5 [6]

Zářivka během provozu ztrácí světelný tok vlivem postupné ztráty účinnosti luminoforu, zčernáním vnitřního povrchu trubice rozprášeným materiálem elektrod a rtuti. Světelný tok během prvních 100 hodin klesne o 10%. Po této době je nazýván tokem jmenovitým. V průběhu času samozřejmě stále klesá, ale už ne tak razantně. Pokud poklesne o třetinu, je třeba z důvodu hospodárnosti provozu zářivku vyměnit za novou. [1]

Zářivky bez elektronického předřadníku jsou silně ovlivňovány počtem sepnutí, neboť se tím poškozuje emisní vrstva na elektrodách. [1]

Spínání se realizuje buď pomocí doutnavkového zapalovače, nebo elektronického vysokofrekvenčního předřadníku. Dnes se snažíme používat elektronické předřadníky, neboť snižují příkon. Také nabízí mnohem lepší zápal i za nízkých teplot, prodlouží životnost, omezí pulzaci světelného toku a tím i stroboskopický jev. Zvýší se jimi účinník a zářivka se může napájet i stejnosměrným proudem. Elektronický předřadník také nabízí možnost regulace světelného toku v celém rozsahu (1 až 100%). [1]

Do zářivek se také mohou nanášet speciální luminofory, které transformují UV záření do tří vybraných pásem viditelného záření. To má význam pro zlepšení indexu podání barev ($R_a > 80$) a zvýšení měrného výkonu (90 lm/W). [1]

Lineární zářivky se vyrábějí o průměru 16, 26 a 38 mm. Zářivka menšího průměru mívá o 10% nižší příkon a stejný nebo větší světelný tok. Vzhledem k teplené závislosti bylo nutné vymyslet i zářivku, která bude efektivně fungovat i za nízkých teplot. Ta se používá pro venkovní osvětlení v horských oblastech a v chladicích boxech. [1]

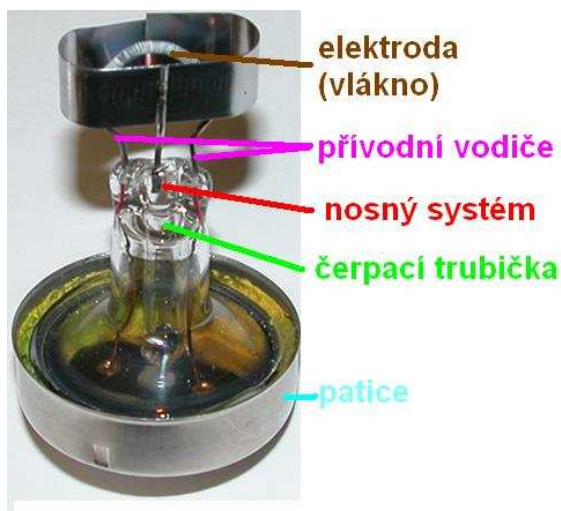
Z nařízení EU se dnes žárovky zpravidla nahrazují jednopaticovými kompaktními zářivkami s vestavěným elektronickým předřadníkem. Tyto zářivky ovšem s rostoucím výkonem mívají větší rozměry a může se stát, že se do svítidla nevejdou. V posledních letech se hodně investovalo do vývoje tohoto světelného zdroje, aby se svými světelnými a geometrickými parametry přiblížil wolframové žárovce. Proto vznikl kruhový tvar, jenž rozptyluje svůj světelný tok více do stran. Aby se urychlil náběh na jmenovitý světelný tok, plní se dvojí formou amalgámu. Jejich příkon se pohybuje od 7 do 25 W a světelný tok od 400 do 1 200 lm. Životnost je v průměru 8 000 hodin, ale v dnešní době při velké diverzifikaci výrobců není problém koupit i kompaktní zářivku s životností 20 000 hodin. [1]

Tab. 3 – parametry běžné kompaktní zářivky [1]

Příkon	[W]	15
Životnost	[hod]	20 000
Světelný tok	[lm]	850
Měrný výkon	[lm/W]	56.6



obr. 10 – lineární zářivka [17]



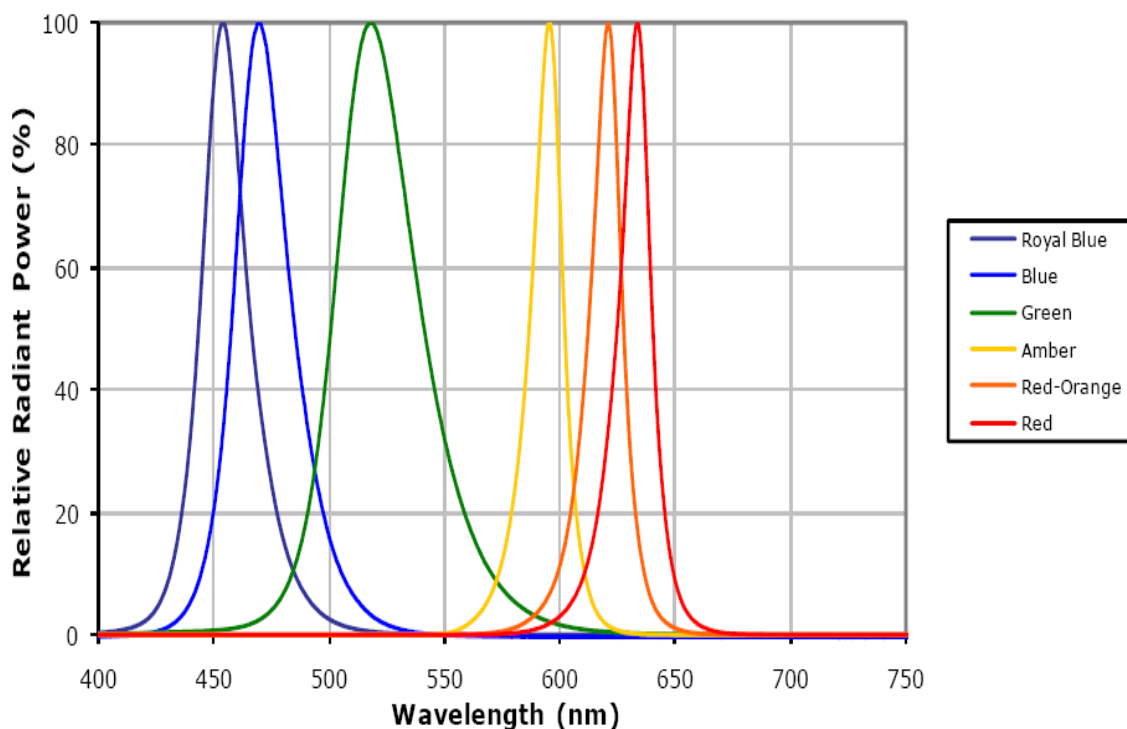
obr. 11 – schéma zářivky [13]



obr. 12 – kompaktní zářivka lineárního a kruhového tvaru [1]

3.5 Světelná dioda - LED

Využívá uvolnění fotonů při rekombinaci ve vyprázdněné oblasti mezi polovodiči typu P a N. Barva světla je dána použitím daného polovodičového materiálu. Ten také ovlivňuje, při jakém napětí začne dioda svítit. V posledních letech se soustřeďuje vývoj na tvorbu bílého světla. Nejprve se používala RGB dioda a bílé světlo se vytvořilo namícháním všech třech barev.



obr. 13 - barvy [1]

Později se vynalezla modrá dioda s luminoforem, který transformoval světlo na bílé. LED diody vyzařují monochromatické světlo. Jejich příkon je velmi malý a vyzařují hodně světelné energie. LED ve tvaru žárovky se skládá z čipů, z nichž je seskládáno na místě velké množství LED diod. Vzhledem k hustotě a uvolňované energii se musí čipy chladit a proto jsou opatřeny hliníkovým chladičem.

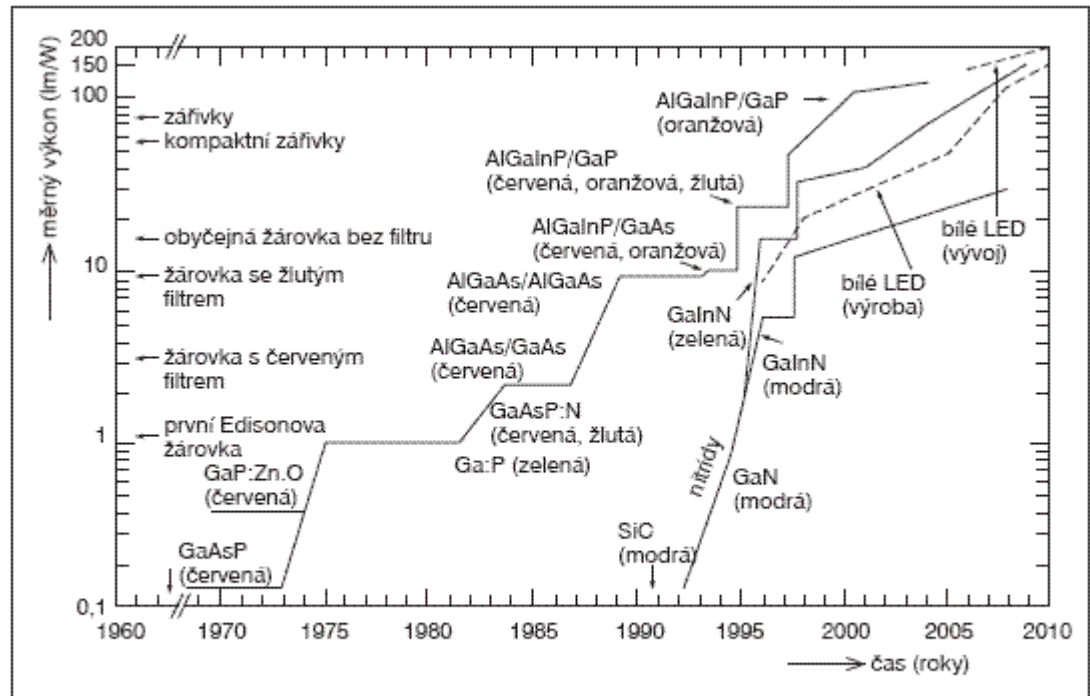


obr. 14 – detail modulu s LED chipem [18]

Světelné diody dále našly nezastupitelné místo v signalizaci. Tam je navíc jejich velkou předností, že jedna dioda je schopna zobrazovat více barev. Takovou diodu nalezneme třeba u vypalovací mechaniky v PC. Zelená signalizuje režim čtení a oranžová režim zápisu. Jejich nezastupitelné místo je také v komunikaci za pomoci infračervené diody.

Vysoce svítivé LED diody nahrazují halogenové žárovky v ručních svítilnách a stolních lampičkách. V poslední době je stále častěji najdeme v autech, jako světla pro denní svícení. Mocný vzestup LED je dán především tím, že se jako jeden z mála světelných zdrojů v poslední době neustále zlepšuje své parametry. A to především v oblasti měrného výkonu a životnosti, kde postupně začíná vytlačovat ostatní světelné zdroje.

Samotný vývoj ukazuje obrázek. Teoreticky můžeme dosahovat v budoucnu až těchto hodnot: cca 60lm/W modrá, 230lm/W bílá, 260 lm/W červená, 500lm/W žlutá, 590 lm/W zelená



Obr. 1. Zvyšování měrného výkonu vyráběných světelných diod v průběhu několika posledních desetiletí

obr. 15 – vývoj LED [15]

Tab.4 – parametry běžné LED žárovky [1]

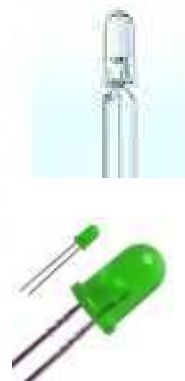
Příkon	[W]	12
Životnost	[hod]	25 000
Světelný tok	[lm]	806
Měrný výkon	[lm/W]	67



obr.16 LED zářivka[19]



obr. 17 LED žárovka [1]



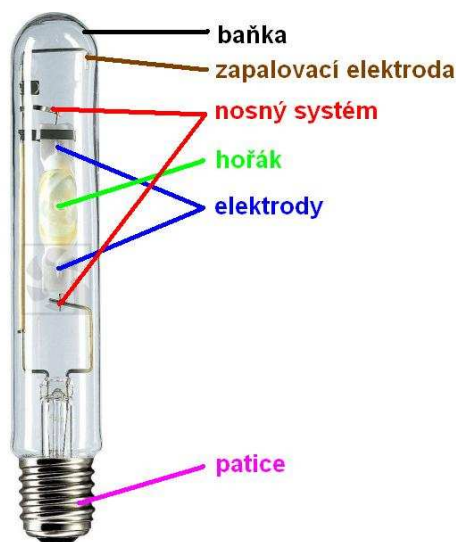
obr. 18 a 19 LED diody [1]



obr. 20 LED náhrada halogenu [1]

3.6 Vysokotlaké halogenidové výbojky

Jedná se o vysokotlaké rtuťové výbojky, které jsou obohaceny o sodík, lithium a thalium. Světlo tak vzniká nejen rtuťovým obloukovým výbojem, ale také zářením těchto prvků. Tato kombinace umožnila výrazné zlepšení indexu podání barev a zvýšení měrného výkonu. Obsahují argon pro snadné zapálení. Zapalování se provádí jak elektronickými, tak elektromagnetickými předřadníky a jeho volba je závislá na provedení hořáku. Uvnitř této výbojky probíhá podobná cyklická reakce, jako u halogenové žárovky. Dále je nutno zmínit, že jejich teplota chromatičnosti je velmi závislá na napájecím napětí, které nesmí mít větší rozptyl než 5%. U výbojek s hořákem z křemenného skla je chromatičnost navíc ještě závislá na pracovní poloze výbojky, která se udává úhlem v katalogu. [1]



obr. 21 – schéma halogenidové výbojky



obr. 22 - halogenidové výbojky [1]

3.7 Porovnání zdrojů světla pro osvětlování vnitřních prostor

Toto porovnání jsem učinil na základě parametrů běžných světelných zdrojů, které si mohou mezi sebou konkurovat. Samozřejmě, každý zdroj světla má své přednosti, které jej činí nenahraditelným, ale to jsou speciální případy, kterými se radši nebudu zabývat. Celé toto porovnání je relativní záležitostí, neboť světelné zdroje se v průběhu času vyvíjejí a pochopitelně se mění i jejich cena. Proto jsou tyto údaje vztaženy k současné situaci v roce 2012.

Tab. 5 – parametry běžných světelných zdrojů

	Klasická žárovka	Halogenová žárovka	Kompaktní zářivka	LED ve tvaru žárovky	Halogenidová výbojka
Příkon [W]	60	30	15	12	20
Životnost [hod]	1 000	3 000	20 000	25 000	9 000
Světelný tok [lm]	710	620	850	806	750
Měrný výkon [lm/W]	11,8	23,7	56,6	67	37,5
Běžná cena [Kč]	11	265	320	951	1 320
Cena na hod provozu [Kč]	0,28	0,22	0,08	0,09	0,24

Klasická žárovka

Klasická žárovka má životnost průměrně 1000 hodin. Vyrábí se i žárovky s delší životností, které nabízí 2,5 až 5-ti násobek této doby, ale za cenu až o čtvrtinu nižšího světelného toku. Jejich uplatnění nalezneme u těžko přístupných svítidel. [1]

Uvnitř žárovky se odpařuje wolfram z vlákna a usazuje se na skleněné baňce, která černá a my tak ztrácíme světelný tok. Světelný tok žárovky při dosažení doby života by měl nabývat 90 % toku jmenovitého.

Mezi velké přednosti žárovky patří výborný index barevného podání ($R_a = 100$), nízká cena a provoz bez spouštěcího zařízení. Také nabízí jednoduchou a levnou cestou regulovat světelný tok.

Nicméně dnes jsou klasické žárovky z nařízení EU na ústupu a to především z důvodu, že 90 % dodané elektrické energie se promění na teplo. Pokud chceme porovnat klasickou 60 W žárovku s halogenovou 30 W žárovkou, tak dojdeme k závěru, že životnost ve prospěch halogenové žárovky je trojnásobná, její světelný tok je sice přibližně o 100 lm nižší, ale měrný výkon je dvojnásobný a náklady na provoz jsou poloviční. V porovnání klasické žárovky vůči malé kompaktní zářivce 15 W je příkon čtvrtinový, životnost je

až dvacetinásobná, světelný tok je přibližně o 100 lm vyšší a měrný výkon vzrostl pětinašobně. Čili vůči klasické žárovce ušetříme až 75 % elektrické energie.

