

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Návrh rekonstrukce veřejného osvětlení části pozemní
komunikace v místě bydliště**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel PRUSÍK**
Osobní číslo: **E13N0026P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Návrh rekonstrukce veřejného osvětlení části pozemní komunikace v místě bydliště**
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

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

Proveďte návrh na rekonstrukci veřejného osvětlení části ulice Horská ve městě Tanvald


1. Uveďte základy pro osvětlování místních komunikací (konstrukční prvky, svítidla, provedení dle typu komunikace).
2. Stručně popište příslušnou teorii, veličiny a normy.
3. Posuďte stávající stav osvětlovací soustavy, a to teoreticky, měřením a počítačovou simulací ve vhodném simulačním programu.
4. Navrhněte novou osvětlovací soustavu pro různé typy svítidel a porovnejte ji teoreticky a pomocí počítačové simulace s původní osvětlovací soustavou.
5. Porovnejte nově navržené osvětlení s osvětlením původním a zhodnoťte technické a ekonomické aspekty zvoleného řešení.

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

1. Linda, Josef: Elektrické světlo 1, 2, 3. ZČU v Plzni, Plzeň 1993, 1994, 1995.
2. Habel, Jiří: Světlo a osvětlování. FCC Public, Praha 2013.
3. Sokanský, Karel, a kol.: Světelná technika. ČVUT v Praze, Praha 2011.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Oldřich Kroupa**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2015**


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




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na návrh rekonstrukce veřejného osvětlení pozemní komunikace. Na počátku jsou popsány jednotlivé prvky osvětlovací soustavy veřejného osvětlení a světelné parametry veřejného osvětlení. Následně se práce zabývá zhodnocením současného stavu veřejného osvětlení v konkrétní oblasti. V poslední části je navrženo několik možných variant rekonstrukce veřejného osvětlení.

Klíčová slova

Veřejné osvětlení, osvětlovací soustava, svítidlo, světelný zdroj, světelné místo, Dialux.

Abstract

This master thesis is focused on the design of the reconstruction of public lighting road. At the beginning are described individually elements of the illumination system public lighting and lighting parameters of the public lighting. Subsequently, the work is engaged in the evaluation of the current state of public lighting in specific areas. In the last part is designed several of possible options reconstruction of public lighting.

Key words

Public lighting, illumination system, luminaire, light source, lighting place, Dialux.

Prohlášení

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.

.....

podpis

V Plzni dne 7.5.2015

Pavel Prusík

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Oldřichovi Kroupovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	11
1 VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ.....	15
1.1 ZÁKLADNÍ NÁZVOSLOVÍ.....	15
1.2 HISTORICKÝ VÝVOJ VO	16
1.3 FUNKCE VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ	16
1.4 CHARAKTERISTIKA UŽIVATELE	17
1.4.1 Světelné záření	17
1.4.2 Vidění.....	18
1.4.3 Oko člověka.....	19
1.5 VO Z POHLEDU ZÁKONŮ A TECHNICKÝCH NOREM.....	20
2 PRVKY VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ	20
2.1 SVĚTELNÉ ZDROJE.....	20
2.1.1 Rtuťové výbojky.....	21
2.1.2 Vysokotlaké sodíkové výbojky.....	22
2.1.3 Halogenidové výbojky.....	23
2.1.4 Světelné diody LED.....	24
2.1.5 Porovnání světelných zdrojů pro VO.....	26
2.2 SVÍTIDLA.....	26
2.2.1 Křivky svítivosti.....	27
2.2.2 Účinnost a činitel využití.....	30
2.2.3 Části svítidel	31
2.3 OSVĚTLOVACÍ STOŽÁRY	35
2.3.1 Uspořádání osvětlovací soustavy.....	36
2.4 ZAPÍNACÍ MÍSTO	38
2.5 PŘEDŘADNÁ ZAŘÍZENÍ PRO SVĚTELNÉ ZDROJE	41
2.5.1 Elektromagnetické předřadníky.....	41
2.5.2 Zapalovače pro výbojové zdroje	42
2.5.3 Elektronické předřadníky.....	43
2.5.4 Předřadníky pro světlené diody	44
2.6 UDRŽOVACÍ ČINITEL	44
3 SVĚTELNÉ PARAMETRY VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ.....	46

3.1	JAS	46
3.2	ROVNOMĚRNOST JASU	47
3.3	OSLNĚNÍ.....	48
3.4	OSVĚTLENÍ OKOLÍ	48
3.5	OPTICKÉ VEDENÍ	49
3.6	OSVĚTLENOST	49
3.7	BAREVNÉ VLASTNOSTI SVĚTLA	49
3.8	OMEZENÍ RUŠIVÉHO SVĚTLA	49
3.9	POŽADAVKY NA OSVĚTLENÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ	51
3.9.1	<i>Třídy osvětlení.....</i>	55
3.9.2	<i>Relevantní oblast.....</i>	57
4	CHARAKTERISTIKA STÁVAJÍCÍHO VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ.....	57
4.1	TANVALD	57
4.2	ULICE HORSKÁ	58
4.3	POPIS STÁVAJÍCÍ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY	62
4.3.1	<i>Osvětlovací stožáry</i>	63
4.3.2	<i>Svítidla</i>	64
4.3.3	<i>Rozmístění světelných míst.....</i>	66
4.4	MĚŘENÍ.....	68
4.4.1	<i>Poloha kontrolních bodů</i>	69
4.4.2	<i>Protokol o měření</i>	70
4.5	PARAMETRY STÁVAJÍCÍ OS	77
4.5.1	<i>Celkový instalovaný příkon.....</i>	77
4.5.2	<i>Celkové náklady na elektrickou energii.....</i>	77
4.5.3	<i>Náklady na údržbu svítidel</i>	78
4.5.4	<i>Provozní náklady</i>	79
5	NÁVRH NOVÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY	80
5.1	ZATŘÍDĚNÍ KOMUNIKACE	80
5.1.1	<i>Zatřídění vozovky úseku A</i>	81
5.1.2	<i>Souhrn výsledků zatřídění jednotlivých komunikací.....</i>	84
5.2	ROZMÍSTĚNÍ SVĚTELNÝCH MÍST	84
5.3	DIALUX	85
5.4	VOLBA SVÍTIDEL A SVĚTELNÝCH ZDROJŮ.....	85

5.5	POSTUP V PROGRAMU DIALUX	87
5.6	VÝSTUP Z PROGRAMU DIALUX.....	96
5.7	VYBUDOVÁNÍ OSVĚTLOVACÍHO MÍSTA.....	97
5.7.1	<i>Soupis prací demontáže stávající OS.....</i>	97
5.7.2	<i>Soupis prací montáže nové OS.....</i>	97
5.7.3	<i>Soupis použitého materiálu.....</i>	98
5.8	VARIANTA A	99
5.8.1	<i>Geometrie OS.....</i>	99
5.8.2	<i>Zvolená svítidla.....</i>	100
5.8.3	<i>Fotometrické parametry</i>	101
5.8.4	<i>Vyhodnocení.....</i>	101
5.9	VARIANTA B	103
5.9.1	<i>Geometrie OS.....</i>	104
5.9.2	<i>Zvolená svítidla.....</i>	105
5.9.3	<i>Fotometrické parametry</i>	106
5.9.4	<i>Vyhodnocení.....</i>	106
5.10	VARIANTA C	108
5.10.1	<i>Geometrie OS.....</i>	109
5.10.2	<i>Zvolená svítidla.....</i>	109
5.10.3	<i>Fotometrické parametry</i>	110
5.10.4	<i>Vyhodnocení.....</i>	110
5.11	POROVNÁNÍ CELKOVÝCH ROČNÍCH NÁKLADŮ NA OSVĚTLENÍ	112
5.12	POROVNÁNÍ VYBRANÝCH FOTOMETRICKÝCH PARAMETRŮ	116
6	POROVNÁNÍ STÁVAJÍCÍ A NAVRŽENÉ OSVĚTLOVACÍ SOUSTAVY VO...	118
6.1	POROVNÁNÍ OSVĚTLENOSTI VOZOVKY	118
6.2	POROVNÁNÍ CELKOVÉHO INSTALOVANÉHO PŘÍKONU	120
6.3	POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA EL. ENERGII.....	121
6.4	POROVNÁNÍ NÁKLADŮ NA ÚDRŽBU ZA ROK.....	122
6.5	NÁVRATNOST INVESTICE - PROSTÁ	123
7	ZÁVĚR.....	125

Seznam symbolů a zkratk

λ	... vlnová délka [m]
E	... osvětlenost [lx]
LED	... dioda emitující světlo
OLED	... organická dioda emitující světlo
η	... měrný výkon [lm/W]
I	... proud [A]
I	... svítivost [cd]
Ω	... prostorový úhel [sr]
Φ	... světelný tok [lm]
Φ_e	... zářivý tok [W]
A	... plocha [m ²]
r	... poloměr [m]
C- γ	... soustava fotometrické rovnice
η_{sv}	... účinnost svítidla [%]
ϕ_{sv}	... světelný tok svítidla [lm]
ϕ_z	... světelný tok světelného zdroje [lm]
IK	... mechanická odolnost
IP	... stupeň krytí
LLMF	... činitel stárnutí světelného zdroje [-]
LMF	... udržovací činitel svítidla [-]
MF	... udržovací činitel [-]
LSF	... činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů [-]
RSMF	... udržovací činitel povrchů [-]
L	... jas [cd/m ²]
U_0	... celková rovnoměrnost jasu [-]
U_1	... podélná rovnoměrnost jasu [-]
TI	... prahový přírůstek [%]
SR	... osvětlení okolí [-]
R_a	... index podání barev [-]
E_v	... svislá osvětlenost [lx]
I_v	... svítivost svítidel v daném směru [cd]
ULR	... účinnost svítidel do horního poloprostoru [%]

L_b	... povrchový jas fasád budov [cd/m^2]
L_s	... povrchový jas reklamních ploch [cd/m^2]
\bar{E}	... průměrná osvětlenost [lx]
U_0	... celková rovnoměrnost osvětlenosti [-]
E_{\min}	... minimální osvětlenost [lx]
D	... rozteč mezi kontrolními body v podélném směru [m]
S	... rozteč svítidel [m]
N	... počet kontrolních bodů v podélném směru nabývajících těchto hodnot [-]
d	... rozteč mezi body v příčném směru [m]
W_r	... šířka komunikace [m]
n	... počet kontrolních bodů v podélném směru, jejichž hodnota je větší [-]
E_{\max}	... maximální hodnota osvětlenosti [lx]
P	... příkon [W]
N_e	... cena elektrické energie [Kč/kWh]
P_c	... celkový instalovaný příkon OS [W]
T_e	... doba svícení za rok [h]
N_E	... náklady na spotřebovanou elektrickou energii [Kč]
T_s	... doba života svítidla [rok]
N_z	... cena světelného zdroje [Kč]
T_z	... doba života světelného zdroje [rok]
N_p	... cena předřadníku [Kč]
T_p	... doba života předřadníku [rok]
N_o	... cena údržby nebo opravy [Kč]
T_o	... předpokládaná doba údržby nebo opravy [rok]
I_o	... předpokládaný interval údržby nebo opravy [rok]
$N_{\dot{U}}$... náklady na údržbu [Kč]
N_{PR}	... provozní náklady [Kč]
CAD	... počítačem podporované projektování
N_d	... cena demontáže [Kč]
N_m	... cena montáže [Kč]
N_M	... cena materiálu [Kč]
N_s	... cena svítidla [Kč]
N_i	... investiční výdaje [Kč]

- N_{i7} ... investiční výdaje na světelný bod Zb7-1 [Kč]
 N_{i9} ... investiční výdaje na světelný bod Zb9-5 [Kč]
 n_A ... počet světelných bodů úseku A [-]
 N_{iA} ... investiční výdaje na jeden světelný bod úseku A [Kč]
 n_B ... počet světelných bodů úseku B [-]
 N_{iB} ... investiční výdaje na jeden světelný bod úseku B [Kč]

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na zhodnocení stávajícího stavu veřejného osvětlení ve vybrané lokalitě a následně na návrh možných variant rekonstrukce. S rostoucími cenami elektrické energie a tlakem společnosti na hospodárný a ekologický provoz všech elektrických spotřebičů rostou i požadavky na osvětlovací soustavy veřejného osvětlení. Jsou vyžadovány co nejnižší náklady na spotřebovanou elektrickou energii za předpokladu dodržení dostatečné úrovně osvětlení komunikace, předepsané normami. Nalezení vhodné kombinace těchto faktorů se neobejde bez kvalitního světelně technického návrhu.

1 Veřejné osvětlení

Veřejné osvětlení (VO) dnes neodmyslitelně patří ke standardu měst a obcí. Pojem veřejné osvětlení označuje osvětlení veškerých míst využívaných lidmi, jako jsou veřejné komunikace a veřejná prostranství. Jen stěží si lze představit, že lidé míří do práce či venčí své čtyřnohé mazlíčky v noci po tmě. VO slouží lidem k získání pocitu bezpečí a možnosti vykonávání úkonů, které by jinak byli, pouze při působení přirozeného světla hvězd a měsíce, velmi obtížné. Prodlužuje možnost vykonávat různé činnosti i během noci. Veřejné osvětlení má zásadní vliv na bezpečnost osob, majetku a dopravy a výrazně se podílí na veřejném pořádku. V posledních letech se také začalo nahlížet na veřejné osvětlení, jako na prvek umožňující zvýšit atraktivnost měst a obcí a to nejen v noci ale i ve dne. [2]

1.1 Základní názvosloví

Světelné místo – jsou označovány všechny nosné prvky (stožár, výložník atd.) na kterých je uchyceno svítidlo v prostoru.

Světelný zdroj – přeměňuje elektrickou energii na viditelné světelné záření.

Svítidlo – slouží k distribuci světla vyzařovaného světelným zdrojem do okolního prostoru. Svítidlo vymezuje oblast, kam je světlo soustředěno. Zajišťuje ochranu a napájení světelného zdroje včetně předřadného zařízení. Je vybaveno prvky k uchycení svítidla na stožár či výložník.

Světelný bod – označuje kombinaci světelného místa se svítidlem.

Osvětlovací soustava – zahrnuje všechny prvky nezbytné pro osvětlení komunikace. Osvětlovací soustavu tvoří svítidla, stožáry, výložníky, rozvaděče, napájecí elektrické vedení.

Osvětlovací stožár – je nosný prvek, který slouží k uchycení svítidla v libovolné výšce. Pro vyšší variabilitu umístění svítidla v prostoru může být vybaven o výložník.

Výložník – část, o kterou může být vybaven osvětlovací stožár. Slouží k překonání vzdálenosti mezi stožárem a osvětlovanou oblastí jeli tomu třeba. Výložník může být vícenamenný a nést více svítidel najednou.[19], [9]

1.2 Historický vývoj VO

Za první veřejné osvětlení jsou považovány louče a olejové lampy, které se objevovaly již ve starověkých městech. Na českém území sahá historie osvětlení do doby vlády císaře Rudolfa II., kdy byly poprvé osvětleny části Prahy. Roku 1723 bylo poprvé instalováno trvalé osvětlení tzv. Královské cesty pomocí 121 olejových luceren. Prvním milníkem ve vývoji VO je začátek 19. Století, kdy byly poprvé použity plynové lampy. V Praze byly použity plynové lampy roku 1847. Přelomovým rokem v oblasti osvětlení se stává rok 1879 a sestrojení vakuové žárovky Thomasem Alvou Edisonem. Tento rok se považuje za začátek éry elektrického osvětlení. [3]

1.3 Funkce veřejného osvětlení

Bezpečnost, orientace, estetika. Těmito třemi slovy by se dala zjednodušeně shrnout funkce, kterou by VO mělo vykonávat. Jak velký význam veřejné osvětlení má dokládají události ze 70. let, kdy v období energetické krize docházelo k vypínání VO po celé Evropě. Zaznamenaná úspora však zdaleka nedosahovala takových hodnot, jako náklady spojené s výší škod, ke kterým docházelo v období vypnutého VO. [4]

- **Bezpečnost:** Bezpečností se rozumí jak bezpečnost osob, tak i bezpečnost majetku. Vhodně provedené VO se výraznou měrou podílí na nižší nehodovosti. Studie International Commission on Illumination uvádí, že zlepšením VO lze dosáhnout 55% snížení střetu vozidel s chodci, s dalšími uživateli komunikací pak o 77%. U úrazů s následkem smrti se počet snížil na 55%, u vážných úrazů na 77% a úrazů s lehkým zraněním na 73%. Z pohledu kriminality je prospěšnost VO také prokázána. Např. v americkém Clevelandu po instalaci VO klesla zločinnost o 19% a ve francouzském Lyonu, kde byla míra kriminality sledována ve spojitosti mírou osvětlenosti a při osvětlenosti 5 lx klesla kriminalita na 41% a při osvětlenosti nad 15 lx dokonce na 8%. [5]
- **Orientace:** Jelikož člověk vnímá přibližně 80% informací zrakem, je světlo pro jeho orientaci v noci nezbytnou součástí. Vhodně provedená osvětlovací soustava výrazně usnadňuje orientaci v nočním prostředí. Bohužel může také dojít k opačnému efektu, kdy špatně navržená OS zhoršuje orientaci a optické vedení.

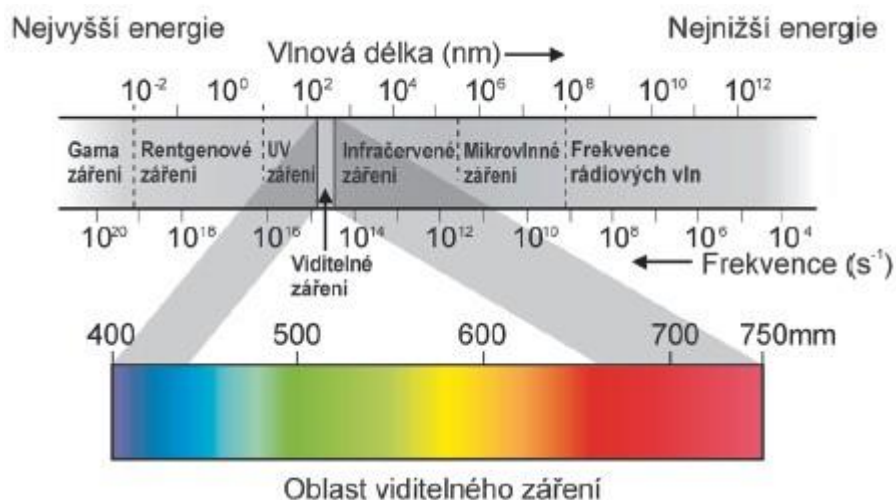
- **Estetika:** VO dnes již není posuzováno pouze z pohledu funkce zajištění bezpečnosti a orientace, ale nahlíží se i na jeho estetické funkce. Vhodné VO napomáhá ke zvýšení atraktivity města a tím podpory turistického ruchu. Nacházejí-li se ve městě architektonicky zajímavá místa (historické objekty, neobvyklé či zajímavé stavby) může vhodné nasvětlení zvýšit atraktivitu těchto míst. K návrhu osvětlení pozemních komunikací, přílehlých částí (chodníky, parkoviště), pěších zón, parků a architektonických objektů jsou v současnosti zváni architekti a designéři. Na estetiku VO je možné nahlížet nejen ze strany prvků osvětlovaných, ale také ze strany samostatných osvětlovacích soustav VO. Na výběr je široká škála různorodých svítidel lišících se tvarem, barvou či velikostí, aby vhodně zapadaly do rázu krajiny. [5]

1.4 Charakteristika uživatele

Pro návrh vhodných světelných podmínek a zajištění zrakové pohody je třeba znát alespoň základní vlastnosti zrakového orgánu a celkového procesu vidění.

1.4.1 Světelné záření

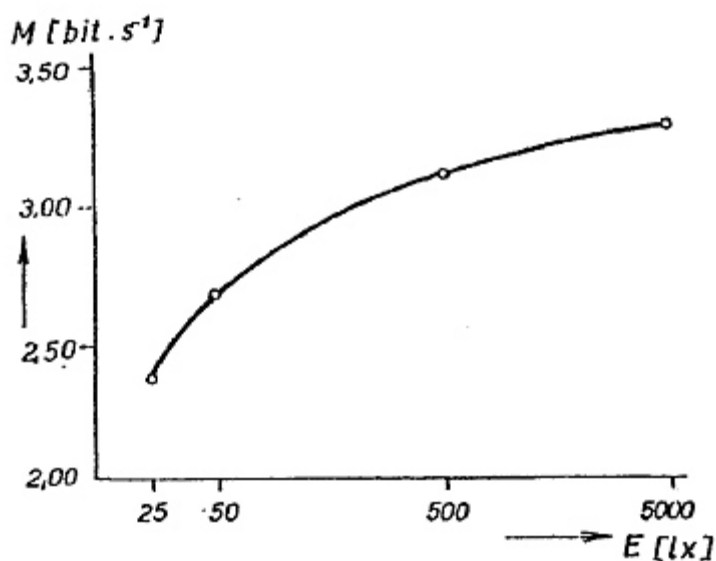
Světlo je elektromagnetické záření, které se šíří prostorem v podobě elektromagnetických vln či hmotných částic. Elektromagnetické záření definují frekvence nebo jeho vlnová délka λ . Pro oko člověka je viditelné elektromagnetické záření o vlnových délkách v rozsahu $\lambda=380-780\text{nm}$. Pod hranicí $\lambda=380\text{nm}$ se nachází záření ultrafialové a nad hranicí $\lambda=780\text{nm}$ záření infračervené. Viditelné záření má na člověka zásadní vliv a je pro něj nepostradatelné. Nejde pouze o to, že světlo člověku umožňuje získávat informace o vnějším prostředí, ale má zásadní vliv na jeho zdravý (řídí vnitřní hodiny člověka) a to jak z pohledu fyzického (bolest očí, bolest hlavy), tak i psychického (tvorba hormonu melatoninu a serotoninu, jenž je označován za hormon „štěstí“). Zdroje světla se dělí na přírodní a umělé. Mezi přírodní zdroje světla patří pro oko člověka nejpřirozenější zdroj světla Slunce. Umělé zdroje světla v oblasti VO jsou v současné době nejrozšířenější sodíkové výbojky, halogenidové výbojky a světelné diody. [9], [43]



Obr. 1.1: Spektrum elektromagnetického záření [30]

1.4.2 Vidění

Proces vidění je reakce zrakového orgánu na světelný stimul, kdy dochází k přijetí a převedení informace v nervové vzruchy pro možnost zpracování v mozku člověka. Přenos nervových vzruchů (informace) mezi mozkiem a zrakovým ústrojím probíhá za pomoci zrakového nervu. V mozku následně tyto nervové vzruchy vyvolají zrakový počitek a umožní poznávat, rozlišovat a identifikovat sledované předměty. Pomocí zraku vnímáme a následně zpracováváme většinu zachycených informací. Světlo se stává nositelem pro člověka potřebných informací a vhodně provedené osvětlení může ulehčit příjem a zpracování informací zrakem. [1], [43]



Obr. 1.2: Závislost množství přenesené informace na osvětlenosti [20]

1.4.3 Oko člověka

Oko obsahuje optickou soustavu a nervovou soustavu. Optická část se skládá z rohovky, přední komory, duhovky se zorničkou, sklivce a čočky. V této části oka dochází k první práci se zachyceným obrazem vnějšího okolí. Optická soustava předkládá sítnici převrácený, zmenšený a neskutečný obraz okolí. Nervová soustava obsahuje zrakový nerv a sítnici. Sítnice přijímá zaznamenaný obraz okolí a následně ho kóduje pro možnost přenosu zrakovým nervem. V sítnici, už ale také probíhá určitá selekce neužitečných informací. V sítnici se nacházejí zrakové neurony, mezi něž patří: fotoreceptory, bipolární buňky, gangliové buňky a těla nervových buněk vysílající své neurity z podkorových jader mozku do mozkové kůry.