Je ovšem nutné položit si otázku, kolik elektrické energie prosvítíme za rok a podle toho si zvolit příslušný ekvivalent náhrady klasické žárovky, neboť jeho pořizovací cena nám musí vykompenzovat náklady spojené s jeho pořízením. Zatímco klasická žárovka stála přibližně 15 Kč, tak halogenová žárovka stojí přes 300 Kč a kompaktní zářivka nás vyjde přes 230 Kč. Je kupříkladu neekonomické pořizovat si do domácnosti LED ve tvaru žárovky, neboť její pořizovací cena je kolem 1 300 Kč. Tato žárovka najde své uplatnění v místech, kde se svítí celý den a celou noc. Mohou to být například hotely, nádražní budovy, letištní odbavovací haly, metro atd., kde se platí za osvětlení vysoké sumy. Když nahradí takovéto osvětlované prostory LED ve tvaru žárovky, tak se během relativně krátké doby vynaložené náklady na pořízení LED vrátí v podobě sumy za velké množství uspořené energie. V porovnání LED ve tvaru žárovky 12 W s klasickou žárovkou je úspora až 80 %, životnost se pohybuje na pětadvacetinásobku hodin, světelný tok je o 100 lm vyšší a měrný výkon vzroste na šestinašobek. [1]

Halogenová žárovka

Oproti klasické žárovce uspoříme značnou část energie, máme tedy dvojnásobný měrný výkon a navíc trojnásobnou životnost a poloviční spotřebu. Kompaktní zářivka má šestkrát větší životnost a má dvojnásobný měrný výkon. LED ve tvaru žárovky je mnohonásobně dražší, ale má osmkrát větší životnost, třikrát větší měrný výkon a tedy i dva a půl krát menší spotřebu elektrické energie. [1]

Umožňuje stmívatelnost, takže jsme schopni regulovat světelný tok za pomoci napětí přivedeného na žárovku. Je si ale nutno uvědomit, že během stmívání neprobíhá regenerační cyklus a životnost této žárovky začne rychle klesat, a tedy není ji vhodné na časté stmívání používat. Nicméně lampy s touto žárovkou s možností stmívání jsou v dnešní době celkem populární. Halogenové žárovky mají široký rozsah použití od osvětlování prostor po osvětlení malé plochy lampičkou přes použití v automobilech. Nejčastěji se dělají pro napětí elektrické rozvodné sítě a 12 V. Pro určité účely jsou vybaveny reflektory s vyzařovacími úhly od 8° do 60° se dichroickým zrcadlem pro pohlcení tepelného záření. Této vlastnosti se používá při osvětlování předmětů citlivých na infračervené záření, což může být kupříkladu obraz v galerii, kde nechceme, aby změnil barvy. Teplota chromatičnosti je okolo 3 000 K a životnost 3 000 hodin. [1]

Zářivka

Oproti klasické žárovce by měla činit úspora elektrické energie 75% a oproti halogenové žárovce 50%. Rozdíl v životnosti, měrném výkonu a příkonu proti LED ve tvaru žárovky není až tak velký. Zato je dramatický v pořizovací ceně, např. u řady Phillips master je rozdíl přibližně 630 Kč. Kompaktní malé zářivky se dělají s indexem barevného podání 76 - 95 a teplotou chromatičnosti 2 700 – 6 500 K. [1]

Lineární zářivka osvětluje mnohem větší prostor, a tudíž nahrazuje svítidlo, kde by muselo být více žárovek. Vyrábí se o různých průměrech a příkonech. Dělají se s indexem podání barev 60 - 98 a teplotou chromatičnosti 2 700 - 7 000 K. Jejich výrobní řady jsou zaměřeny na potřeby osvětlování různých prostor od skladů a parkovišť přes průmyslové výrobní prostory po kanceláře a zdravotnická zařízení. [1]

LED ve tvaru žárovky

Při porovnávání parametrů LED ve tvaru žárovky je třeba dát pozor, zda výrobce uvádí světelný tok na výstupu ze „žárovky“, anebo světelný tok LED čipu, který je samozřejmě větší, protože není utlumen baňkou „žárovky“. Někteří prodejci se takto snaží zmást své zákazníky. LED ve tvaru žárovky mají z vnitřních zdrojů světla nejnižší příkon a na rozdíl od svých konkurentů jsou odolné vůči nárazu. Oproti klasické žárovce nabízejí úsporu až 80 % elektrické energie a víc jak polovinu oproti halogenové žárovce. Vyrábějí se s indexem podání barev 70 - 85. V nabídce jsou s teplotou chromatičnosti 2 700 – 4 200 K, to znamená, že se pohybují v teplém a neutrálním bílém světle. Životnost bývá 25 000 hodin. Jen pro srovnání, klasická žárovka má životnost cca 1 000 hodin a halogenová cca 3 000 hodin. Měrný výkon dosahuje úctyhodných 67 lm/W, což je 6 krát více ve srovnání s klasickou žárovkou a 3 krát s halogenovou žárovkou. V porovnání s kompaktní zářivkou ohledně parametrů moc velké rozdíly nejsou, zato nastává propastný rozdíl v pořizovací ceně, která je v řádu o 1 000 Kč vyšší. Přesto se LED ve tvaru žárovky vyplatí, najdeme je v místech, kde se nepřetržitě či dlouhodobě svítí. Na takovýchto místech se tato žárovka během jednoho roku splatí a po další léta zákazník počítá už jen našetřené peníze. Proto se mohou nacházet v kancelářích, v oblasti pohostinství a zdravotnictví. Další výhodou LED „žárovek“ je, že se mohou dělat v různých barevných variacích a nalezneme je při osvětlování zajímavých interiérů či pro světelnou show na diskotékách. [1]

Vysokotlaké halogenidové výbojky

Tyto výbojky můžeme rozdělit na 3 kategorie: kompaktní halogenidové výbojové zdroje, halogenidové výbojky s keramickým hořákem a halogenidové výbojky s hořákem z křemenného skla. Výbojky s keramickým hořákem se v interiérech nepoužívají. [1]

Kompaktní halogenidové výbojové zdroje se používají pro osvětlování uvnitř obchodů, výloh, kanceláří, soch a pomníků. Jejich index podání barev 91 - 96 je nejlepší ze všech výbojek. Jejich teplota chromatičnosti se pohybuje od 2 900 do 4 200 K, která představuje jasné bílé světlo. Vyrábí se se světelným tokem od 750 do 14 200 lm a díky malým tepelným ztrátám mají velký měrný výkon. Většina se dá startovat oběma předřadníky. Jejich nevýhodou je nízká životnost 9 000 – 12 000 hodin. [1]

Halogenidové výbojky s hořákem z křemenného skla se používají pro osvětlování interiérů s velkou výškou, průmyslových závodů, hal, kostelů, letišť, železničních stanic, přístavů, stavenišť, sportovišť apod. Vyrábí se s indexem barev 65 - 69 a s teplotou chromatičnosti 4 000 – 6 700 K, což se blíží k hranici chladného bílého světla. Jejich světelný tok 18 000 – 42 500 lm je řadí mezi druhé nejsilnější zdroje za vysokotlakou sodíkovou výbojku. Startují se elektromagnetickým předřadníkem a jejich chromatičnost je závislá na poloze. Jejich životnost je vysoká 9 000 – 20 000 hodin. [1]

4. Svítidla

Svítidlo zajišťuje z konstrukční stránky upevnění, napájení, omezení oslnění, ochranu před vnikem předmětů a vody. Dále chrání okolí před úrazem elektrického proudu a dotykem horkých částí. Po světelné stránce nabízí rozložení světelného toku od světelného zdroje, rozptýlení světla a také dokáže ovlivnit spektrální složení světla. [3]

Designéři se vždy snaží vybrat takový vhodný tvar svítidla, který je v současné době nejen v módě, ale který také omezuje oslnění v úhlu oka pozorovatele. [3]

Svítidla musí splňovat požadavky pro jednoduchou a snadnou montáž a ochranu před dotykovým napětím. Dále se musí vyznačovat jednoduchou údržbou, velkou životností a spolehlivostí. A to i přesto, že povrchy svítidel jsou značně namáhány tepelným a světelným zářením. Pokud je svítidlo kovové, je třeba předcházet oxidaci potřebnou povrchovou úpravou v podobě lakování, emailování, pokovování, apod. Především v dnešní době oblíbené plasty si musejí zachovat své mechanické vlastnosti i za nepříznivých podmínek. To samé se očekává i od skleněných částí. [3]

4.1 Světelně technické parametry svítidel

4.1.1 Φ_{SV} – světelný tok svítidla

- vyjadřuje zbytek z celkového množství světla emitovaného světelným zdrojem ve svítidle
- jednotkou je lumen [lm]

$$\Phi_{SV} = \Phi_Z - \Phi_{ZTR} \quad (7)$$

kde: Φ_Z je světelný tok zdroje [lm]

Φ_{ZTR} je světelný tok ztracený (absorbovaný) ve svítidle [lm]

4.1.2 η_{SV} – účinnost svítidla

- vyjadřuje poměr mezi tím, kolik lumenů dodal světelný zdroj a kolik lumenů svítidlo skutečně vyzářilo
- bezrozměrný

$$\eta_{SV} = \frac{\Phi_{SV}}{\Phi_Z} \quad (8)$$

kde: Φ_{SV} je světelný tok svítidla [lm]

Φ_Z je světelný tok zdroje [lm]

4.1.3 Svítivost svítidla

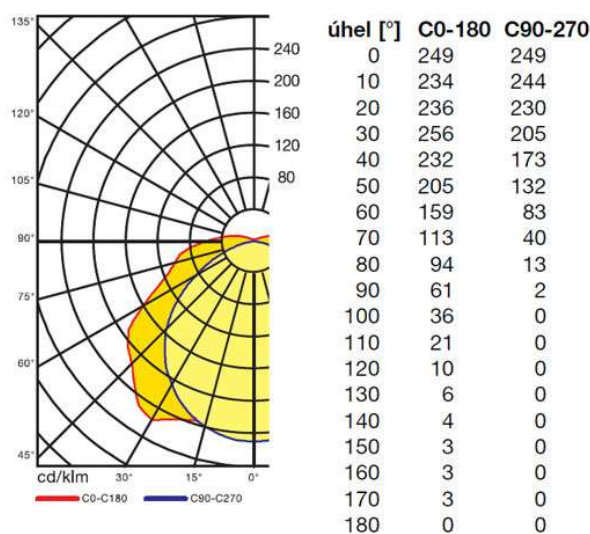
- udává rozložení svítivosti svítidla k dané fotometrické rovině a to buď formou křivky svítivosti, nebo tabulkou
- jednotkou je kandela na kilolumen [cd/klm] [3]

PROFI 280 AC ET5 PAR 3.2

$\eta = 86 \%$

$I_{max} = 256 \text{ cd/klm}$

$\gamma = 30^\circ$



obr. 23 – svítivost svítidla [4]

4.1.4 Jas svítidla

- plošná a prostorová hustota světelného toku a je stejně jako svítivost vázán na určitý směr
- jednotkou je kandela na metr čtvereční [cd/m^2]

$$L_{\gamma} = \frac{I_{\gamma}}{S_{\gamma}} \quad (9)$$

kde: I_{γ} je vyzařovací prostorová hustota světelného toku ve sledovaném směru [lm]

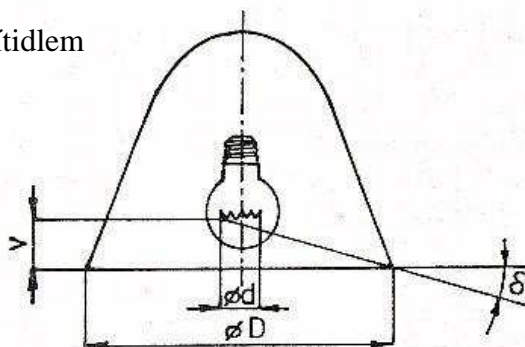
S_{γ} je ozařovaná plocha ve sledovaném směru [m^2]

γ na kontrolu před oslněním se u svítidel pro vnitřní osvětlení volí kritický úhel [45° - 85°]

4.1.5 Úhel clonění

- udává míru zaclonění světelného zdroje svítidlem
- jednotkou je stupeň [$^{\circ}$]

$$\delta = \arctg \frac{2v}{D+d} \quad (10)$$

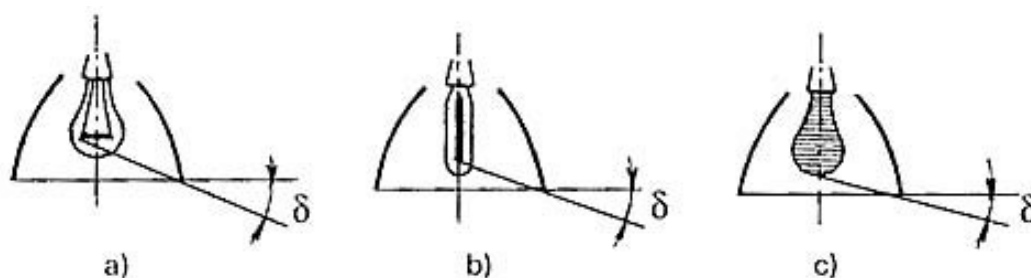


obr. 24 – úhel clonění [3]

kde: v je vzdálenost svítící části světelného zdroje od roviny výstupního otvoru svítidla [mm]

d je průměr aktivní svítící části světelného zdroje (vlákna) [mm]

D je průměr výstupního otvoru svítidla [mm]



obr. 25 – úhel clonění svítidla [5]

a) žárovkového

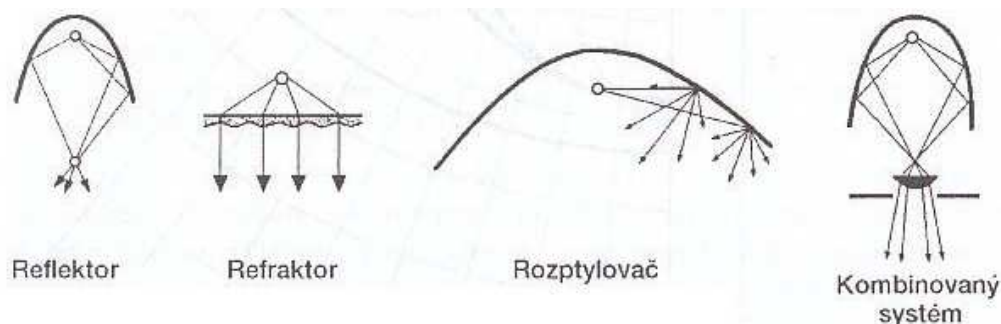
b) s výbojkou s čirou baňkou

c) s výbojkou opatřenou luminoforem nebo s opálovou žárovkou

[3]

4.2 Základní principy usměrnění světelného toku

K usměrnění světelného toku se používají tyto principy:

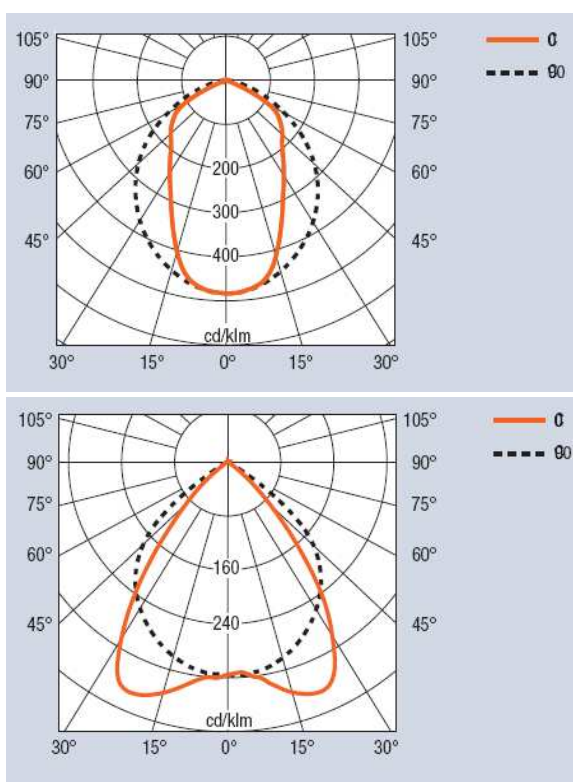


obr. 26 – principy usměrnění světelného toku [2]

4.2.1 Reflektor

Reflektor se vyznačuje především zrcadlovým odrazem. Jejich optická plocha se nejčastěji vyrábí z vysoce čistého hliníku (99,8 %). Tím se dosahuje odraznosti až 95 %. Světelné technické vlastnosti svítidla závisejí především na přesnosti tvaru plochy reflektoru a na jejich odrazných vlastnostech, neboť tvar reflektoru přímo ovlivňuje křivku svítivosti svítidla.

obr. 27 – reflektor [2]



obr. 28 – křivky svítivosti svítidla s reflektorem [6]

Tato svítidla jsou poměrně hojně rozšířená mezi výbojovými světelnými zdroji, a to především díky vysoké světelné účinnosti a široké možnosti úprav rozložení světelného toku. Pokud není potřeba vysoké přesnosti optického systému, mohou se provádět i difuzní povrchové úpravy.