Fotoreceptory jsou buňky citlivé na světlo. Patří mezi ně čípky, tyčinky a čidla cirkadiánní soustavy. Při vysokých hladinách osvětlenosti reagují čípky. Jsou tři druhy čípků. Liší se podle toho, na jakou barvu světla reagují (modré, žlutozelené a červené světlo). Čípků je v sítnici přibližně 6,5 milionu a při jasech vyšší $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ umožňují vidět barevně. Toto vidění se nazývá fotopické vidění. Při nízkých hladinách osvětlenosti a jasech menších $0,001 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ se uplatňují tyčinky. Tyčinky umožňují vidět za šera a za tmy. Toto vidění se nazývá skotopické vidění. Při hladinách jasu v oblasti od $0,001 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ do $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ se o vidění starají jak tyčinky, tak i čípky. Toto vidění se nazývá mezopické vidění. [1], [43]

Akomodace: při akomodaci oka dochází k zaostřování obrazu sledovaného předmětu. Oko může ostře zobrazit pouze předměty v určité vzdálenosti, neumí naráz ostřit na více předmětů nacházejících se v různých vzdálenostech. K akomodaci oka dochází spontánně vlivem nervové činnosti. [1], [22], [43]

Adaptace: oko se dokáže adaptovat na hladiny osvětlenosti v rozmezí od $0,25 \text{ lx}$ až do $10\,000 \text{ lx}$. Doba adaptace není konstantní a liší se podle toho, zdali se oko adaptuje z vyšší hladiny osvětlenosti na nižší hladinu osvětlenosti a naopak. Adaptace oka na vyšší hladiny osvětleností trvá přibližně 5-7 minut, kdežto adaptuje-li se oko na tmu, může mu to trvat až 40 minut. [1], [22], [43]

1.5 VO z pohledu zákonů a technických norem

Zákon č.128/2000 Sb., o obcích, §35 odst. 2 uvádí, že: „*Do samostatné působnosti obce patří zejména záležitosti uvedené v § 84, 85 a 102, s výjimkou vydávání nařízení obce. Obec v samostatné působnosti ve svém územním obvodu dále pečuje v souladu s místními předpoklady a s místními zvyklostmi o vytváření podmínek pro rozvoj sociální péče a pro uspokojování potřeb svých občanů. Jde především o uspokojování potřeby bydlení, ochrany a rozvoje zdraví, dopravy a spojů, potřeby informací, výchovy a vzdělávání, celkového kulturního rozvoje a ochrany veřejného pořádku.*“ [6] Jelikož VO má prokazatelný podíl na zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích a snížení zločinnosti, mají obce povinnost na svém území instalovat VO. Technické normy zabývající-se problematikou VO jsou normy:

- ČSN CEN/TR 13201-1 (36 0455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení
- ČSN EN 13201-2 (36 0455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky
- ČSN EN 13201-3 (36 0455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet
- ČSN EN 13201-4 (36 0455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření

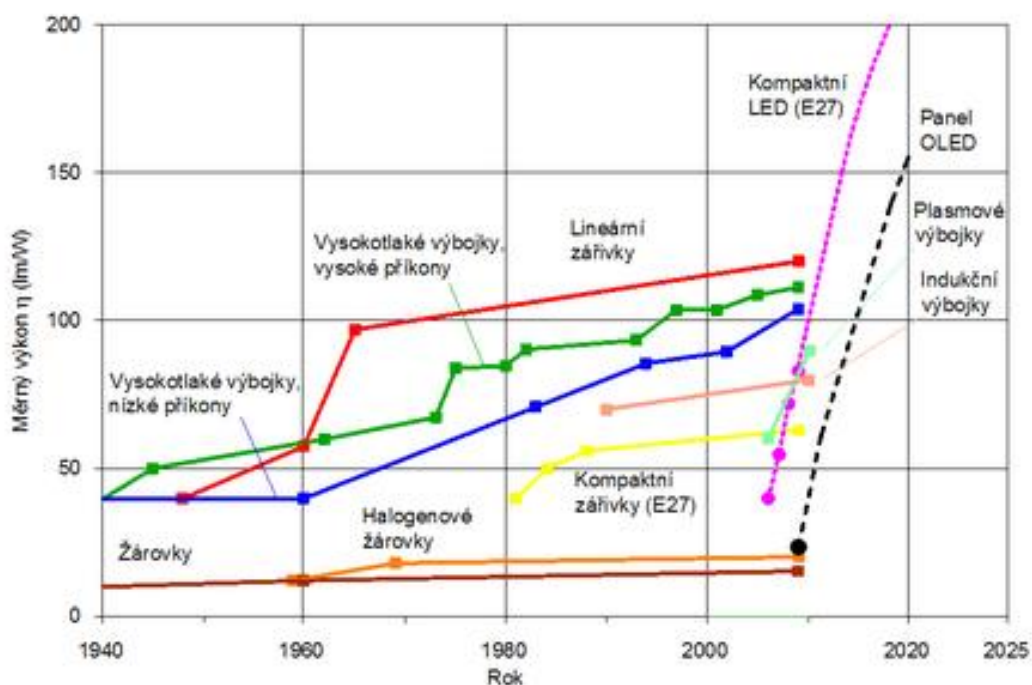
Tyto normy mají v zásadě doporučující charakter. To znamená, že projektant či realizační pracovník se jich držet může, ale také nemusí, což může mít za následek nevhodně provedené VO. Z pohledu VO je technicky a ekonomicky prakticky nemožné vytvořit světelnou atmosféru srovnatelnou s vnitřními prostory. Na druhou stranu se předpokládá, že se v prostředí osvětleném VO nebude vykonávat tak náročná zraková činnost a pobyt osoby je často mnohonásobně kratší než ve vnitřních prostorech. Na osvětlení pozemních komunikací se proto nahlíží odlišnými normami než na vnitřní prostory. [7],[8]

2 Prvky veřejného osvětlení

2.1 Světelné zdroje

Světelný zdroj je zařízení, jenž generuje světelný tok určitých parametrů. V oblasti VO se setkáváme pouze s určitou částí světelných zdrojů a to z důvodu specifických

požadavků na tyto světelné zdroje. Mezi tyto požadavky se řadí: dlouhá životnost, vysoký měrný výkon a rezistence vůči změnám teploty okolí. V současných soustavách VO se nachází výbojové zdroje či světelné diody. Výbojové zdroje se ve svítidlech vyskytují zatím stále častěji. V roce 2010 byl podíl vysokotlakých sodíkových výbojek v rámci světelných zdrojů používaných ve VO 89,4%. Nyní tento podíl klesá. U nově instalovaných osvětlovacích soustav VO začíná být podíl svítidel s LED diodami vyšší než s výbojovými světelnými zdroji. Nově instalovaná svítidla s výbojovými zdroji jsou nasazována převážně v místech, kdy je například rekonstruována pouze část úseku VO komunikace a nasazení svítidel s odlišnými světelnými zdroji, než je tomu ve zbylé části, by nebylo vhodné. [41]

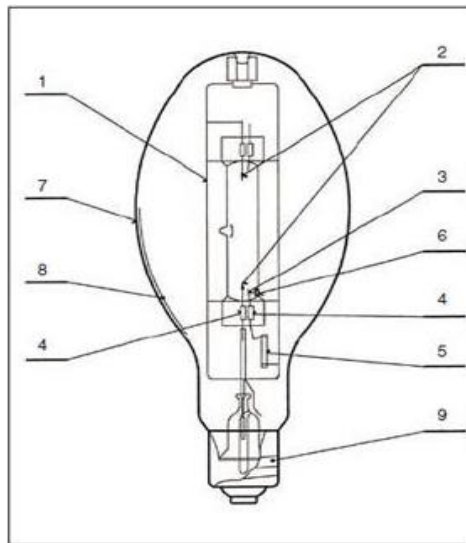


Obr. 2.1: Graf vývoje měrných výkonů η (lm/W) u běžně používaných světelných zdrojů pro všeobecné osvětlování [35]

2.1.1 Rtuťové výbojky

„Vysokotlaké rtuťové výbojky jsou světelné zdroje, v nichž hlavní část světla vzniká ve rtuťovém výboji při parciálním tlaku převyšujícím 100 kPa. Tato definice se vztahuje na výbojky s čirou vnější baňkou i s baňkou pokrytou luminoforem, v nichž část světla vzniká ve výboji a část ve vrstvě luminoforu vybuzeného ultrafialovým zářením výboje.“ [38] V soustavách VO se rtuťové výbojky vyskytují již zřídka a nalézají se pouze ve svítidlech, které jsou na hranici životnosti. V nově instalovaném osvětlení se rtuťové výbojky

nevyskytují. Mezi nevýhody, které zapříčinily konec těchto výbojek, patří: nízký měrný výkon, špatný index podání barev, nevhodnost stmívání a ekologie (obsahují rtuť).



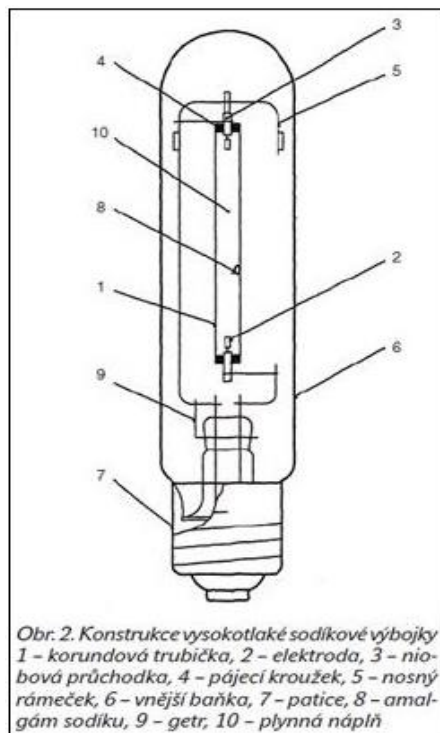
Obr. 2. Konstrukce vysokotlaké rtuťové výbojky
1 - nosný rámeček, 2 - hlavní elektrody, 3 - pomocná elektroda, 4 - molybdenová fólie, 5 - rezistor, 6 - rtuť, 7 - vnější baňka, 8 - vrstva luminoforu, 9 - patice



Obr. 2.2: Popis konstrukce (vlevo) [39] a ukázka rtuťové výbojky (vpravo) [vlastní foto]

2.1.2 Vysokotlaké sodíkové výbojky

„Vysokotlaké sodíkové výbojky jsou světelné zdroje, v nichž je světlo vyzařované hlavně sodíkovými parami s provozním parciálním tlakem v rozmezí 3 až 60 kPa.“ [38] U nízkotlakých sodíkových výbojek je dosaženo nejvyšší světelné účinnosti par sodíku kolem 1 Pa a při zvyšování tlaku sodíkových par ve výbojce dochází k poklesu jejich účinnosti. Nicméně při hodnotě 10kPa opět začíná světelná účinnost par sodíku výrazně stoupat. S nárůstem tlaku dochází ke značnému rozšíření spektrálních čar a je generováno částečně spojité či pásové spektrum. Dochází k rozšíření spektra, díky čemuž mají vysokotlaké sodíkové výbojky mnohem lepší podání barev než nízkotlaké. Pro zapálení výboje je nutné provozovat s vhodným zapalovacím zařízením a pro následnou stabilizaci proudu s vhodnou tlumivkou. Tyto dvě součásti v moderních instalacích jsou integrovány v elektronickém předřadníku. Vysokotlaké sodíkové výbojky jsou nejrozšířenějším světelným zdrojem instalovaným v soustavách VO po celé ČR. V historickém vývoji začali masivně nahrazovat rtuťové výbojky, ale v současné době se dostali do pozice, že v nově budovaných soustavách VO se vyskytují minimálně a jsou nahrazovány efektivnějšími zdroji světelného záření.[1], [15], [44]

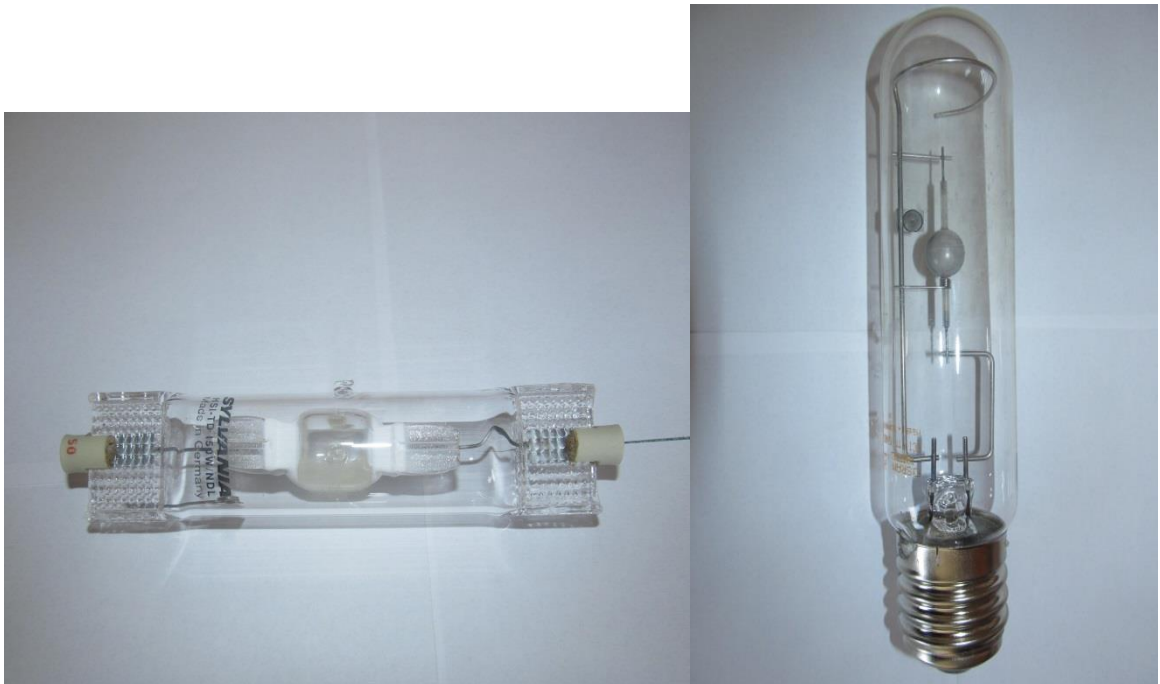


Obr. 2.3: Popis konstrukce (vlevo) [39] a ukázka vysokotlaké sodíkové výbojky (vpravo) [vlastní foto]

2.1.3 Halogenidové výbojky

„Halogenidové výbojky jsou vysokotlaké výbojky, jejichž světlo vzniká převážně zářením par kovů (např. rtuti), popř. vzácných plynů (např. xenonu) a produktů štěpení halogenidů.“ [38] Zjednodušeně lze říci, že se vyvinuly z rtuťových výbojek. Díky novým technologiím se halogenidové výbojky začaly velice výrazně prosazovat v segmentu VO, kde v současnosti mají srovnatelné zastoupení s výbojkami sodíkovými. Nové technologie umožnily injektovat mnohem větší škálu příměsí, podporující svícení, do výbojky. „Princip činnosti halogenidových výbojek lze se značným zjednodušením popsat takto: výboj se zapaluje vnějším zapalovacím zařízením, které zajišťuje vysokonapěťový impuls 1,8 až 5kV, podle příkonu výbojky. Výboj nejdříve probíhá v parách rtuti a v inertním plynu, u bezrtuťové výbojky v xenonu. S postupným nárůstem teploty se zvyšuje koncentrace halogenidů ve výboji. Teplotní režim výbojky se ustálí během asi 5 až 10 minut podle typu. Při pracovní teplotě hořáku se v oblasti s vysokou teplotou halogenidy štěpí na atomy halogenu a atomy příslušného kovu, které se vybudí a září. Současně se vytváří gradient koncentrace těchto atomů v radiálním směru, které následně difundují ke stěnám hořáku s nižší teplotou, kde se opět slučují na původní sloučeniny. Vzniká tak uzavřený cyklus, jehož existence je základním

a nezbytným předpokladem vytvoření účinného světelného zdroje s požadovaným spektrálním složením záření a dostatečně dlouhým životem“ [1], [16], [44]



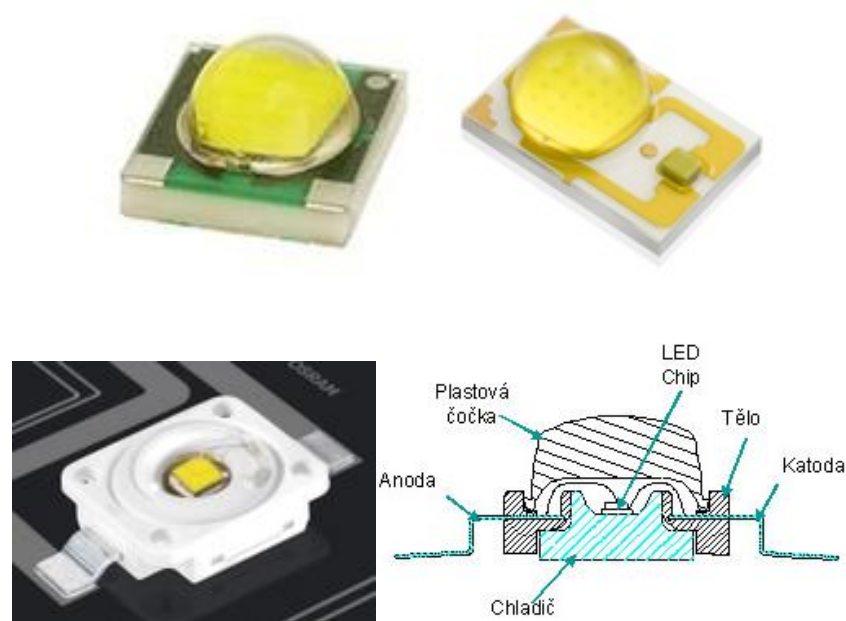
Obr. 2.4: Ukázka halogenidové výbojky dvoupatnicové (vlevo) a jednopaticové se závitem E40 [vlastní foto]

2.1.4 Světelné diody LED

„Světelné diody jsou polovodičové součástky obsahující přechod PN, který emituje optické záření, je-li buzen průchodem elektrického proudu“ [38] Princip svícení LED diody je vyzařování viditelného záření z rozhraní dvou polovodičů. V jednom z polovodičů vedou napětí záporně nabyté elektrony a v druhém z polovodičů to jsou kladně nabyté díry. Polovodič, v kterém vedou záporně nabyté elektrony je polovodič typu N a druhý polovodič je typu P. Přivede-li se elektrický proud na rozhraní těchto dvou polovodičů, z jedné strany se šíří elektrony a z druhé kladně nabyté díry. Na rozhraní se elektrony a díry potkají a elektron v podstatě spadne do díry a tím ztratí část své energie. Tato ztracená energie je vyzařena ve formě viditelného světla formou fotonu. Tento proces se nazývá elektroluminiscence, což je přímá přeměna elektrické energie na energii světlenou. První zkonstruovaná LED dioda vyzařovala světlo červené barvy, následovala barva zelená a až následně se povedlo dosáhnout modré barvy. Objevení LED diody vyzařující modré světlo mělo zásadní vliv na poli osvětlení LED diodami, jelikož se povedlo vyvinout LED diodu bílé barvy. Bílá barva se tvoří pomocí fotoluminiscence nebo aditivním mísením barev. Diody lze dle výkonu rozdělit

na: diody o malém výkonu ($I \leq 2\text{mA}$), standardní diody ($I \geq 20\text{mA}$) a tzv. high power diody ($I \geq 350\text{mA}$). LED diody se tlačí na výsluní z několika důvodů:

- Elektrické parametry: snadná regulace, spojování do série
- Geometrické parametry: variabilní uspořádání, jakékoliv požadované tvary
- Kolorimetrické parametry: široká paleta barev, LED bílé barvy
- Provozní parametry: dlouhá životnost, vysoká spolehlivost, široký rozsah teploty okolí, mechanicky odolná konstrukce
- Světelné parametry: plně stmívatelné, energeticky úsporné, vysoký měrný výkon, vysoký jas [1] [32]



Obr. 2.5: Příklady světelných diod 1 W, 350 mA; zleva: XP-G (Cree), Rebel ES (Philips Lumileds), Golden dragon (Osram) [35] a konstrukce Power LED[40]

2.1.5 Porovnání světelných zdrojů pro VO

Přehled základních parametrů vybraných světelných zdrojů je uveden na obr. 2.6.