[3,5]



obr. 29 – tvar zrcadlového reflektoru [7]

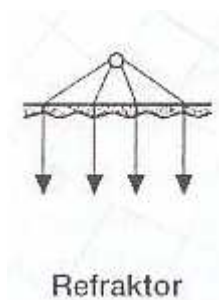


obr. 30 – tvar reflektoru s difúzní úpravou [9]

4.2.2 Refraktor

Refraktor pracuje na principu lomu světla tak, aby byla dosažena požadovaná křivka svítivosti. K lomu světla dochází na rozhraní vzduchu a plastu. K samotné úpravě světelného toku svazku paprsků dochází na vrstvě tvořené lámavými hranoly. Světelná účinnost toho optického systému závisí na 3 faktorech:

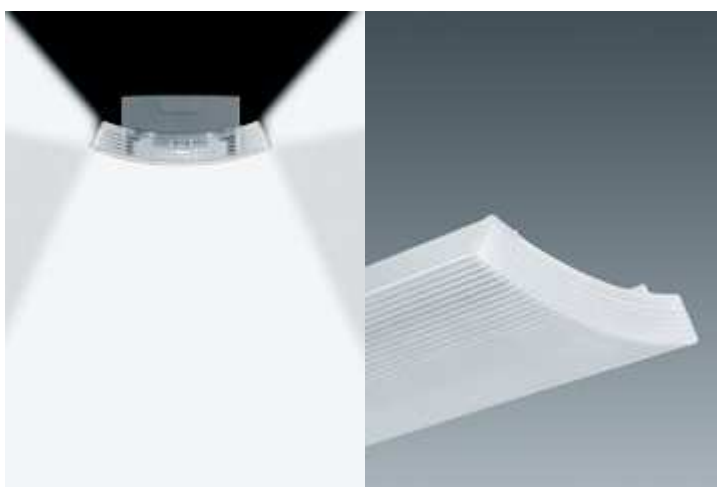
- pohltivost světla v celé tloušťce refraktoru
- odrazy světla na vnější ploše hranolů
- odrazy světla na vnitřní ploše hranolů



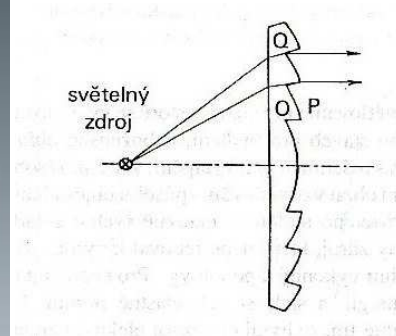
obr. 31 – refraktor [2]

Používá se poměrně často u zářivkových svítidel. Lámavé hranoly zde odchylují vodorovné paprsky světelného zdroje, čímž se efektivněji využije světelný tok a omezuje oslnění. [5]

Pro jeho výrobu se používá polymetalakrylát (PMMA), který vyniká vysokou světelnou propustností. V případě, že bychom z nějakého důvodu vyžadovali lepší mechanické vlastnosti, vyrábí se také z polykarbonátu (PC). Ten má ale o 10% nižší propustnost světla a dochází u něho ke změně vlastností vlivem stárnutí. Podstatnou mechanickou úlohou refraktoru je totiž jeho ochrana světelných zdrojů. [10]



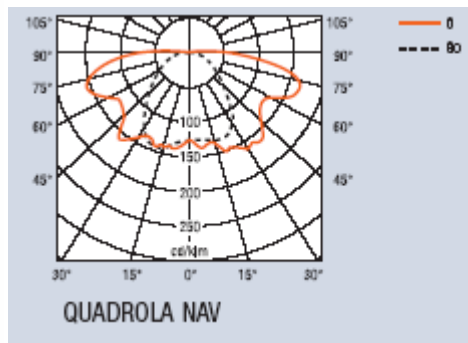
obr. 32 – refraktor [11]



obr. 33 – princip lomu světla [5]



obr. 34 – refraktor [6]



4.2.3 Rozptylovač

Je zpravidla nejpoužívanější pro osvětlování vnitřních prostorů. Světelný tok se šíří vyzařováním z celého vnitřního povrchu difuzoru, přičemž se využívají mnohonásobné odrazy. Světelná účinnost toho optického systému závisí na 3 faktorech:

- činitel odrazu
- úhel clonění
- tvar rozptylovače

obr. 35 – rozptylovač [2]

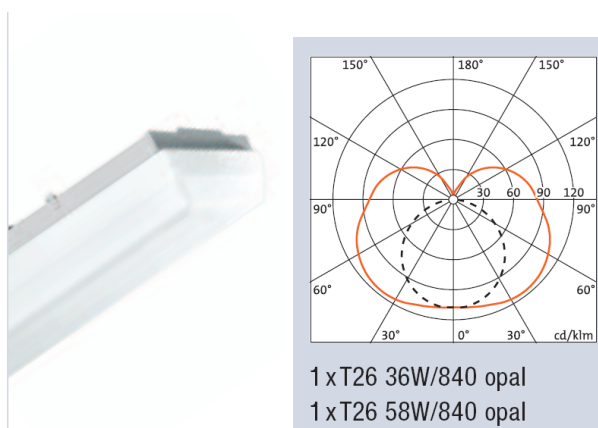


Jeho optická plocha se opět nejčastěji vyrábí z vysoce čistého hliníku (99.8 %). Tento materiál nabízí odraznost až 95 %. Protože se ale využívají mnohonásobné difuzní odrazy, pohybuje se účinnost těchto svítidel v rozmezí 60 – 90 %. Výrobci jsou schopni měnit křivku svítivosti změnou úhlu clonění. K tomu se nabízejí dvě varianty řešení. Buďto se bude posouvat zdroj světla nebo se bude měnit kuželovitost tvaru svítidla.

[5,10]



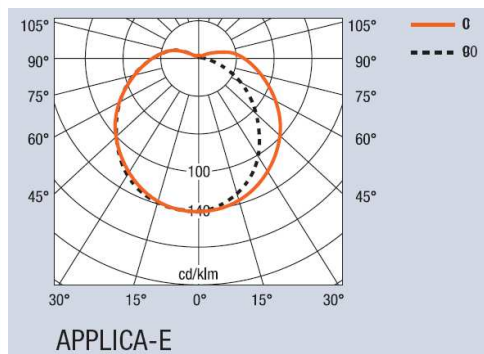
obr. 36 – rozptylovač [8]



obr. 37 – rozptylovač [6]

4.2.4 Kombinované systémy

Využívají kombinace všech uvedených způsobů usměrňování světelného toku, tedy reflektoru, rozptylovače i refraktoru. Světelný tok je u těchto systémů vícekrát odražen, než opustí svítidlo. Čím více odrazů nastane, tím větší budou ztráty a tím více klesá světelná účinnost svítidla. Dále je světelný tok zeslabován průchodem rozhraní vzduchu a plastu či skla.



obr. 38 – kombinace reflektoru a rozptylovače [6]



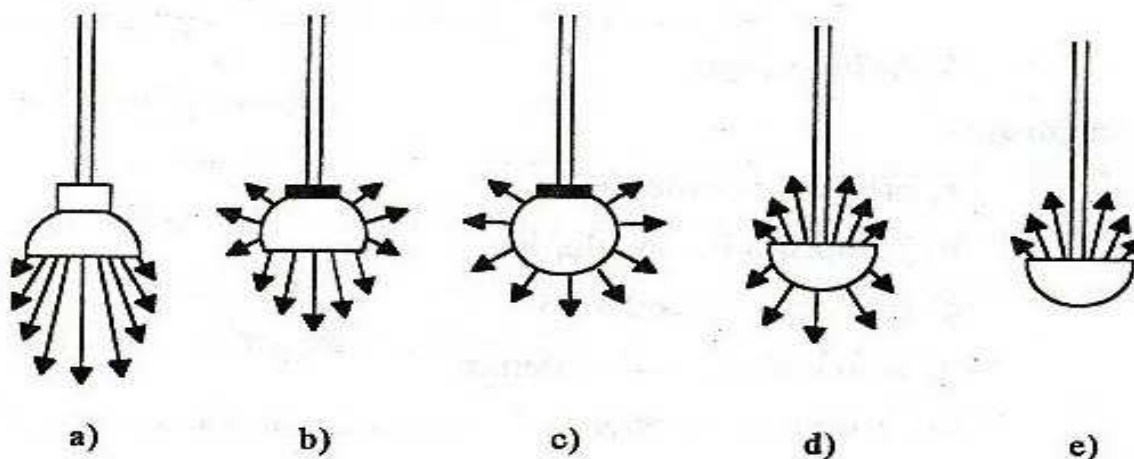
obr. 39 – kombinovaný systém [2]

4.3 Rozdělení svítidel podle prostorového rozložení světelného toku

Kritériem rozložení světelného toku do dolního a horního poloprostoru je dělicí vodorovná rovina procházející středem svítidla. [10]

Tab. 6 – rozdělení svítidel podle rozložení jejich světelného toku [5]

Označení svítidla	Světelný tok do dolního poloprostoru (%)	Světelný tok do horního poloprostoru (%)	Značení podle DIN 5040
a) přímé	90 až 100	0 až 10	A
b) převážně přímé	60 až 90	10 až 40	B
c) smíšené	40 až 60	40 až 60	C
d) převážně nepřímé	10 až 40	60 až 90	D
e) nepřímé	0 až 10	90 až 100	E

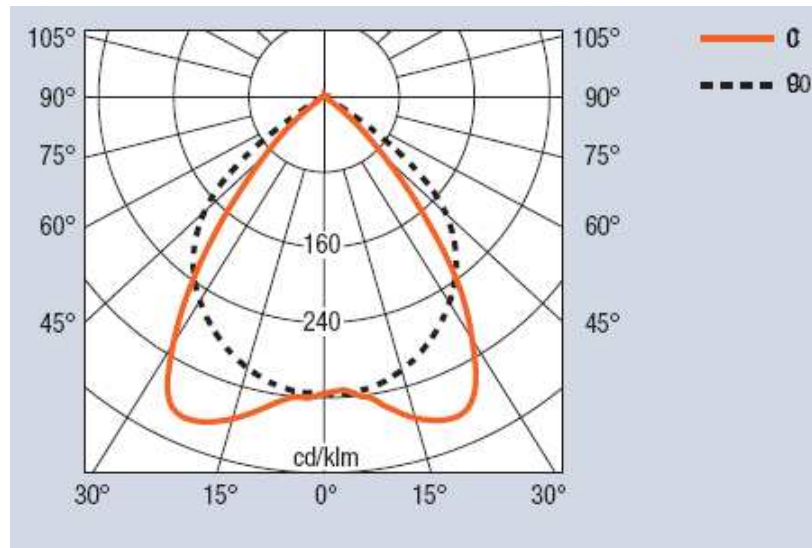


obr. 40 – rozdělení svítidel [12]

4.3.1 Křivky svítivosti jednotlivých druhů

Přímé

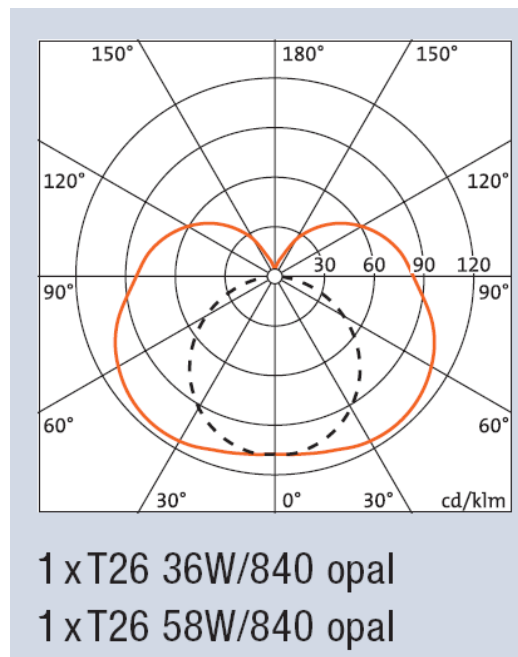
Používá se pro venkovní osvětlení a průmyslové haly. Jako optického systému je používán zrcadlový a difuzní reflektor.



obr. 41 – křivka svítivosti reflektoru [6]

Převážně přímé

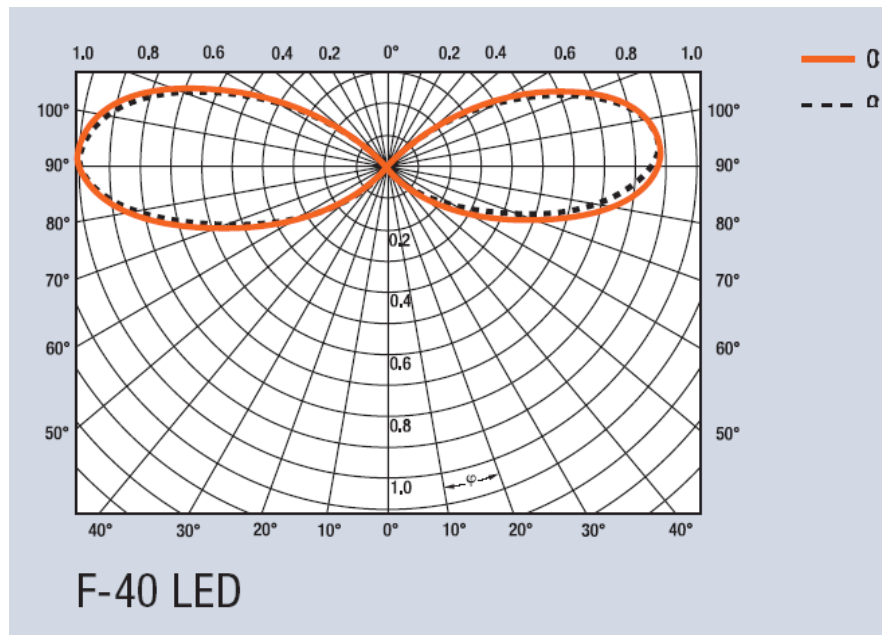
Kromě pracovní plochy částečně osvětluje i strop.



obr. 42 – křivka svítivosti rozptylovač [6]

Smíšené

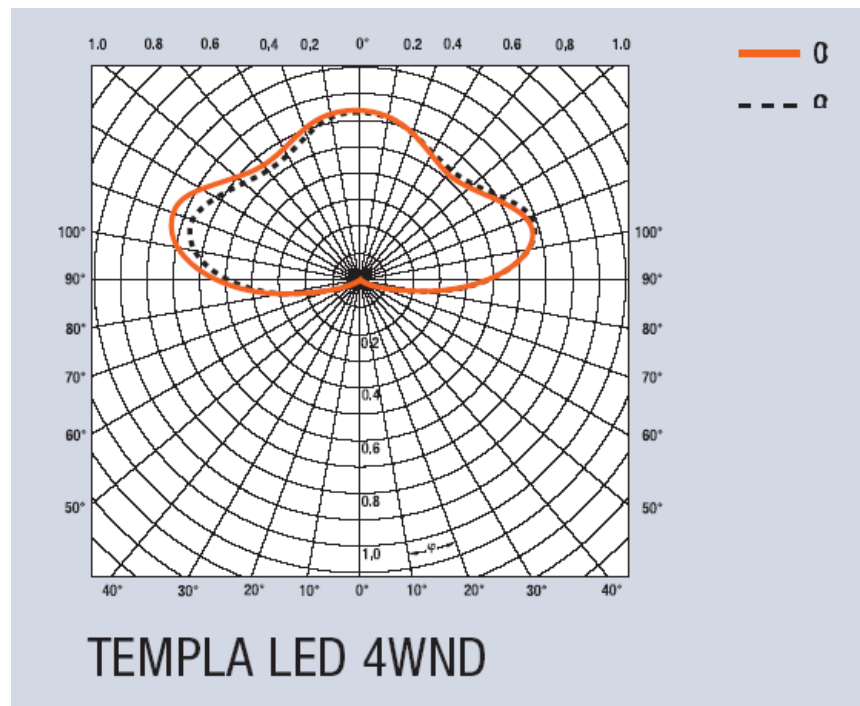
Používá se pro osvětlení bytů a kanceláří, jako optického systému je používán uzavřený difuzor. Osvětluje celý prostor rovnoměrně a podporuje tvorbu měkkých stínů.