Parametr		Světelný zdroj			
		Rtuťová výbojka	Vysokotlaká sodíková výbojka	Halogenidová výbojka	Světelná dioda
Obvyklé označení		HQL, RVE	HST, HSE	HIT, HIE	HP LED, COB LED
Příkon	P (W)	50–400	50–250	35–250	1–180
Světelný tok	Φ (lm)	1 900–22 000	4 000–33 000	4 700–25 000	100–18 000
Měrný výkon	η (lm/W)	37–57	75–130	80–100	100–150
Doba života, výpadek 10%	$t_{10\%}$ (h)	12 000	10 000–22 000	4 000–12 000	x*)
Doba života, výpadek 50%	$t_{50\%}$ (h)	16 000	25 000–35 000	11 000–21 000	x
Pokles Φ po 10 000 h	z_t (-)	0,8–0,99	0,8–0,95	0,55–0,80	0,95–0,99
Teplota chromatičnosti	T_c (K)	3 500–4 200	2 000	3000–4000	2 600–8 500
Barevný tón		neutrálně bílá	teple bílá	teple až neutrálně bílá	teple až chladně bílá
Index podání barev	R_a (-)	39–56	20–25	80–90	65–90

Obr. 2.6: Porovnání světelných zdrojů, vhodných pro veřejné osvětlení [31]

2.2 Svítidla

Samostatné světelné zdroje jsou v oblasti VO prakticky nepoužitelné. Proto jsou světelné zdroje umístovány do svítidel. Svítidla poskytují světelným zdrojům několik nezbytných vlastností, které jim zajistí možnost využití ve VO. Mezi stěžejní vlastnosti svítidel patří:

- směrování světelného toku patřičným směrem
- ochrana světelného zdroje před klimatickými podmínkami (déšť, vlhkost, vítr atd.)
- ochrana před mechanickým poškozením (vandalismus)
- mechanické upevnění v prostoru
- napájení elektrickou energií

2.2.1 Křivky svítivosti

Svítivost I je dána poměrem světelného toku k prostorovému úhlu. Udává velikost světelného toku ϕ , který se šíří prostorem o velikosti prostorového úhlu Ω . [43]

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega} \quad [cd, lm, sr] \quad (1)$$

Světelný tok ϕ

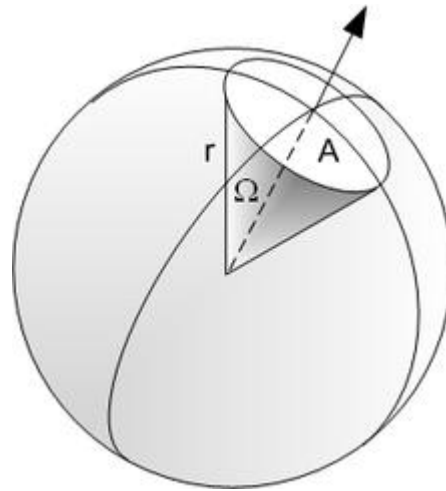
Odpovídá zářivému toku $\phi_e(\lambda)$ s ohledem na citlivost oka na jednotlivá světla barevného spektra. Přepočítání je nutné z důvodu, že například žárovka o celkovém vyzářeném výkonu 100 W nevyzařuje veškerý svůj výkon ve formě světelného záření, na které reaguje lidské oko. Pro přepočítání na zářivý tok se uvažuje se spektrální citlivostí lidského oka. [46]

$$\phi(\lambda) = K(\lambda) \cdot \phi_e(\lambda) \quad (lm; lm \cdot W^{-1}, W) \quad (2)$$

Prostorový úhel Ω

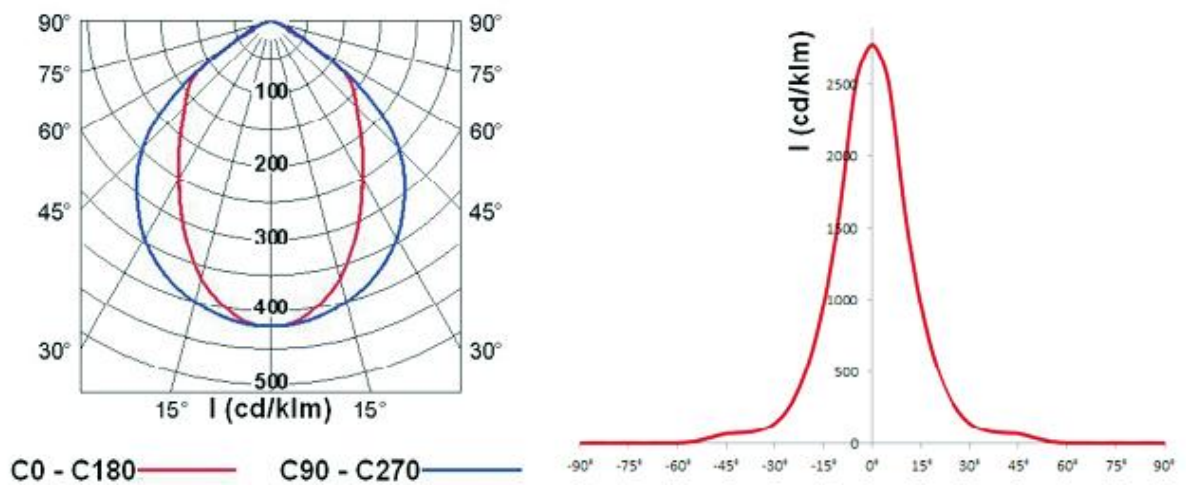
Velikost prostorového úhlu je dána velikostí plochy, která je vymezena obecnou kuželovou plochou na povrchu koule a jejíž střed je shodný s vrcholem uvažované kuželové plochy. [1]

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad (sr; m^2, m) \quad (3)$$

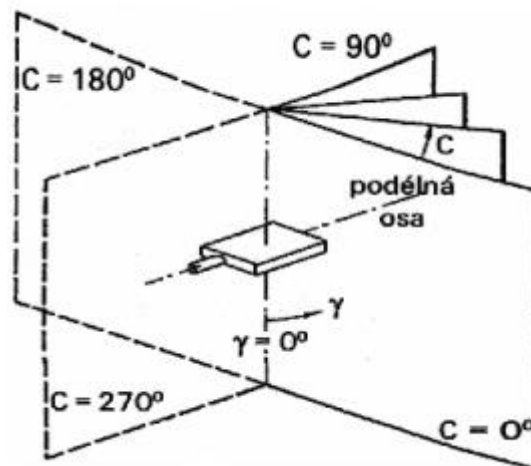


Obr. 2.7: Vymezení prostorového úhlu na kulové ploše

Při výběru svítidla je nejdůležitější informací o charakteru, jímž vyzařuje světlo. Vyzařování svítidla popisují fotometrické plochy svítivosti. Běžně jsou ale uváděny pouze řezy fotometrickou plochou svítivosti, které se nazývají křivky svítivosti (obr.2.8). Ty jsou získány z fotometrické plochy svítivosti díky soustavám fotometrických rovin, kde nejpoužívanější je soustava C- γ . Písmeno C označuje polorovinu a γ označuje úhel poloroviny C.



Obr.2.8: Křivky svítivosti v polárních a pravoúhlých souřadnicích[2]



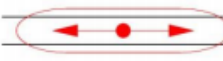
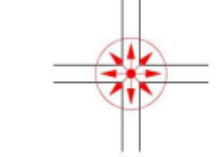
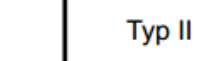
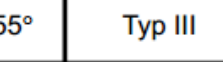
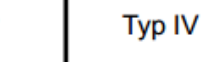
Obr. 2.9: Soustava fotometrických polorovin systému C- γ [9]

Pro hodnocení uličního svítidla je rozhodující tvar fotometrické plochy svítivosti v podélném a v příčném směru komunikace a ověření tvaru fotometrické plochy svítivosti nad směrem maximální svítivosti. Tvar fotometrické plochy svítivosti v podélném směru určuje vzdálenost mezi jednotlivými svítidly při zachování předepsané rovnoměrnosti osvětlení a dané výšce svítidla. Tvar fotometrické plochy svítivosti v příčném směru určuje, jak širokou pozemní komunikace je možné svítidlem dostatečně osvětlit při dané výšce svítidla. Ověření tvaru fotometrické plochy svítivosti nad směrem maximální svítivosti je důležité z pohledu možného oslnění uživatele komunikace. [11]

Tab. 2.1: Klasifikace uličních svítidel podle tvaru fotometrické plochy v podélném směru (C0-C180)[1]

podélný rozsah	úhel středu světelného svazku	
	klasifikace CIE	klasifikace IESNA
krátký	$\gamma < 60^\circ$	$45^\circ < \gamma \leq 66^\circ$
střední	$60^\circ \leq \gamma \leq 70^\circ$	$66^\circ < \gamma \leq 75^\circ$
dlouhý	$\gamma > 70^\circ$	$75^\circ < \gamma \leq 80^\circ$

Tab. 2.2: Klasifikace uličních svítidel podle tvaru fotometrické plochy v příčném směru (C90-C270)[1]

Křivka svítivosti	klasifikace CIE		klasifikace IESNA		
	příčný rozsah	úhel hranice svazku	typ rozložení	schéma	úhel hranice svazku
symetrická	-	-	Typ I		$\gamma \leq 45^\circ$
	-	-	Typ V		-
asymetrická	úzký	$\gamma < 45^\circ$	Typ II		$45^\circ < \gamma \leq 60^\circ$
	střední	$45^\circ \leq \gamma \leq 55^\circ$	Typ III		$60^\circ < \gamma \leq 70^\circ$
	široký	$\gamma > 55^\circ$	Typ IV		$70^\circ < \gamma \leq 80^\circ$

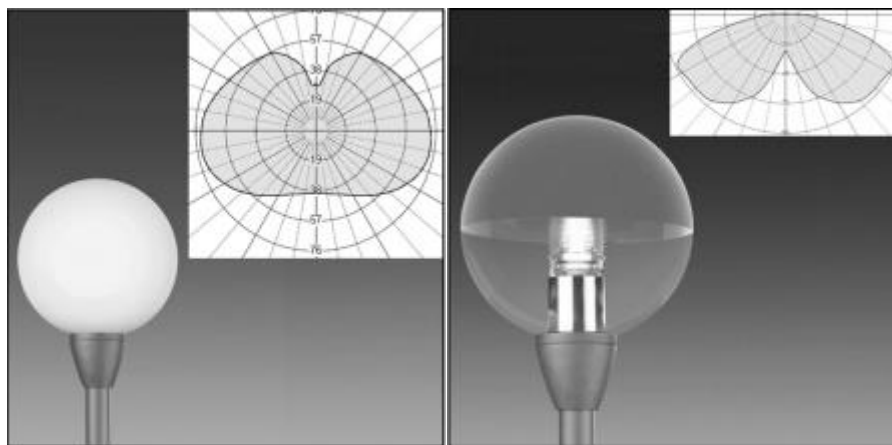
2.2.2 Účinnost a činitel využití

Účinnost svítidel je dána poměrem světelného toku svítidla ke světelnému toku světelných zdrojů, jak je uvedeno ve vztahu:

$$\eta_{sv} = \frac{\phi_{sv}}{\phi_z} \quad [-, lm, lm] \quad (4)$$

Z pohledu světelně technických parametrů je hlavním účelem svítidla zajistit směřování světla vyzařovaného světelným zdrojem patřičným směrem. Tím je dosaženo osvětlení požadovaných prostor a efektivní nakládání se světlem. Z tohoto důvodu jsou z pohledu svítidla důležité parametry účinnost a činitel využití. Je ale lichá představa porovnávat svítidla pouze podle účinnosti s jakou dokážou světlo vyzařovat. Účinnost svítidla pouze ukazuje, jak

dokáže svítidlo se světlem pracovat a kolik světla se vyzáří do okolí, ale nikoli už jaké množství z tohoto světla dopadá na plochu, jenž má být osvětlena. Může dojít k případu, že účinnost svítidla je velice dobrá, ale většina tohoto světla se dá označit za neužitečné. Názorným příkladem toho problému jsou svítidla s kulovým difuzorem. Účinnost svítidla na obr.2.10 vlevo dosahuje 79%, ale pouze 39,5% světelného toku je vyzářeno do dolního poloprostoru. Na druhé straně svítidlo na obr.2.10 vpravo, stejného tvaru jako na obr.2.10 vlevo, pouze doplněné o refraktor s napařenou clonou přímo na kulový difuzor s účinností 47% ale 45,1% vyzářovaného světelného toku do dolního poloprostoru. Na tomto příkladu je jasně vidět že hodnotit či porovnávat svítidla pouze dle jejich účinnosti nejde. Mnohem důležitějším parametrem je činitel využití, který říká kolik světla je z celkově vygenerovaného světla svítidlem opravdu využito. [5]



Obr. 2.10: Svítidlo „koule“ klasická (vlevo) a „koule“ s refraktorem doplněným clonou napařenou přímo na kulový difuzor (vpravo) [1]

2.2.3 Části svítidel

Hlavními částmi, ze kterých se skládají svítidla, jsou optická část pracující se světelným tokem, mechanická část zajišťující ochranu a upevnění a elektrická část zajišťující napájení světelného zdroje.

2.2.3.1 Reflektor

V reflektoru dochází k odražení světelného toku od stěn reflektoru do okolního prostředí. Reflektor se stará o optické usměrnění světla generovaného světelným zdrojem do požadovaného místa. Reflektor světlo směřuje do prostoru kam svítit má a kam naopak ne. Reflektory se dělí na zrcadlové, matové a difuzní. Ve svítidlech pro VO se výhradně užívají zrcadlové reflektory. Tyto reflektory se vyznačují vysokou účinností a přesným tvarem křivky

svítivosti podle požadavku. O kvalitě reflektoru vypovídá druh materiálu, z něž je vyroben, zpracování a pozice uvnitř svítidla vůči světelnému zdroji. Za nejvhodnější a nejkvalitnější materiál je v současnosti považován plátovaný hliník potažený mikroskopickou vrstvou hliníku s čistotou 99,9%. U takovýchto reflektorů dosahuje účinnost odrazu až 90%. Zpracování a vytvarování reflektoru má výrazný vliv na jeho účinnost. Jako ideální varianta tvaru je ta, kdy dochází pouze k jednomu odrazu světelných paprsků a ty následně opouštějí svítidlo. K čím více odrazům ve svítidle dochází, tím se snižuje jeho účinnost. [5]



Obr. 2.11: Příklad reflektoru a odrazů světla [33]

2.2.3.2 Difuzor

Difuzor je část svítidla, která je „hranicí“ mezi světelným zdrojem a osvětlovaným okolním prostředím. Světelný tok procházející přes difuzor je prostorově rozložen, což omezuje jas svítidel a upravuje tvar fotometrické plochy svítivosti. Difuzory se vyrábějí z opálového skla či z průsvitného plastu. Pro tyto materiály je typická vysoká úroveň prostupu světla. Bohužel každý difuzor snižuje účinnost svítidla. Jak je vidět na *obr. 2.12* difuzory se dělí na vypouklé a ploché. V případě vypouklého difuzoru dosahuje účinnost 80%, u mírně vypouklého difuzoru 78% a u plochého difuzoru přibližně 76%. Ačkoliv u vypouklých difuzorů je účinnost vyšší než u plochých difuzorů neznamena to nasazování pouze svítidel s vypouklým difuzorem. U svítidel s plochým difuzorem je dosaženo menší složky rušivého světla oproti svítidlu s vypouklým difuzorem a tak volba difuzoru závisí vždy na konkrétní situaci. Rozdíl mezi plochým a vypouklým difuzorem z pohledu rušivého světla je jasně vidět na pravé fotografii *obr. 4.6*. Vpravo ve spodní části fotografie se nachází svítidlo Visual IVF1 s plochým difuzorem, které z vrchního pohledu není prakticky vidět, jelikož vyznačuje většinu

světelného toku směrem ke komunikaci. Naopak je tomu u ostatních svítidel typu 444 23 16, které mají výrazně vypouklý difuzor a světelný tok je vyzařován do horního prostoru. [1] [5].



Obr. 2.12: Svítidlo s vypouklým (vlevo), mírně vypouklým (uprostřed) a plochým (vpravo) difuzorem [5]

2.2.3.3 Mechanické části

Mechanická část je tvořena nosnými prvky a částmi pro ochranu svítidla. Nosnou částí se rozumí konstrukce, jenž spojuje veškeré součásti svítidla (světelné zdroje, optické součásti, předřadná zařízení a konstrukci pro upevnění svítidla v prostoru) a vytváří tak z jednotlivých částí svítidlo jako celek. Mezi nejčastější materiály pro nosné konstrukce svítidel VO patří: litina, hliník a plast. U kvalitnějších konstrukcí se dnes používá převážně lity hliník, avšak plastové konstrukce jsou stále nejpoužívanějším materiálem při výrobě svítidel. Ochranou svítidla lze rozumět ochranu svítidla před jeho mechanickým poškozením nebo ochranu proti vniknutí prachu, vody a pevných cizích těles.

U svítidel ve veřejném osvětlení je nutné, aby splňovala určitý stupeň mechanické odolnosti. Přestože většina svítidel instalovaných v rámci veřejného osvětlení jsou umístěna na stožárech či místech pro člověka bez vybavení typu žebřík nedostupných, dochází k častým pokusům vandalů svítidlo setřást ze stožáru. Další příčinou proč je vyžadována jistá mechanická odolnost svítidel VO jsou neopatrní, neukáznění či nešikovní řidiči vozidel, kdy po nárazu do stožáru dochází výraznému otřesu svítidla. U svítidel umístěných na vysokých stožárech je zase možné sledovat vcelku výrazné rozkmitání stožáru společně se svítidlem z důvodu silného větru. Všechny tyto skutečnosti vedou k tomu, že svítidla pro VO musí mít minimální mechanickou odolnost IK04/IK05. Písmena IK označují mezinárodní mechanickou ochranu dle *tab. 2.3*. Tím je zaručeno, že po nárazu o energii 0.5-0,7J nesmí dojít k rozbití

světelného zdroje uvnitř svítidla, nesmí být narušeno krytí IP a nesmí dojít k nebezpečí úrazu elektrickým proudem. [18]

Tab. 2.3: Vztah mezi kódem IK a energií nárazu [17]

Kód IK	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Energie nárazu (J)	nechráněno	0,15	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

Mnohem důležitější z pohledu světelných parametrů je ochrana proti vniknutí prachu, vody a pevných cizích těles. Pro možnost rozlišení těchto vlastností svítidla, je zavedeno označení skládající se z písmen IP a dvojčíslím. První číslice, která může nabývat hodnot od 0 do 6, značí ochranu proti vniknutí prachu a pevných cizích těles. Druhé číslo označuje ochranu před vniknutím vody a může být v rozsahu od 0 do 8. Rozdílný stupeň krytí IP mohou mít optické části svítidel a část svítidla, kde je umístěno předřadné zařízení. Pro optické části svítidel je vyžadován vyšší stupeň krytí IP65 či IP66 oproti stupni krytí IP43 a IP44, který postačuje pro krytí částí svítidel, kde se nachází předřadná zařízení. Při nízkém stupni krytí IP dochází k rychlému znečištění optické části svítidla a tím nedosažení deklarované osvětlenosti či je nutné v návrhu s tímto faktem počítat a soustavu VO předimenzovat. Při použití svítidel s vysokým stupněm krytím IP je možné na stejném úseku navrhnout méně kusů či svítidla s nižším příkonem než by tomu bylo při použití svítidel s nižším stupněm krytí IP. Ve výsledku to znamená, že náklady na osvětlovací soustavu VO s levnějšími svítidly a nižším stupněm krytím IP jsou vyšší než použití dražších, ale kvalitnějších svítidel. [1], [5]




Tab. 2.4: Význam číslic stupně krytí IP

Ochrana proti vniku prachu a cizích částic		Ochrana před vnikem vody	
Číslice	Popis	Číslice	Popis
0	Bez ochrany proti vniku cizích těles	0	Bez ochrany proti vodě
1	Chráněno proto vniku těles > 50mm	1	Chráněno proti kapající vodě
2	Chráněno proto vniku těles > 12mm	2	Chráněno proti kapající vodě pod 15°
3	Chráněno proto vniku těles > 2,5mm	3	Chráněno proti dešti
4	Chráněno proto vniku těles > 1mm	4	Chráněno proti stříkající vodě
5	Chráněno proti prachu	5	Chráněno proti tryskající vodě
6	Prachotěsné	6	Chráněno proti tryskající vodě pod tlakem
		7	Chráněno proti účinnkům ponoření
		8	Chráněno proti trvalému ponoření

2.2.3.4 Elektrické části

Elektrická část svítidel zahrnuje propojení vnitřních elektrických částí svítidel. To musí být provedeno vhodným typem vodiče. Pro svítidla VO je vhodnější použít ohebné vodiče, které nejsou tolik náchylné na vibrace. Ty mohou být způsobeny povětrnostními podmínkami či otřesy od projíždějících vozidel. Při připojování svítidla ke zdroji elektrické energie je snaha o co nejsnazší montáž, proto by připojení mělo být rychlé, snadné a v neposlední řadě i bezpečné. U svítidel je tak připojení často provedeno konektorovým párem, kdy technik provede pouze prvotní zapojení napájecího kabelu a při následných zásazích do svítidla dochází k jeho automatickému odpojení od napájení. Z hlediska bezpečnosti je nezbytné veškeré části, které se mohou stát živými částmi připojit k ochrannému vodiči. Svítidlo musí být zatříděno do jedné ze tříd dle *tab.2.5*, aby splňovalo podmínky ochrany před úrazem elektrickým proudem. Uliční svítidla spadají do tříd ochrany I a II kdy třída ochrany I se používá u kovových svítidel a třída ochrany II se používá u celoplastových svítidel. Pro možnost napájení světelného zdroje musí být svítidlo vybaveno paticí, která zajišťuje mechanické upevnění světelného zdroje ve svítidle a napájí ho elektrickou energií z předřadného zařízení. Dále je ve svítidle umístěno předřadné zařízení, které zajišťuje správnou funkci světelného zdroje.