obr. 43 – křivka svítivosti smíšeného svítidla [6]

Převážně nepřímé

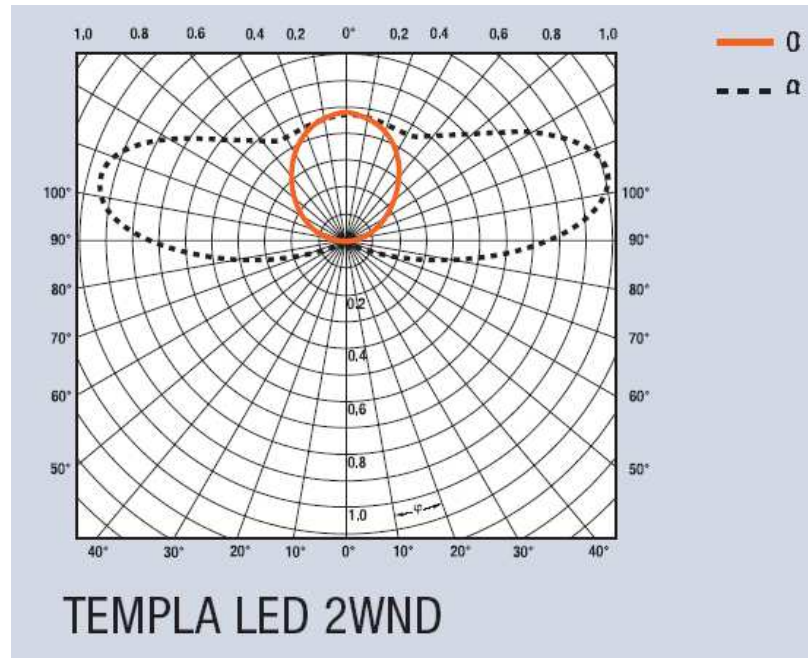
Osvětluje především horní části stěn a strop. Vyznačuje se dobrou rovnoměrností osvětlení a sníženou možností oslnění.



obr. 44 – křivka svítivosti převážně nepřímého svítidla [6]

Nepřímé

Používá se v nemocničních pokojích. Osvětluje rozptýleným světlem strop a zamezuje tvorbě stínů a oslnění.



obr. 45 – křivka svítivosti nepřímého svítidla [6]

4.4 Uchycení svítidel









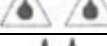




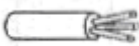




tab. 7 – systém upevnění

Systém upevnění	
Svítidla stacionární (pevná nepohyblivá)	Svítidla nestacionární (pohyblivá s přívodem)
<input type="checkbox"/> stropní	<input type="checkbox"/> stolní
<input type="checkbox"/> nástěnná	<input type="checkbox"/> stojanová
<input type="checkbox"/> závěsná	<input type="checkbox"/> ruční
<input type="checkbox"/> konzolová	<input type="checkbox"/> kloubová
<input type="checkbox"/> výložníková	<input type="checkbox"/> aj.
<input type="checkbox"/> na podpěře	
<input type="checkbox"/> dřívková	
<input type="checkbox"/> vestavná	

4.5 Symboly a značky na svítidlech

Součástí každého svítidla jsou značky a symboly uvedené na obrázku níže. Tyto informace slouží koncovému uživateli tak, aby s nimi zajišťoval bezpečný a bezporuchový provoz svítidla. Může se jednat například o to, aby uživatel neumístoval 100 W žárovku do svítidla s označením max. 60 W. Zpravidla se nejdříve zaměříme na to, v jakém prostředí budeme svítidlo používat, abychom měli zajištěno dostatečné krytí IP XX.

tab. 8 – symboly a značky na svítidlech [2]

Název	Jednotka	Symbol	Poznámka
Proud	A		
Kmitočet	Hz		
Napětí	V		
Příkon	W		
Třída ochrany II			
Třída ochrany III			
Jmenovitá nejvyšší teplota prostředí		$t_p \dots ^\circ\text{C}$	
Varování před použitím světelných zdrojů se studeným světlem			
Minimální vzdálenost od osvětlovaných objektů (v metrech)			
Svítidla s vestavěnými předřadníky nebo transformátory pro přímou montáž na normální zápalné povrchy			
Obyčejné	IP 20	Bez symbolu	
Chráněné před kapající vodou	IP X1		(1 kapka)
Chráněné před deštěm	IP X3		(1 kapka ve čtverci)
Chráněné před stříkající vodou	IP X4		(1 kapka v trojúhelníku)
Chráněné před proudem vody	IP X5		(2 trojúhelníky s kapkami v nich)
Vodotěsné (ponořitelné)	IP X7		(2 kapky)
Ponořitelné pod vodou pod tlakem (m - max. hloubka ponoru)	IP X8		(2 kapky s údajem o max. hloubce ponoření)
Chráněné před pevnými předměty většími než 2,5 mm	IP 3X	Bez symbolu	
Chráněné před pevnými předměty většími než 1 mm	IP 4X	Bez symbolu	
Chráněné před prachem	IP 5X		(mřížka bez rámečku)
Prachotěsné	IP 6X		(mřížka v rámečku)
Použití tepelně odolných napájecích kabelů, přepojovacích kabelů nebo vnějších přívodů			
Svítidla konstruovaná na použití se světelnými zdroji s miskovitým zrcadlovým reflektorem			
Svítidla do těžkých podmínek			
Svítidla na použití s vysokotlakými sodíkovými výbojkami, které potřebují vnější zapalovač (k výbojce)			
Svítidla na použití s vysokotlakými sodíkovými výbojkami, které mají vlastní zapalovač			

5. Osvětlování rodinného domu

Abychom se každý během večera uvnitř svého domu cítili pohodlně, byla stanovena pravidla, která říkají, jak toho můžeme dosáhnout. Pro každou místnost je možné najít specifické požadavky a obzvláště se také musíme věnovat místům, kde se provádějí náročnější zrakové úkoly. Všem těmto problémům se věnuje norma pro osvětlení pracovních míst ČSN EN 12464-1. Osvětlování má tak zajistit orientaci v prostoru během nočních hodin, adekvátní osvětlení pracovních prostor, dosažení zrakové pohody a zdůrazňovat osobité součásti interiéru jako jsou obrazy, sochy a květiny. Podle toho, zda se bude v místnosti pracovat či odpočívat volíme různou teplotu chromatičnosti. Pro odpočinek volíme teplou bílou a pro pracovní prostředí studenou bílou. Jako minimum indexu podání barev je všeobecně pro obytné prostory s dlouhodobým pobytem požadováno 80, ale doporučuje se používat alespoň 90.

tab. 9 – základní požadavky osvětlenosti [16]

Prostor	Osvětlenost [lx]	Poznámka
Zádveří, vstupní hala	50 – 200	Osvětlení u zrcadla
Schodiště, chodby	50 – 100	Zajištění orientace a bezpečnosti
Obývací pokoj	50 – 200	S možností regulace
Jídelna	100 – 200	Jídelní stůl 300 lx
Kuchyně	100 – 300	Pracovní deska 500 lx
Dětský pokoj	50 – 200	500 lx na pracovním stole
Ložnice	20 – 100	S možností regulace, u lůžek 200-300 lx
Šatna	100 – 200	Osvětlení skříní a u zrcadla
Koupelna, WC	50 – 200	Osvětlení u zrcadla
Pracovna, dílna	300 – 2000	Dle náročnosti, místní osvětlení

5.1 Obývací pokoj

Obývací pokoj představuje místnost, která bývá nejvíce využívána v celém domě. Jeho osvětlení podléhá vysoké variabilitě, protože se zde střetává několik rozdílných činností najednou. Je to místo pro posezení s přáteli, sledování televize a slouží i jako pracovna. Proto je dobré základní osvětlení doplnit celou řadou místních svítidel v podobě stolních, nástěnných nebo stojanových. Jen tak lze docílit dostatečně kvalitního osvětlení (až 1000 lx) na pracovní ploše stolu. Použitá svítidla mohou při tomto počtu obsahovat různé množství typů světelných zdrojů, a proto je třeba volit jen ty, které mají přibližně stejný index podání barev. Pokud si to bude zákazník přát, je možné variabilitu prostředí znásobit možnostmi regulace osvětlení, a to buď formou postupného spínání světelných zdrojů, anebo pomocí plynulé regulace.

V celém prostoru lze také navodit příjemnou atmosféru pomocí nasvětlení různých objektů, které činí celý pokoj jedinečným. Mám zde na mysli například použití malých halogenových svítidel pro decentní nasvětlení různých starožitných předmětů, obrazů, vitrín, nebo také vázy s květinami. Dále se také v dnešní době objevují dárkové předměty, které světelný zdroj přímo obsahují. Slouží jako dekorace a může se jednat například o svítící sošku panny Marie či plasmovou lampu.

Velmi často opomíjeným problémem je sledování televize. Mnoho jejích uživatelů se během sledování televizních programů nachází v téměř naprosté tmě. Tento vysoký kontrast mezi zářící obrazovkou a tmavým prostředím je značnou příčinou únavy zraku. Jako řešení lze použít malou lampu s malým příkonem. Vzácně lze také narazit na televizi, která má z toho důvodu v zadní stěně nainstalováno patřičné svítidlo. [2]



obr. 46 – plasmová koule [21]



obr. 47 – televize se svítidlem [23]



obr. 48 – umělé osvětlení obývacího pokoje [22]

5.2 Ložnice

Osvětlení ložnice by mělo v první řadě zabezpečovat základní orientaci v prostoru. Pro náročnější obyvatele není ale od věci, pokud i zde sáhneme po regulaci osvětlení, protože se jedná o komplexnější prostor. Kromě základní orientace mohou zde vyvstat požadavky na intenzivnější osvětlení během oblékání a zároveň protichůdný požadavek pro navození intimní atmosféry. Vzhledem k tomu, že zde představuje klíčové místo postel, nemělo by mít centrální svítidlo příliš moc vysoký jas. Je to dáno tím, že obvykle koukáme z postele vzhůru. Pokud se chystáme jít spát, jistě by každý z nás ocenil vypínač celkového osvětlení ve výšce hlavy u postele. Tam se také povětšinou nachází noční stolek. Na něm bývá umístěno místní svítidlo, které zde slouží pro získání vhodného osvětlení pro čtení. Obvykle bývá směrovatelné, aby nám nerušilo partnera, který se rozhodnul, že už půjde spát. [2]



obr. 49 – umělé osvětlení ložnice [24]

5.3 Dětský pokoj

Už z počátku lze říci, že osvětlování této místnosti nelze brát na lehkou váhu. Dítě se totiž během let vyvíjí a roste. Nevhodně vytvořené prostředí dětského pokoje by tak mohlo mít velmi negativní dopady na jeho vývoj. Špatně zvolené osvětlení může vést ke zhoršování zraku a navíc při špatném směřování světla s osluňujícím osvětlením vede k tomu, že se dítě naklání, přeseďává a kroutí. „Vadné osvětlení se pak stane příčinou celé řady zdravotních problémů od bolesti hlavy, zánětu spojivek, psychické nerovnováhy až po deformace páteře.“ V poslední době se stávají trendem barevně vybílené místnosti. V dětských pokojích se tohoto trendu využívá pro formování osobnosti.

tab. 10 – působení barev [2]

Barva	Jak působí
žlutá	povzbudivě, teple, vesele, stimuluje nervovou soustavu
žlutozelená	přívětivě, podporuje schopnost regenerace
zelená	uklidňuje, snižuje napětí
modrá	optimisticky, chladně, utišujícím dojmem
oranžovočervená	agresivně, aktivuje myšlení, povzbuzuje nervovou soustavu
červenofialová	tajemně, vzrušivě, posiluje citové vnímání
černá	věcně, stroze, odmítavě
bílá	jasně, lehce, nevinně

Během života se vliv barev na člověka mění. Proto se během dětství a dospívání musí měnit barvy v kratších intervalech. U malých školáků se doporučuje oranžová barva pro udržení pozornosti a otevřené hlavy. U starších dětí přebarvíme pokoj na zelenou. Pro dospívající jsou už vhodnější barvy studenější, především světle modrá.

Dětské pokoje představují pracovnu, hrací kout i ložnici zároveň. Při návrhu se tak musí vzít v úvahu kombinace požadavků osvětlení těchto místností. Proto jsou pro základní osvětlení vhodnější přisazená svítidla. Ty jsou potom rozmístěna po pokoji i v několika počtech. Vhodnější jsou větší svítidla se zesílenými rozptylovými schopnostmi pro měkké stíny. Další významnou komplikací tohoto pokoje je změna výšky perspektivy, z které se dítě dívá na svět. Je tedy třeba myslet i na to, aby obyvatel pokoje nebyl oslňován. U velmi malých dětí můžeme zvážit použití malé, vhodně barevně laděné stolní lampičky pro potlačení strachu ze tmy a minimalizace úrazu během nočních hodin. Naší pozornosti by také neměla uniknout myšlenka ohledně bezpečnosti. Dle věku dítěte volíme taková svítidla, která mají zvýšenou ochranu před vnikem předmětů. Především hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem, popálení od světelného zdroje nebo až vznik samotného požáru.

Pro osvětlení pracovního stolu potřebujeme svítidlo umožňující měnit polohu podle vykonávané práce a ctít zásady:

- světlo má přicházet směrem vhodným pro danou činnost (při psaní zleva a shora)
- směr osvětlení se má volit tak, aby svítidlo nikdy nebylo v zorném poli
- svítidlo nesmí oslňovat a ani na pracovní ploše nesmí vznikat obtížné odlesky (oslňování odrazem)

Vysoká hladina osvětlení na pracovním stole v podobě 500 lx není vůbec na závadu. Dnes jsou pro plnění těchto požadavků oblíbené halogenové lampičky. Jejich tepelný výkon se ale při velmi dlouhodobém svícení projeví na zvýšení teploty v místnosti, což jak známo vede k poklesu schopností soustředění a přemýšlení.

Stejně tak jako v ložnici i zde se bude pravděpodobně nacházet u postele místní svítidlo pro čtení. A ne jinak tomu bude i u hracího stolku. [2]



obr. 50 – umělé osvětlení dětského pokoje [25]



obr. 51 – přisazené svítidlo s rozptylovačem Siteco Lunis R [26]

5.4 Jídlna

Jídlna je jednou z nejdůležitějších místností v domě, protože se zde pravidelně schází celá rodina. Někdy je součástí kuchyně a někdy je samostatnou místností. Ze všeho nejdůležitější tedy bude dostatečně nasvítit jídelní stůl, kde se odehrává hlavní předmět zájmu této místnosti. Na to bude vhodné využít svěšených svítidel. Vhodným směřováním světla dosáhneme zvýraznění talířů s pokrmy, skla s nápoji a příborů včetně výzdoby stolu. Dále nesmíme opomenout na dodržení rovnoměrnosti osvětlení a neponechat tak kromě stolu zbytek místnosti ve tmě. K tomu můžeme využít dekorativních svítidel pro zdůraznění obrazu, květiny či příborníku. Tím získáme přijatelnou zrakovou pohodu vhodnou pro konzumaci jídel.

Co se týká osvětlení jídelních pultů, využíváme především bodové zdroje světla, obvykle halogenových žárovek.

Pokud bude tato místnost sloužit i jiným činnostem, musí se zabezpečit i několikanásobná hladina osvětlení.