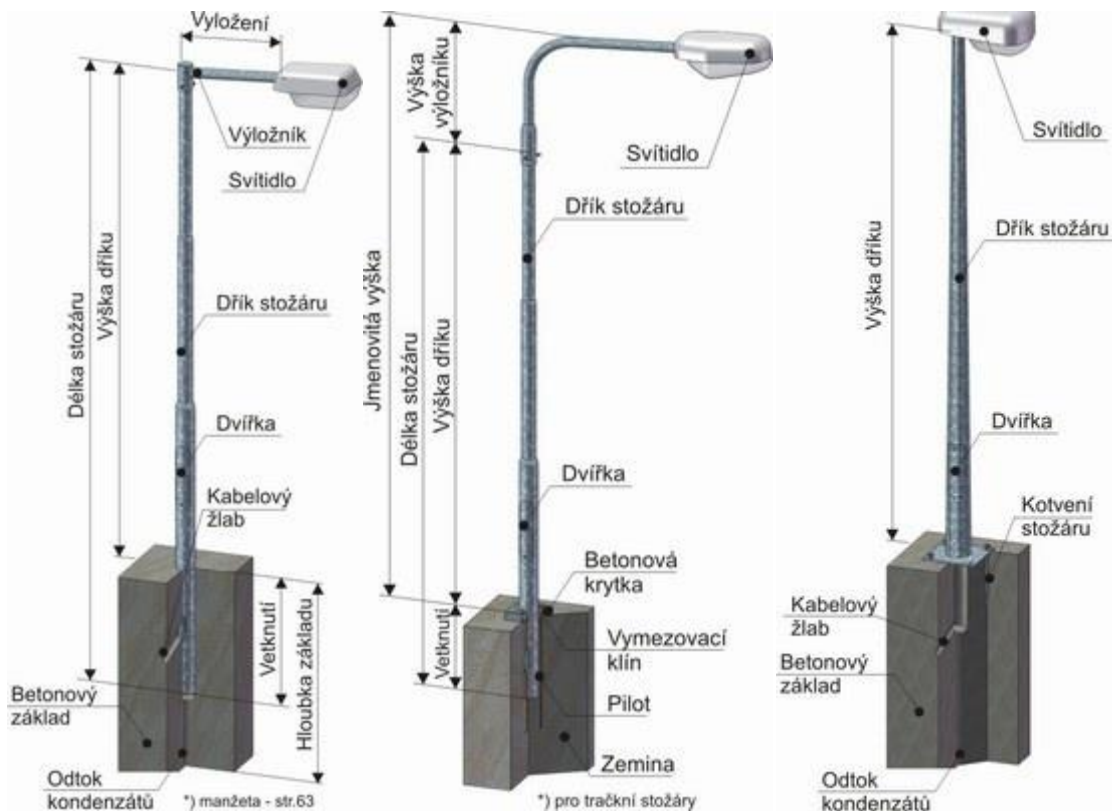
Tab. 2.5: Třídy ochrany svítidel[1]

Třída ochrany	Popis	Značka
0	základní izolace	X
I	základní izolace a svorka pro ochranný vodič	
II	dvojitá nebo zesílená izolace	
II	bezpečné malé napětí	

2.3 Osvětlovací stožáry

Svítidla VO jsou nejčastěji v prostoru upevněny na osvětlovacích stožárech určených výhradně pro svítidla. Svítidla bývají také umístěny na stožárech dřevěných, betonových a příhradových, jenž primárně slouží pro distribuční linky NN. Dnes již zcela výjimečně jsou svítidla připevněna na výložníku upevněného na budově poblíž ulice či zavěšena na závěsném laně. Nové osvětlovací stožáry jsou výhradně bezpaticové. V praxi se lze setkat s osvětlovacími stožáry trubkovými stupňovitými, kuželovými, jehlanovými a dekorativními.

Ty mohou být kotveny jako vetknuté nebo přírubové. Nové osvětlovací stožáry se nejčastěji vyrábějí z bezešvých nebo svařovaných ocelových trubek. Pro zvýšenou odolnost proti korozi se provádí pozinkování a v případě požadavku se provádí ještě vrchní nátěr. Nejnáchylnější místo stožáru na působení koroze je v místě vetknutí do základu. Z tohoto důvodu bývají stožáry v tomto místě zesílené, dvoustěnné či opatřeny plastovou manžetou. Pro možnost propojení kabelů je ve stožáru umístěn nosník pro uchycení svorkovnice. Svorkovnice slouží nejen k propojení kabelů, ale i k uchycení jisticího prvku svítidla. Jisticím prvkem je pojistka. [10] [18]



Obr. 2.13: Příklady osvětlovacích stožárů [10]

2.3.1 Uspořádání osvětlovací soustavy

Při osvětlování pozemních komunikací je snaha o ekonomičnost provozu při dodržení předepsaných parametrů. Z tohoto hlediska je nutné při výběru uspořádání osvětlovací soustavy pro pozemní komunikace zvážit několik faktorů. Mezi ně patří geometrie pozemní komunikace a jejího okolí. Zjednodušeně lze říci, že projektant se snaží dosáhnout co největších možných roztečí stožárů a tím dosáhnout co nejmenšího počtu svítidel a stožárů. Umístění stožárů výrazně ovlivňuje okolní zástavba a zeleň. V centru hustě zastavěného

města je projektant výrazně omezen s umístěním stožárů jak z pohledu roztečí, tak i vzdálenosti od vozovky. Při návrhu uspořádání osvětlovací soustavy se vychází z *tab.2.6*. To platí pro běžné případy, v atypických situacích dochází ke kombinacím uvedených uspořádání osvětlovacích soustav. Při umístění osvětlovacích stožárů do prostoru vychází z normy ČSN 736005/Z4 7/2003, která se zabývá prostorovým uspořádáním sítí technického vybavení. Ta říká, že stožáry pro osvětlení komunikací se umísťují do přidruženého prostoru typu nezpevněná krajnice. [1] [18]

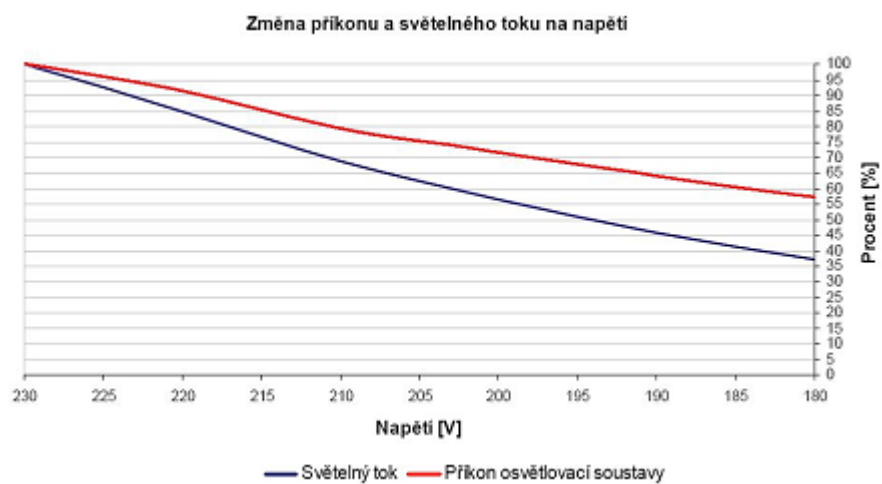
Tab. 2.6: Příklady uspořádání osvětlovací soustavy [19]

Druh soustavy a podmínka volby	Komunikace	
	Směrově nerozdělené	Směrově rozdělené
osová $b = h$		nepoužívá se
jednostranná $b = h$		s vnějšími řadami stožárů s vnitřními řadami stožárů
vystřídaná $b < 1,5 h$		
párová $b > 1,5 h$		

2.4 Zapínací místo

Zapínací místo slouží k napájení a spínání osvětlovací soustavy veřejného osvětlení. Je tvořeno elektrickým rozvaděčem, který obsahuje jistící, spínací a měřící prvky. Dále může obsahovat prvky pro regulaci osvětlení. Spínání osvětlení je poloautomatické či plně automatické. Za poloautomatické spínání se považuje spínání zajištěné mechanickými

spínacími hodinami. Při takto provedeném spínání musí správce osvětlovací soustavy VO v průběhu roku upravovat dobu zapnutí a vypnutí. Takovýto způsob je již zastaralý a vyskytuje se už jen ve starých soustavách. Moderní způsob spínání je dnes plně automatický. Lze ho provést dvěma způsoby. Tím prvním je použití čidla reagujícího na intenzitu denního osvětlení. Při použití čidla je problematické zabránit působení okolí na jeho správnou funkci. Tu může ovlivňovat osvětlení čidla okolním osvětlením či zanesení nečistotami. Druhým způsobem je použití astronomických hodin. Zapnutí a vypnutí probíhá s ohledem na východ a západ slunce dle vnitřních hodin. Výhodou tohoto způsobu oproti využití čidla je odolnost vůči okolním vlivům a možnost vypnutí a zapnutí VO kdykoliv během noci čímž je dosaženo úspory. Tento způsob úspor je vhodný pouze v oblastech, které jsou lidmi v období nočního klidu minimálně využívány (okrajové části měst a obcí). V ostatních případech, kde úplné vypnutí osvětlení během noci není možné, se využívá snížení světelného toku snížením napětí. Regulovat je možné centrálně nebo individuálně. Centrálně regulace mění napětí napájecí sítě, čímž dochází ke změně světelného toku všech svítidel najednou. Tohoto způsobu regulace se využívá u již instalovaných svítidel s elektromagnetickými předřadníky. Problematické je, že u starých soustav může ve vzdálených místech od regulačního zařízení dojít k příliš výraznému poklesu napětí, což způsobí zhasnutí výbojového zdroje. Jelikož dochází ke změně parametrů, pro které byla osvětlovací soustava (svítidla) schválena neměl by být tento způsob regulace vůbec provozován. To neplatí pro regulaci individuální, kde regulační prvek je součástí homologovaného svítidla a tento způsob regulace je možný. Rozdílná je míra regulace pro sodíkové výbojky a světelné diody. U sodíkových výbojek je lze regulovat pouze v rozsahu od 100% do 60% příkonu, kdežto u světelných diod je možná regulace od 100% do 0% příkonu. Nicméně v praxi ve většině případů nedochází k regulaci pod 70%, čímž se výhoda světelných diod smazává. Přestože pokles světelného toku je výraznější než pokles příkonu (pokles světelného toku o 70% při poklesu příkonu o 50%) lze využitím regulace dosáhnout významných úspor.



Obr. 2.14: Graf závislosti světelného toku na elektrickém příkonu [5]



Obr. 2.15: Zapínací místo Zb9 (vlevo) a Zb7 (vpravo) [vlastní foto]

2.5 Předřadná zařízení pro světelné zdroje

„Předřadné zařízení je elektrické zařízení, zapojené mezi napájením a jednou nebo několika výbojkami a omezující jejich proud na požadovanou hodnotu“ [38]. Je nedílnou součástí. Předřadné zařízení neboli také předřadník zajišťuje stabilní a řádný chod světelného zdroje. Předřadník představuje důležitou součást osvětlovacího bodu, který výrazně ovlivňuje dobu života světelného zdroje, hospodárnost a možnost měnit světelné parametry světelného zdroje během provozu.

Předřadné zařízení zajišťuje:

- Předepsaný proud, napětí a kmitočet pro světelný zdroj
- Zapálení výboje ve výbojovém zdroji
- Řízení zahoření výboje
- Stabilní provoz výbojky
- Kompenzace jalového výkonu
- Zvýšení účinníku
- Omezení radiového rušení
- Zamezení míhání světelného toku [1]

2.5.1 Elektromagnetické předřadníky

Elektromagnetické předřadníky jsou z pohledu historického vývoje staršími oproti elektronickým předřadníkům. Elektromagnetické předřadníky pracují na síťové frekvenci (50 Hz). Jako předřadné prvky jsou zde využívány rezistory, tlumivky či kondenzátory.