[2]



obr. 52 – umělé osvětlení jídelny [27]



obr. 53 – umělé osvětlení jídelního pultu [28]

5.5 Kuchyně

Při volbě osvětlení kuchyně budeme vycházet jako při osvětlení pracoviště, neboť se zde vykonává řada zrakově náročných prací, jako je kontrola a úprava potravin, příprava pokrmů, atd. Tyto práce se především odehrávají na pracovní desce, kde se pracuje s noži a právě z tohoto důvodu jsou zde vysoké požadavky na zrakovou práci. Právě z tohoto důvodu bude jedno centrální svítidlo zcela nevyhovující. Tento problém řešíme doplněním centrálního svítidla dalšími místními svítidly pro osvětlení dílčích částí pracoviště. Kupříkladu lineární zářivkou uchycenou pod horní skříňkou kuchyňské linky. Naopak pro osvětlování pracovní plochy tedy nebude vhodné využít soustavy halogenových svítidel, protože se jedná o bodové zdroje světla, které by nám tvořily několikanásobné stíny. Ty by nám mohli zneprůjemňovat ono krájení nožem. Ale pro decentní přisvětlení dekorace v kuchyni je mohu jen doporučit. Mám tím na mysli například osvětlení hrníčků v horní polici kuchyňské linky. Také není od věci zajistit dostatečné osvětlení hrnců na sporáku. Každé

z těchto místních osvětlení musí být navrženo tak, aby při současné práci na několika místech nevznikalo nepříjemné oslňování a narušování zrakové pohody. [2]



obr. 54 – umělé osvětlení kuchyně [29]



obr. 55 – dekorativní osvětlení v kuchyni

5.6 Koupelna, WC

Zde si všeobecně vystačíme s jedním stropním svítidlem. Při volbě umístění svítidla, ale musíme brát v potaz jeho krytí IP XX (viz kapitola 4.5 Symboly a značky na svítidlech) a na základě této informace zvážit, kam dané svítidlo umístíme. Zpravidla se vyhýbáme stříkající vodě. Jako dobrá volba se jeví stropní zářivkové svítidlo s teple bílou teplotou chromatičnosti.

Pro osvětlení u zrcadla je zapotřebí, aby se v něm pozorovaná osoba dobře viděla. Nejde nám tedy o osvětlení zrcadla, ale o osvětlení osoby. Toho dosáhneme dvěma symetricky umístěnými svítidly po bocích zrcadla. Náročnější zákazníci si nechají osvětlit zrcadlo ze všech 4 stran, nebo alespoň ještě zespodu pro lepší osvětlení brady při holení. Opět jako dobrá volba se jeví lineární zářivkové svítidlo s teple bílou teplotou chromatičnosti.

Pokud jde o osvětlení toalety, tak si jednoduše vystačíme s jedním svítidlem umístěným takovým způsobem, aby si čtenář nestínil. Do těchto prostor patří světelný zdroj, který dosahuje svých jmenovitých parametrů během vteřin. [2]



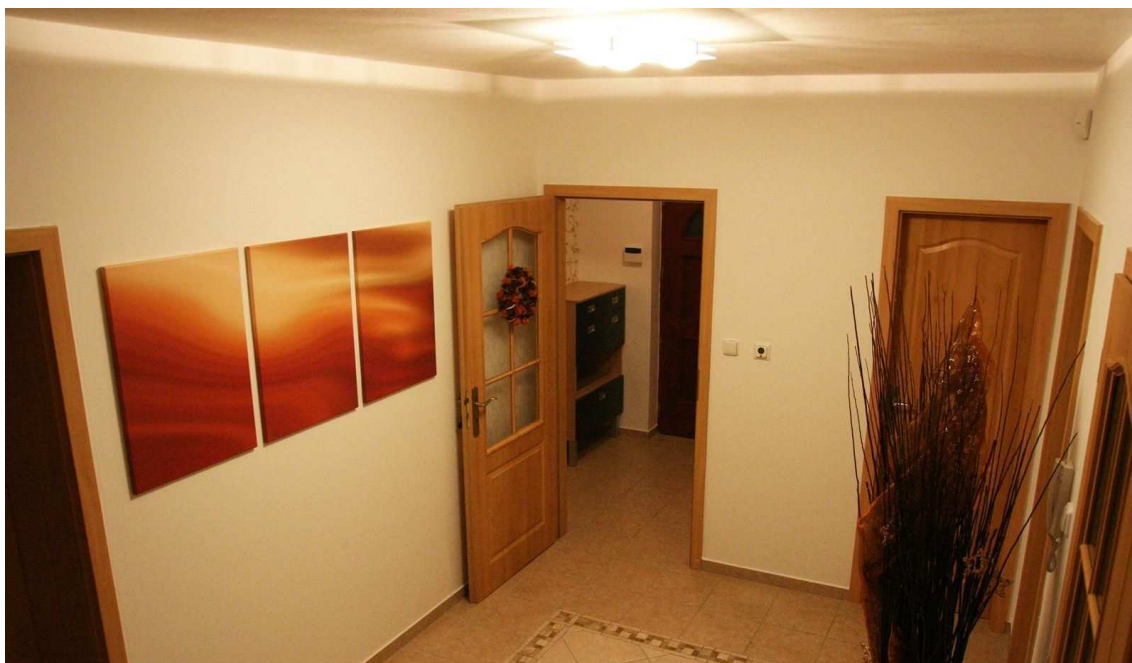
obr. 56 – umělé osvětlení koupelny [30]



obr. 57 – umělé osvětlení zrcadla [31]

5.7 Zádveří, vstupní hala, šatna

Pokud se jedná o místnost, která umožňuje opuštění domu, narazíme zde na paradox. Z důvodu dosáhnout rovnoměrnosti osvětlení a omezit tak nutnou adaptaci oka by bylo ideální v této místnosti přes noc svítit méně a přes den svítit více. Jako řešení používáme v této místnosti obvykle stropní zářivkové svítidlo. Podle velikosti místnosti vybíráme i velikost zářivkových trubic. To vše by mělo zajistit dostatečně malé osvětlení na to, abychom si při návštěvě nespletli kabát. Někdy bývají tyto místnosti doplněny zrcadlem. Potom se buďto dostatečně naddimenzuje celkové svítidlo, nebo si vypomůžeme dvěma symetricky umístěnými svítidly po bocích zrcadla, tak jak je to popsáno v předchozí kapitole o koupelně. Cílem tohoto snažení je aby na sebe dobře pozorovaná osoba viděla. [2]



obr. 58 – umělé osvětlení zádveří [32]

5.8 Schodiště, chodba

V zásadě se jedná o místnosti, které spojují ty ostatní navzájem. Proto se pro ně vztahují skoro stejné požadavky jako pro vstupní halu. Rozdílný je ale styl naplnění těchto požadavků. Poměrně častou chybou bývá řešení skládající se z pouze jednoho svítidla v patře, popřípadě ještě druhého na podestě. Tímto stylem bohužel požadavky naplníme jen výjimečně, protože naším úkolem je rovnoměrně osvětlit celé schodiště pro bezpečnou chůzi. Správné řešení je stylem doplněním několika svítidel na stěny ramen nebo do podschodnice. [10]



obr. 59 – umělé osvětlení schodiště [33] + [34]



obr. 60 – umělé osvětlení podschodnice [35]

5.9 Pracovna, dílna

Pracovny si zaslужují při návrhu osvětlení nejvyšší pozornost, protože je při práci v těchto prostorech zrak nejvíce namáhán. Hladina osvětlení se volí v souladu s nároky na zrakovou práci a požadavky zákazníka. Ty se dají rozdělit na 2 skupiny. Jedni zákazníci upřednostňují osvětlení především pracovní plochy a zbytek okolí zůstává v šeru. Druzí zákazníci chtějí prosvětlit celou místnost na vysoké hodnoty. Za těchto požadavků si musíme dát pozor, aby nám mezi jednotlivými osvětlovanými prostory nedocházelo k výrazným rozdílům v osvětlenosti. Proto by nemělo docházet v krajních případech k překročení poměru osvětlenosti sousedících prostor více než 5:1 či 1:5. Efektivním řešením je využití místního svítidla. Světelný zdroj by měl předcházet vzniku stroboskopického jevu, umožňovat směřování světla a možnost dodržení výše uvedené rovnoměrnosti osvětlení. Pracovny s tvůrčí činností jako jsou grafické práce, modelářství, amatérská elektrotechnika, kovářství a další podobné pracovny či dílny se osvětlují stejně jako profesionální pracoviště odpovídajícího charakteru. [10]

tab. 11 – požadavky na osvětlení v pracovních prostorech [16]

Činnost	E_m (lx)	UGR_L (-)	U_0 (-)	R_a (-)	Speciální požadavky
Ruční malování skla	1 000	16	0,7	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
Jemná montáž - elektrotechnika	750	19	0,7	80	
Velmi jemná montáž - elektrotechnika	1 000	16	0,7	80	
Výroba šperků	1 000	16	0,7	80	
Sedlářské práce, šití	500	22	0,6	80	
Ruční tisk	500	19	0,6	80	
Snování, tkaní, oplétání – paličkování, pletení	500	22	0,6	80	
Šití, pletení z jemných přízí, řetízování	750	22	0,7	80	
Navrhování, kreslení vzorů	750	22	0,7	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
Vyšívání	1 000	19	0,7	80	
Psaní, psaní na stroji, čtení, zpracování dat, PC	500	19	0,6	80	Zabránit odrazům s velkým jasem
Technické kreslení	750	16	0,7	80	
Čítárna	500	19	0,6	80	



obr. 61 – umělé osvětlení dílny [36]

Závěr

Práce představuje shrnutí informací potřebných pro vytvoření osvětlovací soustavy rodinného domu.

Pro řešení zde prezentovaného problému jsem se nejprve seznámil s vlastnostmi světelných zdrojů používaných v současné době. Jsou to především halogenové žárovky, kompaktní zářivky a LED technologie. Věnoval jsem se i klasické žárovce, ačkoliv v EU ztratila podporu, i když má své nezastupitelné místo v celé řadě aplikací. Například chovatelé exotických zvířat ji využívají nejen jako světelný, ale i jako tepelný zdroj. Každý světelný zdroj převyšuje v některých vlastnostech zdroje ostatní, a tak jiný druh světelného zdroje může kompenzovat nedostatky zdroje konkurenčního. Za základní kritéria při volbě světelného zdroje jsem zvolil provozní náklady s přihlédnutím k pořizovací ceně, měrnému výkonu a životnosti zdroje.

Další nedílnou součástí osvětlovací soustavy jsou svítidla. Trh se svítidly je velmi variabilní a vzhledem k tomu, že se jedná zároveň o designový doplněk místnosti, nabízejí návrháři svítidel bezpočet řešení. Vhodnou volbu svítidla ovlivňuje mnoho parametrů, nejen cílový prostor, ale i cena, typ a počet SZ, světelně technické vlastnosti, základní principy usměrnění světelného toku a prostorového rozložení světelného toku a mnoho dalších. Proto jsem se během volby svítidla snažil vybírat taková řešení, která představují klasický design bez možnosti oslnění v úhlu oka pozorovatele.

Poslední kapitola se věnuje návrhu osvětlování rodinného domu. Cílem návrhu je efektivní, ekonomické a zdravé osvětlení, vhodné nejen pro relaxaci, ale i pro běžné pracovní prostředí odpovídající charakteru konkrétní místnosti.

Pro ověření splnění všech těchto požadavků z předchozích kapitol byl zvolen potřebný softwarový program pro simulaci osvětlovací soustavy. Ta byla následně integrována do projektu elektroinstalace rodinného domu, který jsem kvůli této práci vypracoval. Oba tyto projekty jsou součástí přílohy.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Šimek,P.: Moderní světelné zdroje a jejich použití , 2011
- [2] Plch,J.: Světelná technika v praxi
- [3] Linda,J.: Elektrické světlo II , ZČU v Plzni 1994
- [4] http://www.trevos.cz/editor/filestore/Image/produkty/PROFI/PROFI_280_AC_ET5_PAR_3.2.jpg
21.10.2012 11:38
- [5] Habel,J. a kol: Světelná technika a osvětlování, FCC Public 1995
- [6] Katalog OSRAM
- [7] <http://www.zarovky-shop.cz/zarovky/eshop/21-1-Reflektory/34-2-PAR-reflektory/5/1698-Raylight-PAR-reflektor-46-GY-9-5>
4.11.2012 10:38
- [8] <http://www.dum-svitidel.cz/p-20344-vybojkove-svitidlo-y-70-80-cr-mhn-td-70w-rx7s-05945013.aspx>
4.11.2012 10:42
- [9] [http://images.philips.com/is/image/PhilipsConsumer/LP_CF_HACCLCD_EU-CLP-global-001?wid=370&hei=370&\\$jplarge\\$](http://images.philips.com/is/image/PhilipsConsumer/LP_CF_HACCLCD_EU-CLP-global-001?wid=370&hei=370&$jplarge$)
24.11.2012 16:16
- [10] přednášky SVT
- [11] <http://www.siteco.cz/cz/produkty/novinky/interierova-svitidla/silhouette/technologie.html>
4.11.2012 12:56
- [12] Martínek,Z.: Projektování elektroinstalací, ZČU v Plzni 1995
- [13] <http://deosum.com/Articles/171-budiz-svetlo-jak-ne-vyrobite-zarovku.aspx> 10.11.2012 16:04
- [14] <http://www.elkovo-cepelik.cz/zarivky> 10.11.2012 16:29
- [15] časopis světlo 2011/2
- [16] ČSN EN 12464-1
- [17] [http://images.philips.com/is/image/PhilipsConsumer/927921082723_EU-GAL-global?wid=358&hei=358&\\$jplarge\\$](http://images.philips.com/is/image/PhilipsConsumer/927921082723_EU-GAL-global?wid=358&hei=358&$jplarge$) 5.4.2013 9:10
- [18] <http://www.gme.cz/vykonove-led-nad-1w/l-lxfy-lp20auwcl-3w-p511-855/> 5.4.2013 9:30
- [19] http://www.ecat.lighting.philips.cz/l/svetelne-zdroje-profesionalni/led-lighting-systems/led-tubes/master-ledtube-sa1/929000489408_eu/ 5.4.2013 9:44
- [20] <http://files.led-elektro.cz/200000072-52ed554e00/led-zarovka-MR16-3,5.jpg> 5.4.2013 9:58
- [21] <http://www.elektrobar.cz/kshop/eshop/31-1-Domaci-spotrebice-a-potreby/0/5/1000090-Plasmova-koule-20-cm-PKN-912> 26.2.2013 11:50
- [22] <http://www.earch.cz/clanek/1851-umele-osvetleni-v-obytnych-prostorechbr5-cast-byt-osvetleni-obyvaciho-pokoje.aspx> 26.2.2013 11:55
- [23] <http://image.made-in-china.com/2f0j00eMhQtEvqsVoY/Waterproof-Side-View-SMD-Flexible-Strip-Light-LED-Ribbon-For-TV-Wall-Background-Lighting.jpg> 26.2.2013 12:13
- [24] <http://www.kika.com/cz/katalog/m/spanek/loznice/18880105/loznice-florenz/> 26.2.2013 12:31
- [25] http://bydleni.idnes.cz/prebudujte-detsky-pokoj-bez-chyb-d4o-dum_osobnosti.aspx?c=A050708_110308_dum_nabytek_pet 26.2.2013 12:51
- [26] http://www.siteco.co.uk/uploads/pics/LunisR_180_11.jpg 24.2.2013 16:00
- [27] http://www.dumabyt.cz/rubriky/kuchyne/jidelna/posezeni-nejen-nad-plnym-talirem_18073.html
26.2.2013 12:55
- [28] <http://files.viaweb.cz/imag3box.com/image/38/design/05-2011/bano.jpg> 26.2.2013 13:07
- [29] <http://www.ceskykutil.cz/domacnost/osvetleni/osvetleni-v-kuchyni> 26.2.2013 11:45
- [30] <http://www.novinky.cz/bydleni/267046-tipy-a-rady-jak-promenit-obycejnou-koupelnu-v-moderni-relaxacni-prostor.html> 26.2.2013 15:08
- [31] <http://www.e-light.cz/catalogue/picture.php?item=71&typ=2> 26.2.2013 15:09
- [32] <http://www.inspireli.com/data/big/000000/6943.jpg> 26.2.2013 15:28
- [33] <http://www.hotshopcz.cz/www-hotshopcz-cz/eshop/6-1-Svetelna-technika/0/5/189-Nocni-LED-svetlo-Nightlux-s-detektorem-pohybu> 24.2.2013 18:00
- [34] http://www.svitidla-deltalight.cz/_data/photo/258/1280771846_svitidla-heli-1.gif

		26.2.2013	15:34
[35]	http://www.topstep.cz/dalsi-prvky-schodistoveho-systemu-topstep.htm	26.2.2013	15:36
[36]	http://www.mujdum.cz/obrazek/4d2b29be0db52/stavba-dilna-dum-5_285x213.jpg	5.4.2013	19:26

Seznam použitých rovnic

rov. 1 – svítivost [1].....	11
rov. 3 – prostorový úhel [1].....	11
rov. 3 – osvětlenost [1].....	11
rov. 4 – jas [1].....	12
rov. 5 – světlení [1].....	12
rov. 6 – měrný výkon světelného zdroje [1].....	12
rov. 7 – světelný tok svítidla [3].....	28
rov. 8 – účinnost svítidla [3].....	28
rov. 9 – jas svítidla [3].....	29
rov. 10 – úhel clonění [3].....	29

Přílohy

Technické řešení Bungalow 87



Předmět projektu

Projekt se zabývá návrhem osvětlovací soustavy rodinného domu, včetně její integrace do elektroinstalace. Jako hlavní informační zdroj posloužily stavební podklady uveřejněné na informačním portále firmy GSERVIS.

Projektové podklady:

- ČSN EN 12 464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1:
Vnitřní pracovní prostory
- ČSN 33 2130 ed. 2 Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN 37 5245 Kladení elektrických vedení do stropů a podlah
- ČSN EN 60445 ed. 4, ČSN 33 0165, ČSN 33 0166 ed. 2, ČSN 33 0167
Předpisy pro značení vodičů barvami nebo číslicemi

Návrh elektroinstalace:

Elektroinstalační rozvod bude uložen pod omítkou. Vedení světelného okruhu se bude nacházet v horní vodorovné instalační zóně dle ČSN 33 2130 ed. 2. Tato vedení budou realizovány měděnými kabely s odpovídajícím průřezem a počtem žil pro jmenovitý proud obvodu elektroinstalace. Standardně se jedná o kabely CYKY s průřezem pro světelné obvody $1,5 \text{ mm}^2$, pokud tomu situace nevyžaduje jinak. Světelné obvody budou jističeny 10A jističem třídy B.

Rozmístění svítidel je zřejmé z výkresové dokumentace. V případě průchozích místností je ovládání zajištěno z více míst.

Návrh osvětlovací soustavy

Návrh osvětlovací soustavy rodinného domu je výpočtovou simulací pro splnění hygienických norem v rámci umělého osvětlení.

Výpočet a návrh je proveden pomocí PC výpočetním programem Vyrtych Wils 6.4. Výsledky výpočtů jednotlivých osvětleností jsou součástí grafické přílohy a hygienické normy splňují. Jako podklady pro tvorbu simulovaného prostředí posloužily uveřejněné stavební půdorysy.

Samotný návrh je koncipován na základě požadavků normy:

ČSN EN 12 464-1 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory

Osvětlovací systém

tab. 12 – osvětlovací soustava

místnost	svítidlo	světelný zdroj
0_vchod	CORSO 1x60W E27 opál	OSRAM CLASSIC A ECO 57W 915lm (HALOGEN)
1_obývací pokoj	PULI 4-218 (2x18W kompak)	OSRAM DULLUX 18/840 G24d 18W 1200lm (kompakt)
	PULI 4-218 (2x18W kompak)	OSRAM DULLUX 18/840 G24d 18W 1200lm (kompakt)
	CORSO 109 (1x9W kompak)	OSRAM DULLUX 9/840 G24d 9W 600lm (kompakt)
	CORSO 109 (1x9W kompak)	OSRAM DULLUX 9/840 G24d 9W 600lm (kompakt)
	místní svítidlo 1	OSRAM HALOSTAR ECO SUPERSTAR 35W 12V 860 lm (HALOGEN)
	místní svítidlo 2	OSRAM HALOSTAR ECO SUPERSTAR 35W 12V 860 lm (HALOGEN)
	místní svítidlo 3	OSRAM HALOSTAR ECO SUPERSTAR 35W 12V 860 lm (HALOGEN)
2_kuchyně	FOX 236 (2x36W linear)	OSRAM LUMILUX L 36W/840 G13 3350lm (linear)
	FOX 258 (2x58W linear)	OSRAM LUMILUX L 58W/840 G13 5200lm (linear)
	BIGL D-211 (2x11W linear)	OSRAM DULLUX 11/840 G23 11W 900lm (linear)
	BIGL D-211 (2x11W linear)	OSRAM DULLUX 11/840 G23 11W 900lm (linear)
	10xBANDOG 113 (1x13 W kompak)	OSRAM DULLUX 13/840 G24d 13W 900lm (kompakt)
3_ložnice	PULI 4-218 (2x18W kompak)	OSRAM DULLUX 18/840 G24d 18W 1200lm (kompakt)
	místní svítidlo 1	OSRAM HALOSTAR ECO SUPERSTAR 7W 12V 105 lm (HALOGEN)
	místní svítidlo 2	OSRAM HALOSTAR ECO SUPERSTAR 7W 12V 105 lm (HALOGEN)
	místní svítidlo 3	OSRAM HALOSTAR STAR 50W 12V 910 lm (HALOGEN)
4_WC	PULI 3 1x75W E27	PHILIPS ECOCLASSIC 70W 1200 lm (HALOGEN)
5_předsíň	FOX 218 (2x18W linear)	OSRAM LUMILUX L 18W/840 G13 1350lm (linear)
6_hala	FOX 218 (2x18W linear)	OSRAM LUMILUX L 18W/840 G13 1350lm (linear)
7_spíž	PULI 4 2x60W E27	OSRAM CLASSIC A ECO 57W 915lm (HALOGEN)
8_kotelna+skladiště	CORSO 124 (1x24W kompak)	OSRAM DULLUX 24/840 2G10 24W 1700lm (kompakt)
9_pokoj1	FOX 218 (2x18W linear)	OSRAM LUMILUX L 18W/840 G13 1350lm (linear)
	místní svítidlo 1	OSRAM HALOSTAR STAR 10W 12V 140 lm (HALOGEN)
10_koupelna	CORSO 124 (1x24W kompak)	OSRAM DULLUX 24/840 2G10 24W 1700lm (kompakt)
	3xosvětlení zrcadla	OSRAM DULLUX 11/840 G23 11W 900lm (linear)
11_pokoj2	FOX 218 (2x18W linear)	OSRAM LUMILUX L 18W/840 G13 1350lm (linear)
	místní svítidlo 1	OSRAM HALOSTAR STAR 10W 12V 140 lm (HALOGEN)

Osvětlovací soustava se skládá ze svítidel žárovkového a zářivkového typu. Tam, kde se předpokládá dlouhodobý pobyt osob, bylo zvoleno jako světelného zdroje kompaktní či lineární zářivky. V místnostech s krátkodobým pobytem bylo užito halogenových žárovek, kvůli času dosažení jmenovitých parametrů světelného zdroje.

Ve většině místností byla použita klasická přisazená svítidla uchycená na stropě. V obývacím pokoji jsou navíc 2 svítidla uchycena z boku na stěně a v koupelně je obdobným způsobem simulováno osvětlení zrcadla. Protože bylo obtížné dosáhnout požadovaných parametrů v kuchyni, byl jídelní kout doplněn sadou downlightových svítidel. Svítidla FOX jsou použita všude, kde nebylo možné naplnit hygienická minima za pomoci svítidel PULI či CORSO. Jistě by mělo jít naplnit tato minima i svítidly bez lineárních zářivek, ale tato verze mnou použitého programu má jen omezenou databázi.

Místní svítidla doplňují nasvětlení specifických míst zřakového úkolu. Všechna zářivková svítidla jsou vybavena elektronickým předřadníkem pro dosažení efektivity provozu.

Činitelé odraznosti povrchů jsou uvedeny v následující tabulce.

tab. 13 – použití činitel odraznosti povrchů

0,5	Stěny
0,7	Strop
0,3	Podlaha
0,07	Prosklené objekty (okno, prosklené dveře)
0,4	Dubové dřevo
0,55	Nerezový dřez
0,3	Kuchyňská linka
0,7	Bílé kovové objekty (pračka, kotel, lednička)
0,2	Mořené dřevo (stůl)
0,35	Venkovní modrá malba
0,5	Ostatní

Barvy předmětů (RGB souřadnice) byly zvoleny na základě grafického náhledu rozprostření objektů v domě.

tab. 14 – RGB souřadnice použitých barevných předmětů

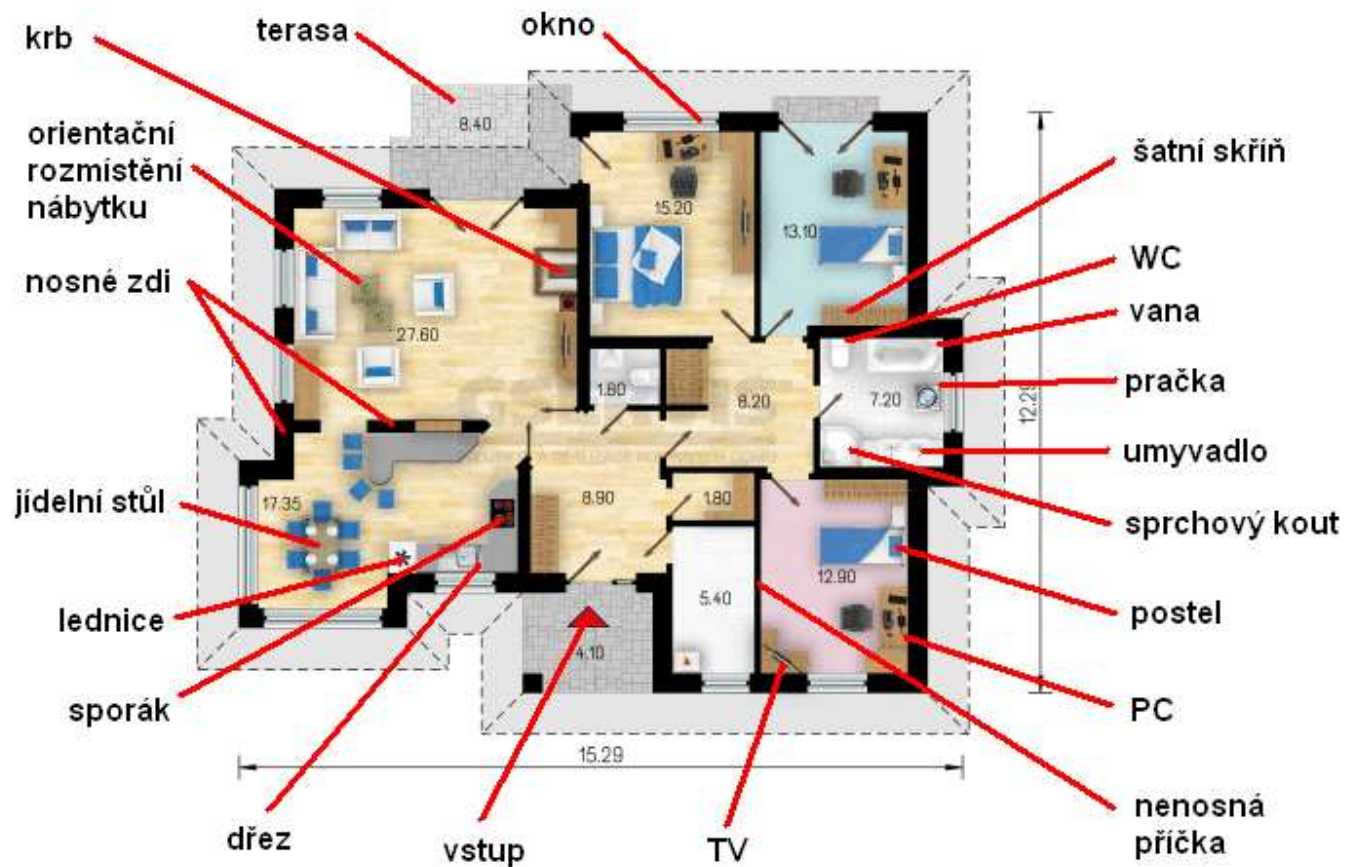
198/154/99	Skříň, nábytková stěna, TV stolek, PC stůl
247/239/247	Gauč, křesla
189/166/132	Stolek-obývací
247/211/148	Podlaha
247/247/247	Lednička
165/166/165	Kuchyňská linka, myčka
222/223/231	Dřez
173/154/123	Jídelní stůl
74/130/198	Postel
239/235/239	Noční stolek
255/251/255	Dlažba
132/89/41	Dveře
255/255/255	Sanitární vybavení

Stěny a strop uvnitř domu jsou bílé, venku modré. Podlaha má barvu dle prostředí.

K posouzení dostatečné celkové osvětlenosti byla zvolena horizontální rovina ve výšce 75 cm nad podlahou. Pro posouzení osvětlenosti před zrcadlem a vstupními dveřmi vertikální rovina a na specifických místech s převážně místními svítidly horizontální rovina na sledovaném povrchu. Všechny vypočtené výsledky jsou uvedeny v grafické příloze.

Grafická příloha projektu

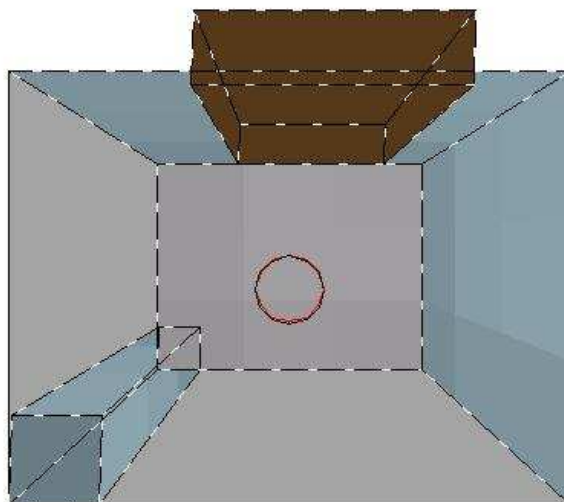
Půdorys



obr. 62 – půdorys

0_Vchod

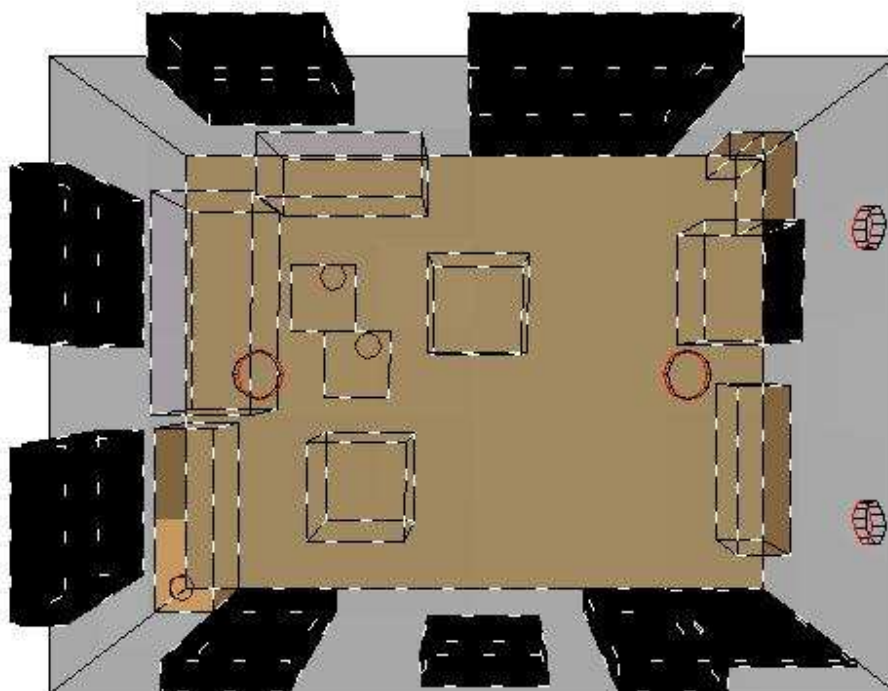
Vertikální X: Emin: 20.7 Em: 28.8 Emax: 40.8 R=Emin/Emed: 0.72 Z: 0.64



obr. 63 – Vertikální osvětlenost (nad 20 lux)

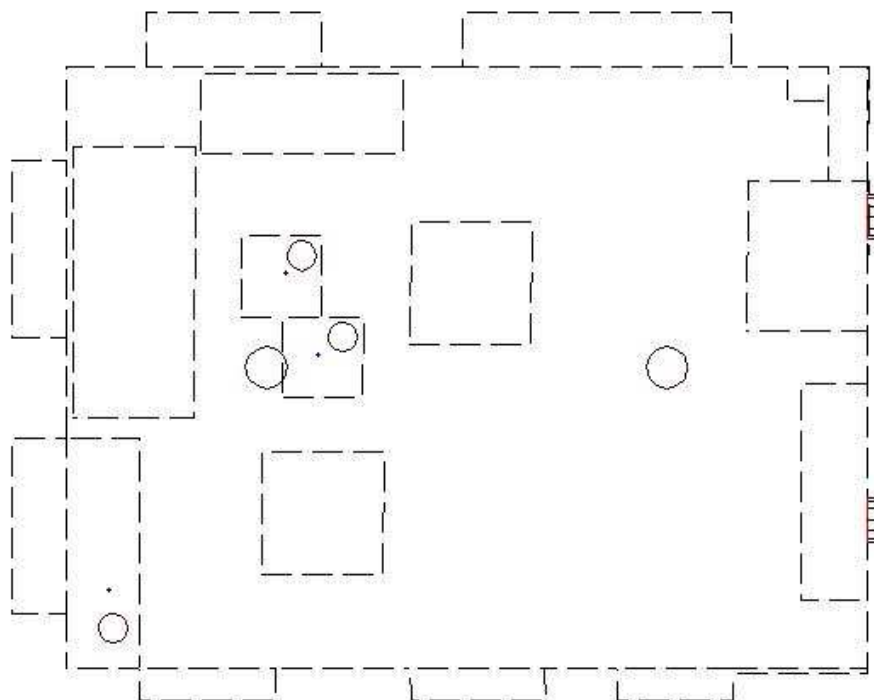
1_Obývací pokoj

Horizontální: Emin: 48.2 Em: 87.9 Emax: 319.8 R=Emin/Emed: 0.55 Z: 0.68



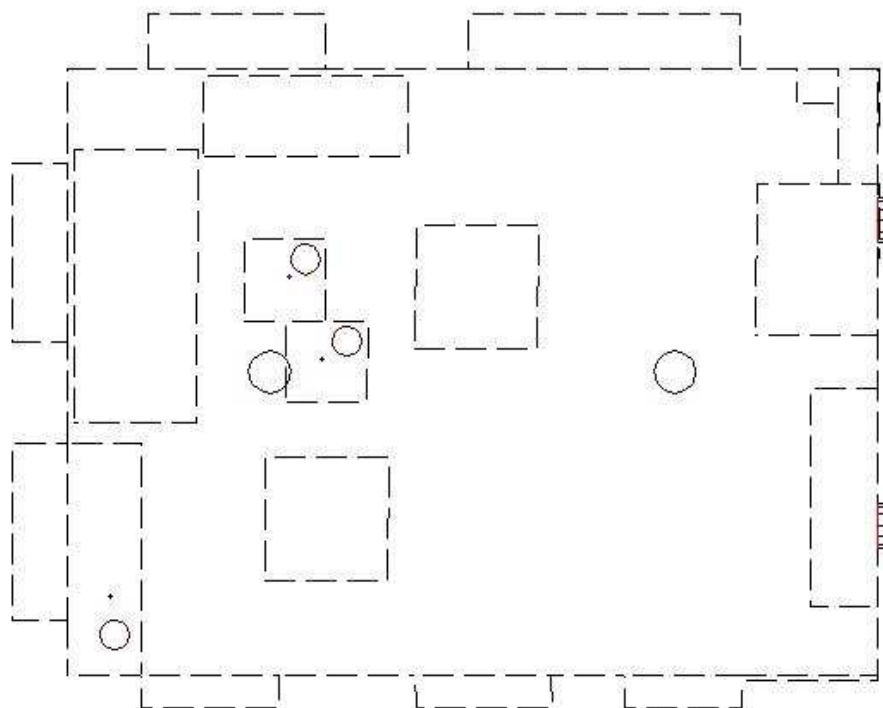
obr. 64 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

Horizontální: Emin: 580.0 Em: 580.0 Emax: 580.0 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.75



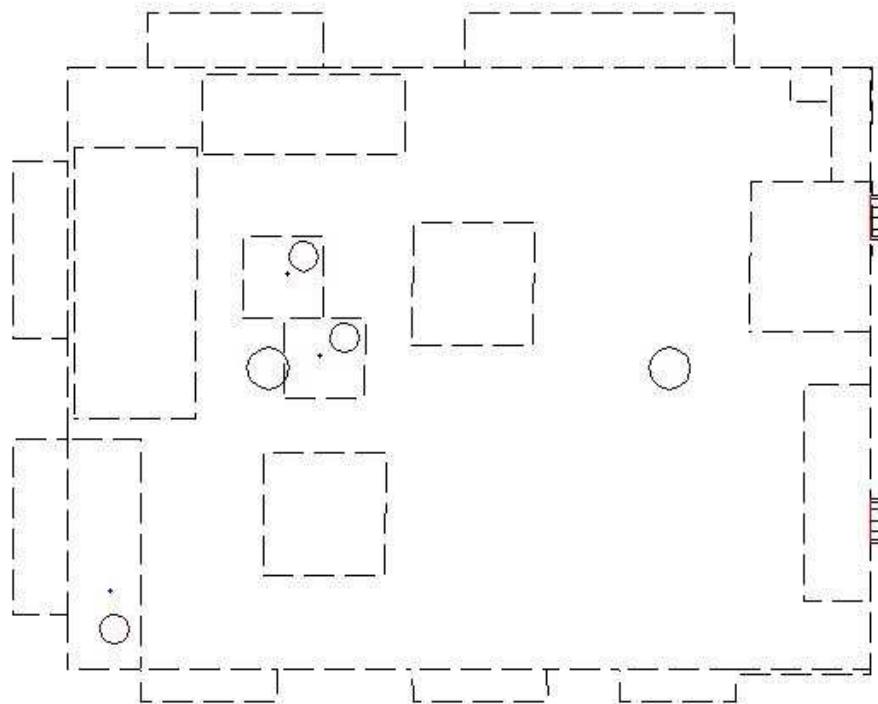
obr. 65 – Osvětlenost stolek 1 (500 lux)

Horizontální: Emin: 833.9 Em: 833.9 Emax: 833.9 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.75



obr. 66 – Osvětlenost stolek 2 (500 lux)

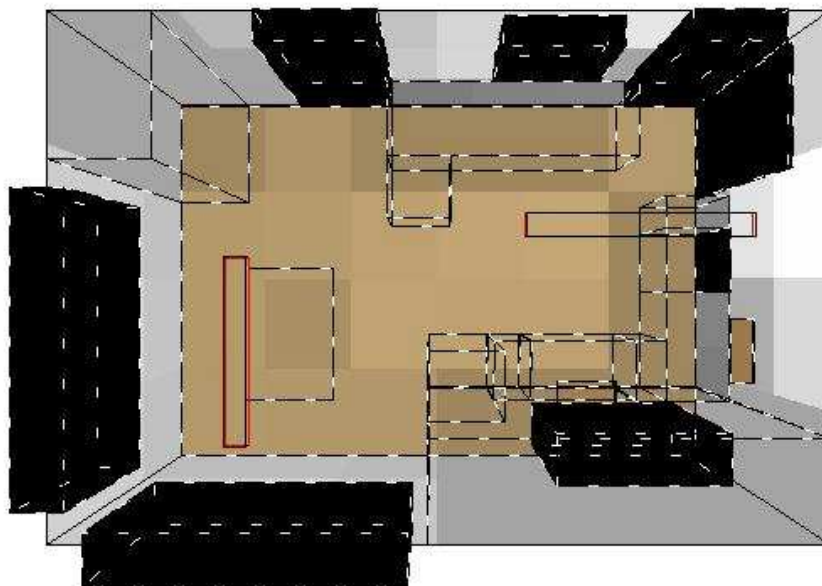
Horizontální: Emin: 277.7 Em: 277.7 Emax: 277.7 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.73



obr. 67 – Místní svítidlo 3 (200 lux)

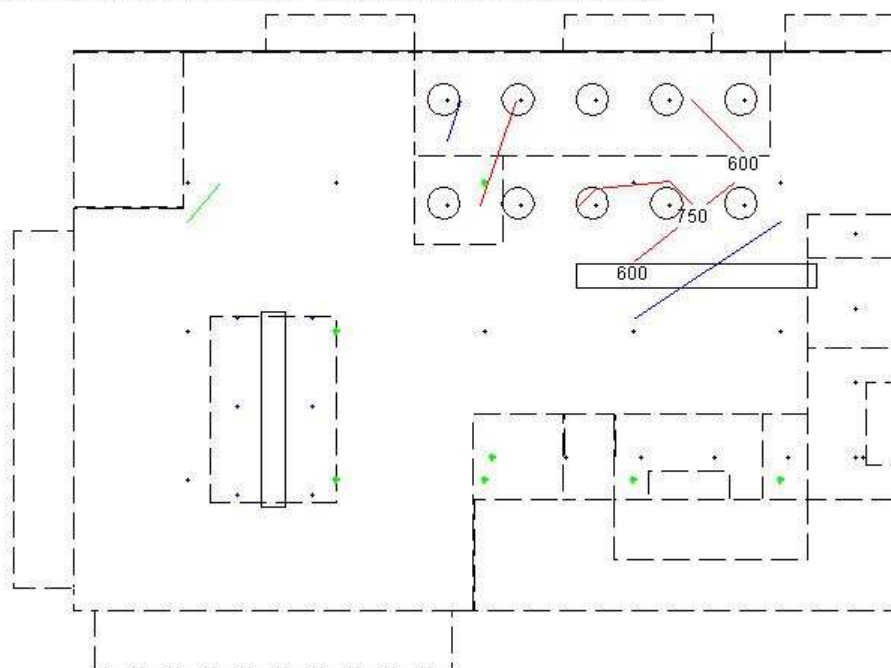
2_Kuchyně

Horizontální: Emin: 133.1 Em: 265.7 Emax: 361.4 R=Emin/Emed: 0.50 Z: 0.73



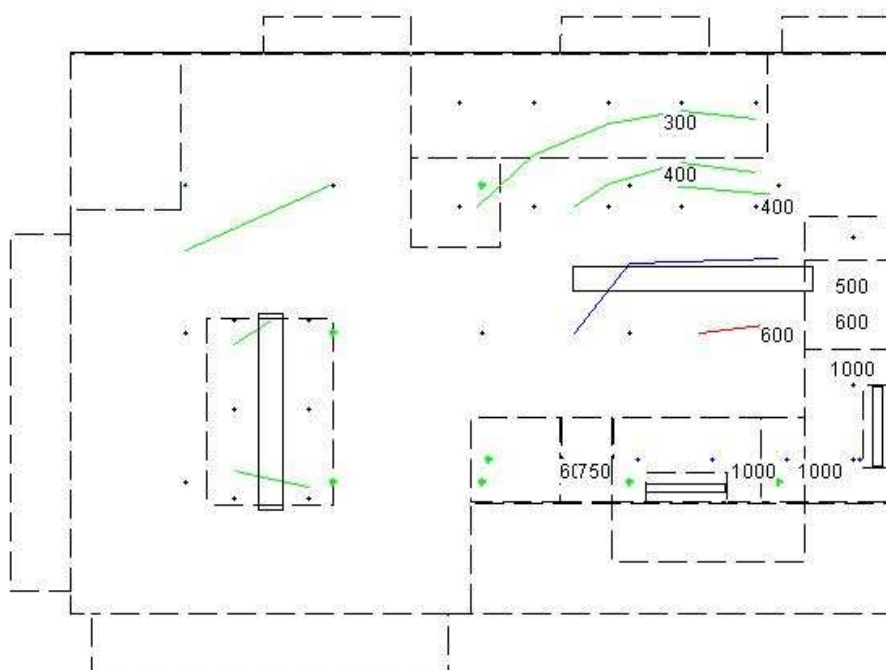
obr. 68 – Horizontální osvětlenost (100 lux)

Horizontální: Emin: 308.5 Em: 331.4 Emax: 363.3 R=Emin/Emed: 0.93 Z: 0.74



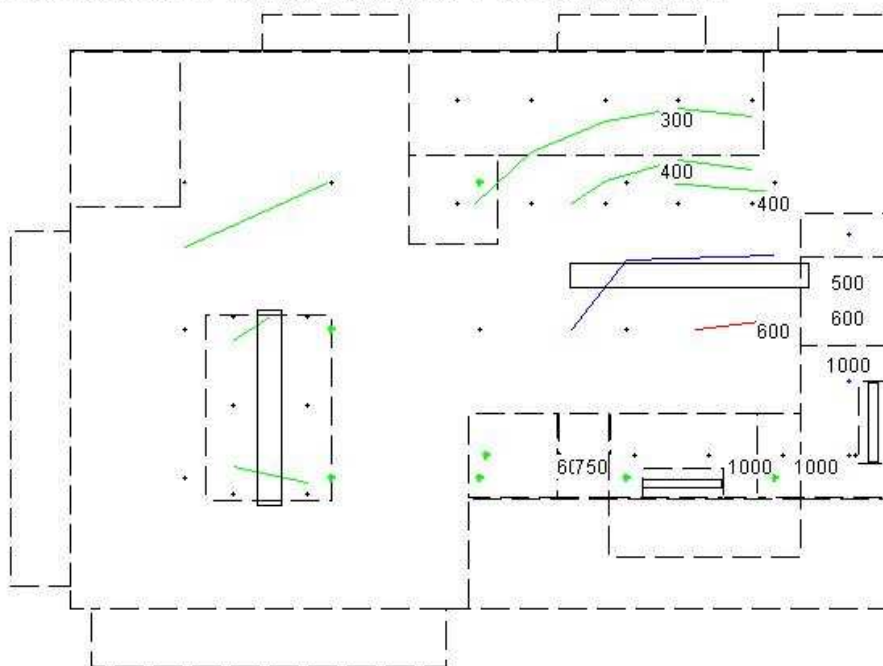
obr. 69 – Jídelní stůl (300 lux)

Horizontální: Emin: 480.0 Em: 970.3 Emax: 1243.6 R=Emin/Emed: 0.49 Z: 0.68



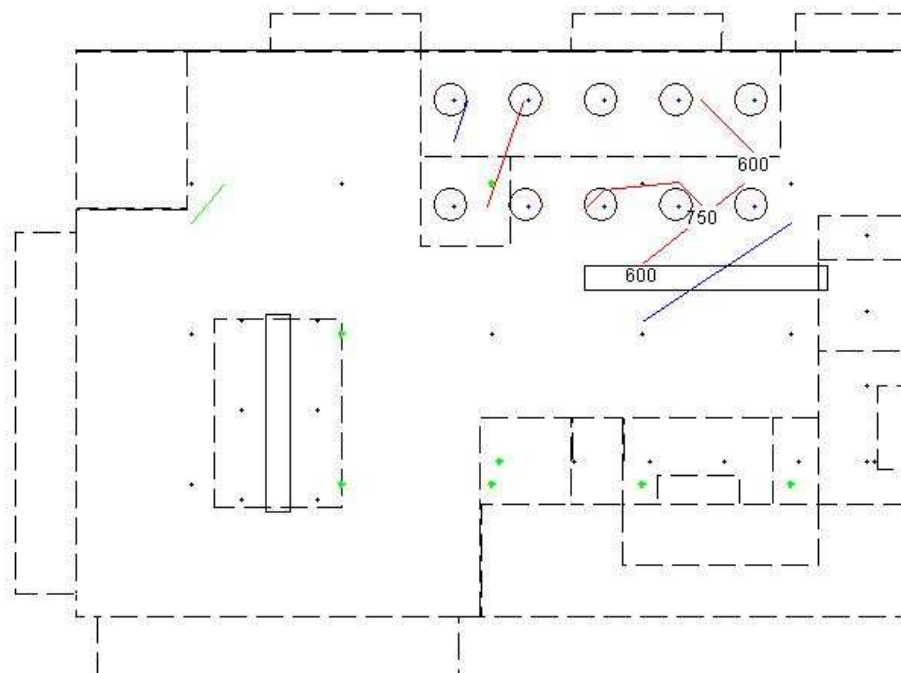
obr. 70 – Osvětlenost pracovní desky 1 (500 lux)

Horizontální: Emin: 393.3 Em: 841.9 Emax: 1237.6 R=Emin/Emed: 0.47 Z: 0.68



obr. 71 – Osvětlenost pracovní desky 2 (500 lux)

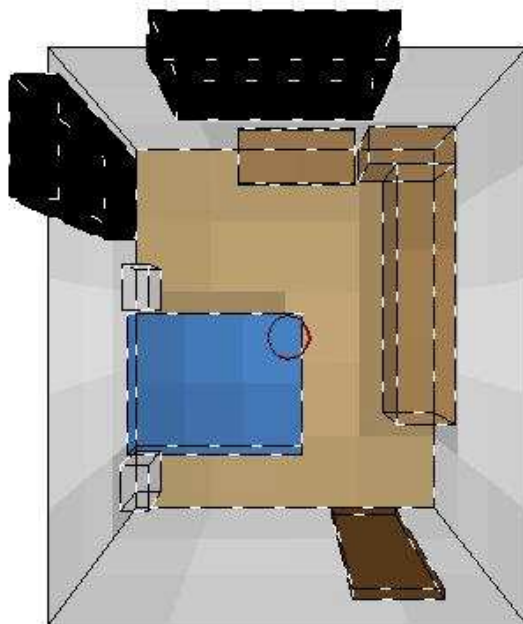
Horizontální: Emin: 476.3 Em: 633.3 Emax: 784.8 R=Emin/Emed: 0.75 Z: 0.73



obr. 72 – Osvětlení jídelního koutu (500 lux)

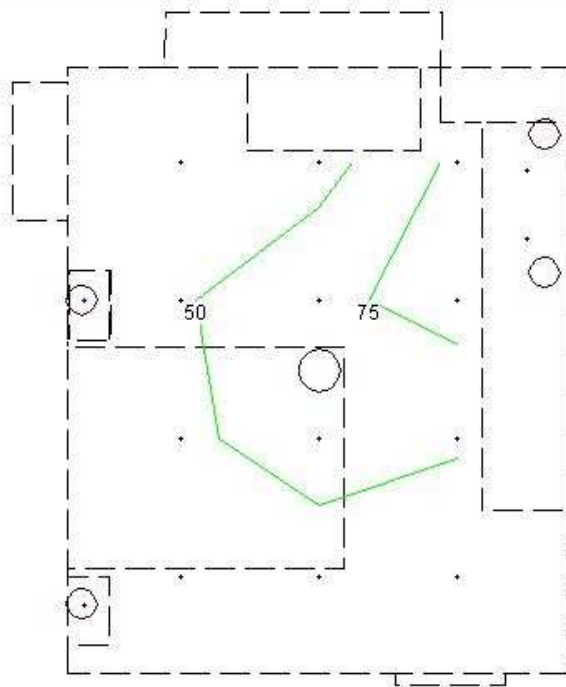
3_Ložnice

Horizontální: Emin: 24.9 Em: 38.1 Emax: 61.7 R=Emin/Emed: 0.65 Z: 0.66



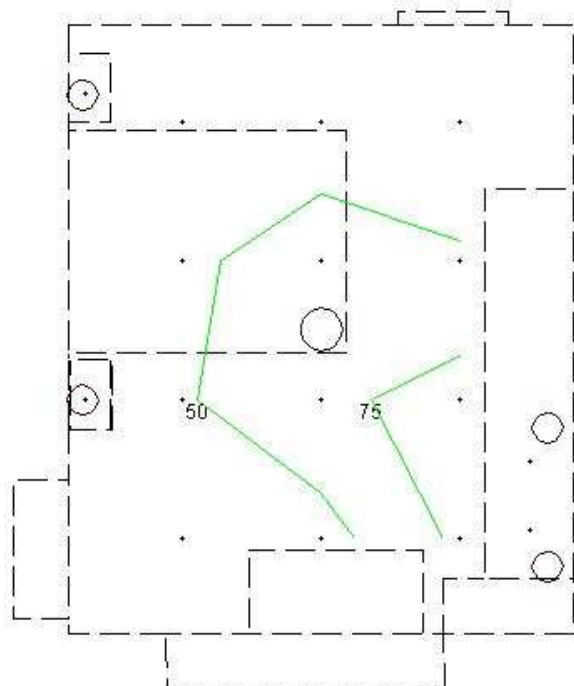
obr. 73 – Horizontální osvětlenost (20 lux)

Horizontální: Emin: 240.6 Em: 240.6 Emax: 240.6 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.72



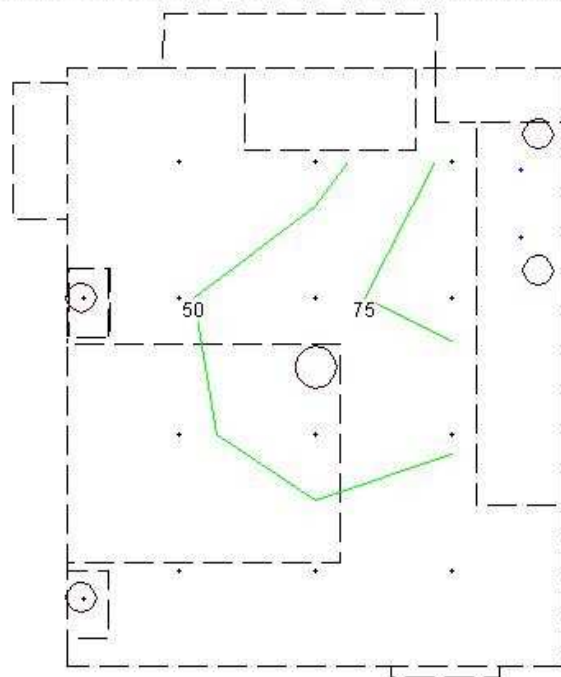
obr. 74 – Osvětlenost noční stolek 1 (200 lux)

Horizontální: Emin: 228.5 Em: 228.5 Emax: 228.5 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.73



obr. 75 – Osvětlenost noční stolek 2 (200 lux)

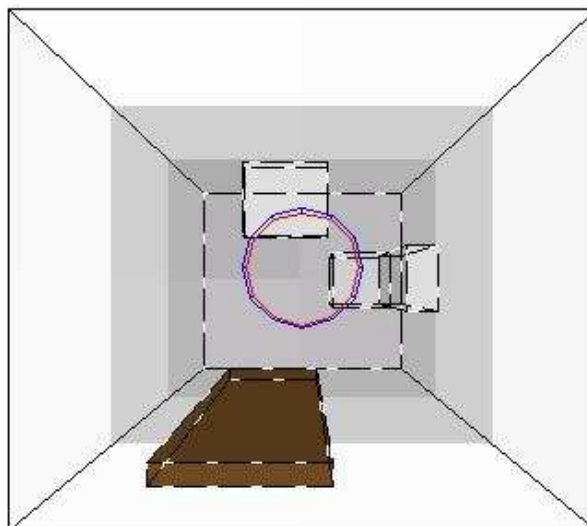
Horizontální: Emin: 278.5 Em: 301.0 Emax: 323.4 R=Emin/Emed: 0.93 Z: 0.74



obr. 76 – Osvětlenost místní svítidla 3 (300 lux)

4_WC

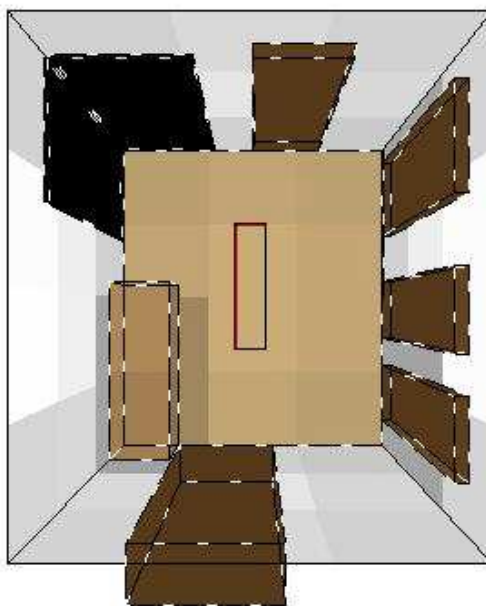
Horizontální: Emin: 65.2 Em: 65.2 Emax: 65.2 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.69



obr. 77 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

5_Předsíň

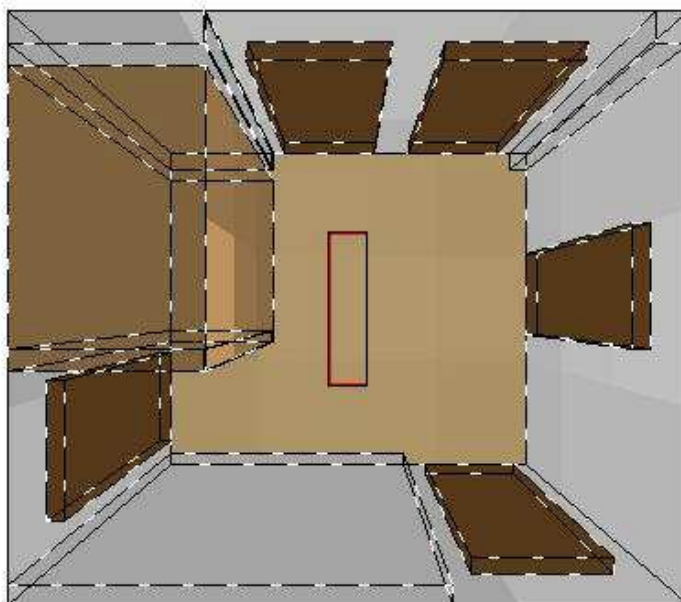
Horizontální: Emin: 72.9 Em: 85.3 Emax: 107.0 R=Emin/Emed: 0.85 Z: 0.71



obr. 78 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

6_Hala

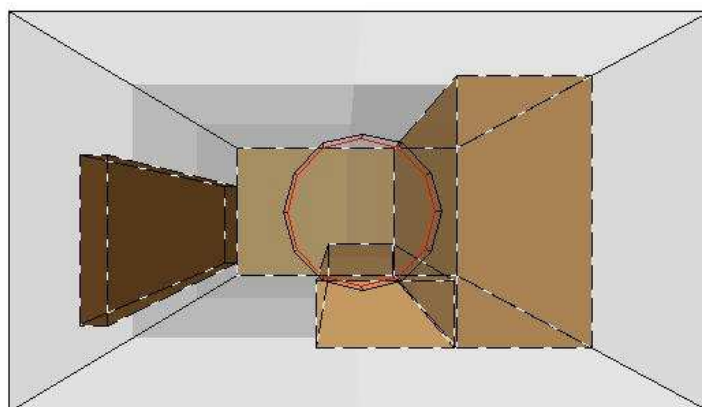
Horizontální: Emin: 58.7 Em: 92.0 Emax: 117.8 R=Emin/Emed: 0.64 Z: 0.68



obr. 79 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

7_Spíž

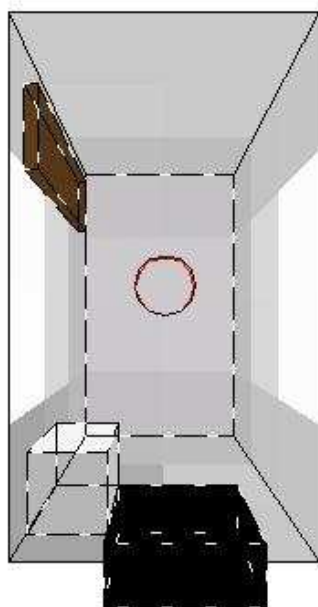
Horizontální: Emin: 74.7 Em: 74.7 Emax: 74.7 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.71



obr. 80 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

8_Kotelna a skladiště

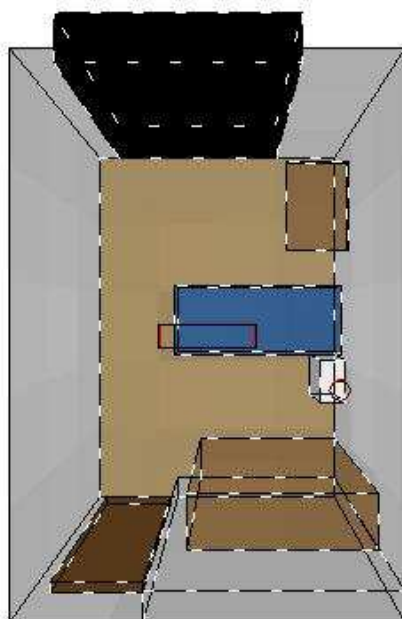
Horizontální: Emin: 47.7 Em: 57.3 Emax: 73.6 R=Emin/Emed: 0.83 Z: 0.65



obr. 81 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

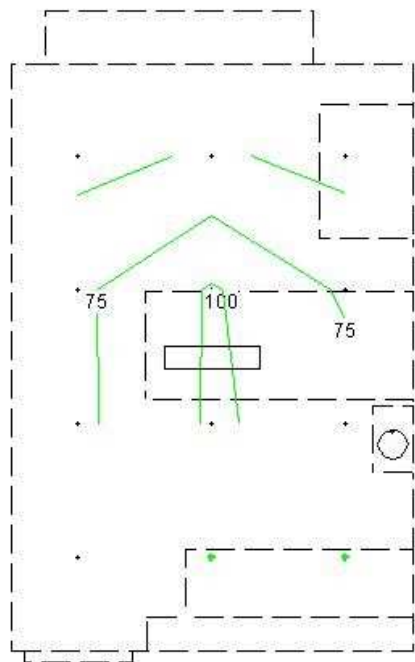
9_Pokoj č.1

Horizontální: Emin: 41.0 Em: 68.4 Emax: 102.8 R=Emin/Emed: 0.60 Z: 0.71



obr. 82 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

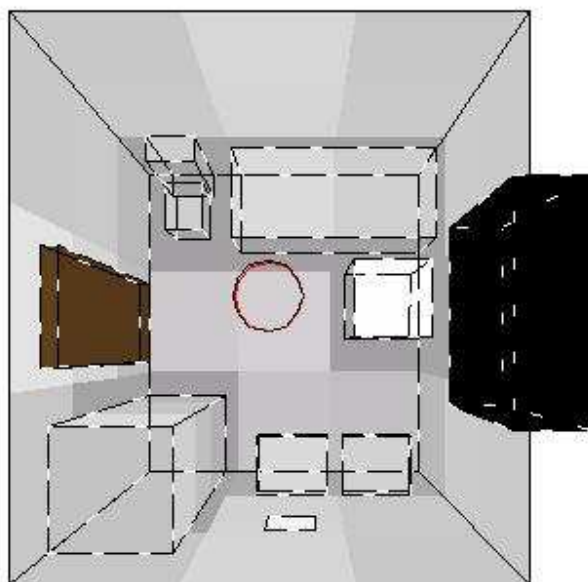
Horizontální: Emin: 255.4 Em: 255.4 Emax: 255.4 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.72



obr. 83 – Osvětlenost noční stolek (200 lux)

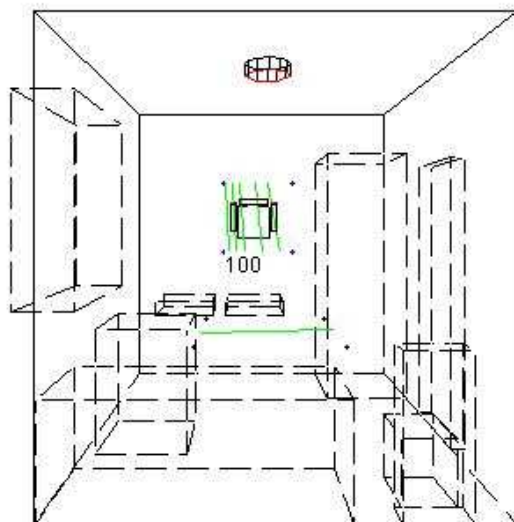
10_Koupelna

Horizontální: Emin: 54.2 Em: 55.3 Emax: 56.4 R=Emin/Emed: 0.98 Z: 0.67



obr. 84 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

Vertikální X: Emin: 38.0 Em: 151.7 Emax: 290.2 R=Emin/Emed: 0.25 Z: 0.71



obr. 85 – Vertikální osvětlenost vhlížející se osoby v zrcadle

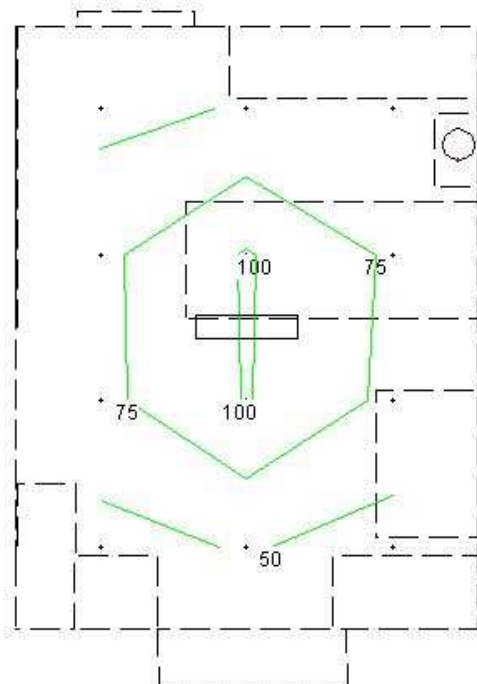
11_Pokoj č.2

Horizontální: Emin: 39.2 Em: 63.4 Emax: 101.9 R=Emin/Emed: 0.62 Z: 0.71



obr. 86 – Horizontální osvětlenost (50 lux)

Horizontální: Emin: 237.9 Em: 237.9 Emax: 237.9 R=Emin/Emed: 1.00 Z: 0.72



obr. 87 – Osvětlenost noční stůlek (200 lux)

Bude vytisknuto na A2.