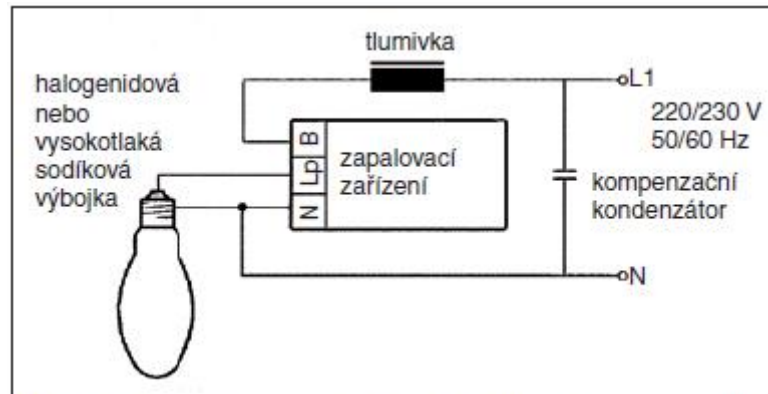
Při použití rezistoru pro omezení proudu dochází v sítích se střídavým napětím k výrazným ztrátám energie a prodlevám dodávek proudu do světelného zdroje což znamená blikání světelného zdroje. Z tohoto důvodu jsou rezistory v podstatě nepoužitelné.

Problémy nastávají i při použití samostatného kondenzátoru pro stabilizaci, který neomezí maximální hodnoty proudu a po těchto proudových rázech následuje období bez proudu.

Nejvhodnějším prvkem pro předřadná zařízení je tlumivka, u níž nedochází k přerušení světelného toku díky fázovému posunu mezi napětím a proudem, čímž je zajištěna nepřetržitá dodávka proudu do světelného zdroje.

Pro vysokotlaké výbojové zdroje jako jsou vysokotlaká rtuťová výbojka, vysokotlaká sodíková výbojka a halogenidová výbojka je konstrukce předřadného zařízení podobná.

Rozdíl mezi předřadníkem vysokotlaké rtuťové výbojky oproti předřadníku halogenidové a vysokotlaké sodíkové výbojky je v tom, že vysokotlaká rtuťová výbojka nepotřebuje speciální přídavné zapalovací zařízení. [1]



Obr. 2.16: Blokové schéma zapojení elektromagnetického předřadníku [1]

2.5.2 Zapalovače pro výbojové zdroje

Zapalovačem se rozumí zařízení, které generuje impulsní napětí, díky němuž dojde k zápalu výboje ve výbojovém zdroji. Po zapálení výboje je výbojovým zdroji zapalovač přestává generovat impulsní napětí a neovlivňuje další zařízení. Velikost zapalovacího impulsního napětí pro vysokotlaké halogenidové a sodíkové výbojky se pohybuje v rozsahu od 0,8 až do 5 kV. Z důvodu takto vysokých napěťových impulsů je důležité volit vhodné vodiče. Zapalovače se vyrábějí v několika výkonových řadách pro širší rozsah výkonových řad výbojek. Jak je vidět na obr. 2.17, zapalovač slouží pro výkonovou řadu výbojek od 35-70W. [1] [13]



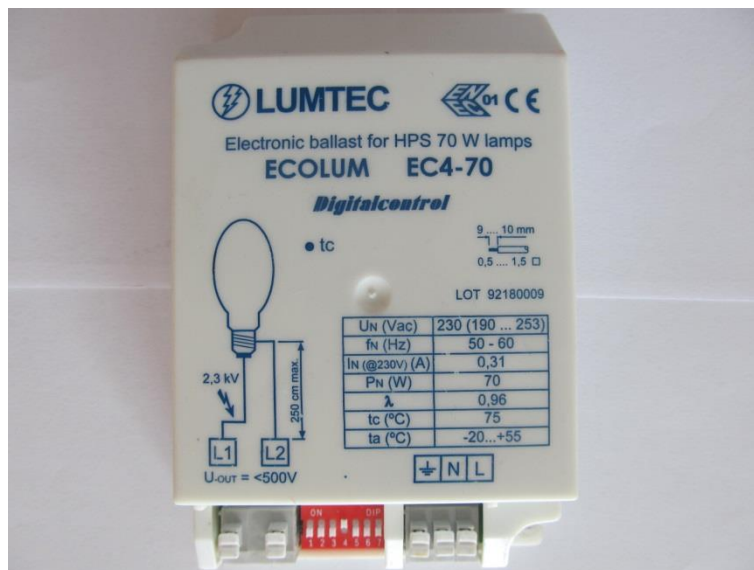
Obr. 2.17: Zapalovač LUMTEC [vlastní foto]

2.5.3 Elektronické předřadníky

Funkce elektronických předřadníků lze nejlépe popsat dle základních funkčních bloků. Napájecí napětí z rozvodné sítě je přivedeno na blok filtrů, který omezí harmonické zkreslení, zapínací proud a také působí jako filtr opačným směrem a zabraňuje v pronikání nežádoucích vlivů zpět do napájecí sítě. Takto vyfiltrované napájecí napětí je usměrněno za pomoci diod v zapojení Graetzova můstku. Impulsní stejnosměrné napětí vycházející z usměrňovače je přivedeno do zásobníku energie tvořeného elektrolytickým kondenzátorem, jenž poskytuje energii pro střídač. Ten se skládá z dvojice tranzistorů a to buď MOSFET nebo IGBT. Střídač mění zpět napětí na střídavé o frekvencích 30 až 100kHz.

Před tím než je napětí přivedeno na světelný zdroj musí projít přes přizpůsobovací člen, jenž je pro různé typy světelných zdrojů odlišný. Pro výbojové zdroje je přizpůsobovací člen obdobný jako elektromagnetické předřadné zařízení. Je tvořen tlumivkou a zapalovačem. Hlavní rozdíl tlumivek použitých u elektromagnetických předřadníků a tlumivek u elektronických předřadníků je v rozměrech. Tlumivky elektronických předřadníků jsou několikanásobně menší. Toho se dosáhne vysokou frekvencí, které zaručí stejnou reaktanci tlumivky za podstatně nižší indukčnosti tlumivky.

Elektronické předřadníky mají ale i řadu dalších výhod, mezi něž patří možnost stmívání, vzdáleného přístupu do předřadníků a tím možnost řízení, nižší hmotnost, vyšší účinnost. [14] , [1]



Obr. 2.18: Elektronický předřadník LUMTEC [vlastní foto]

2.5.4 Předřadníky pro světlené diody

Ve svítidlech určených pro osvětlování pozemních komunikací s LED diodami jako světlenými zdroji, se používají výkonové LED. Pro jejich napájení je nejvýhodnější použít zdroj proudu. Výstupem zdroje proudu je přesně definovaný výstupní proud. Výstupní proudy proudových zdrojů jsou nejčastěji 350 mA, 500mA, 700mA a 1000mA

2.6 Udržovací činitel

U jakékoliv osvětlovací soustavy dochází od momentu instalace ke snižování světelného toku. Osvětlovaný prostor se tak stává méně osvětlený oproti původní plánované hodnotě. Příčiny poklesu osvětlenosti prostoru lze rozdělit na nevratné činitele a vratné činitele.

U nevratných činitelů (též nazývaných jako nevratných ztrát) jak už název napovídá, nelze tyto činitele po instalaci osvětlovací soustavy nikterak výrazně ovlivnit. Tyto ztráty jsou dány přirozenou degradací materiálů, teplotou okolí a teplotou generovanou teplotně činnými částmi svítidel a parametrech napájecího napětí. Nicméně nevratné ztráty mají pouze minimální podíl na poklesu světelného toku a tak nemá význam se omezením těchto ztrát nějak více zabývat.

Rozdílné to je u vratných činitelů (vratných ztrát). Tyto ztráty mají více jak 90% podíl na poklesu osvětlenosti avšak během provozu osvětlovací soustavy lze výrazně vrátné ztráty ovlivnit a tím zpomalit proces poklesu osvětlenosti. U soustav uličního osvětlení se uvažují

dva činitelé, kteří definují udržovací činitel a tím popisují, k jakému velkému poklesu světelného toku dojde.

Tím prvním je činitel stárnutí světelného zdroje (LLMF). Činitel stárnutí světelného zdroje je poměr světelného toku vyzařovaného světelným zdrojem po „odsvícení“ určitého času v provozních podmínkách ke světelnému toku na začátku uvedení do provozu. U výbojových zdrojů závisí pokles světelného toku na tom, zdali je použit elektromagnetický či elektronický předřadník. Při použití elektronického předřadníků je pokles světelného toku menší. U LED diod je míra poklesu dána provozní teplotou, z tohoto důvodu je otázka správného chlazení svítidel s LED velice důležitá.

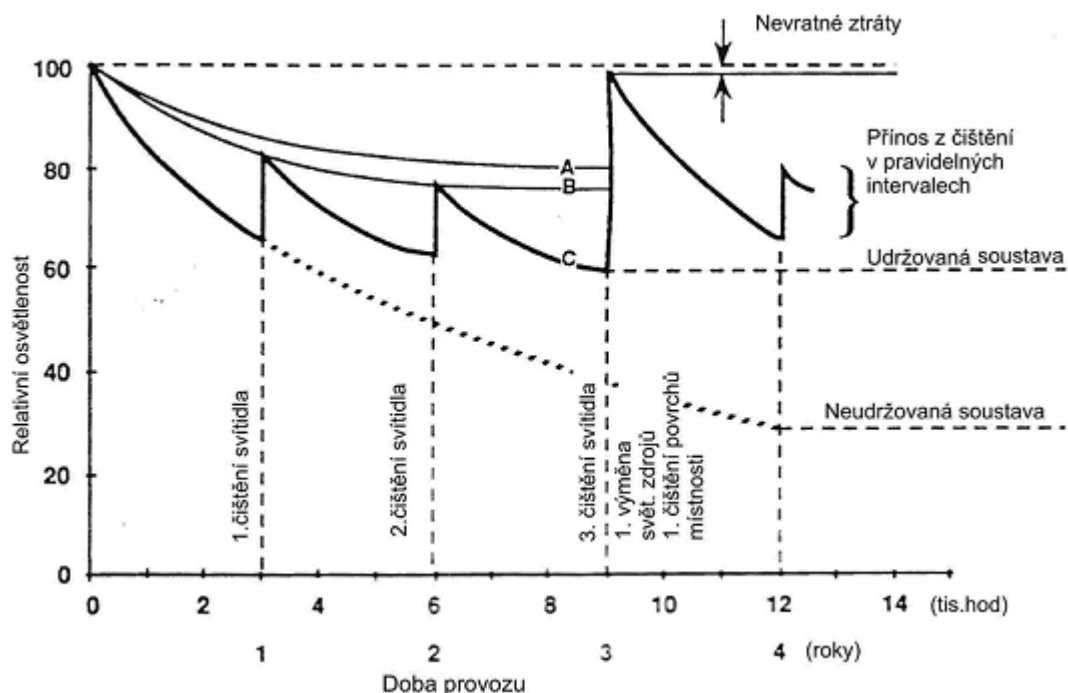
Druhým činitelem je udržovací činitel svítidla (LMF). Tento činitel zahrnuje snížení světelného toku způsobené nečistotami a prachovými částmi, které se usazují na světelných zdrojích a optických částech svítidel a zabraňují dostatečnému pronikání světelného toku do okolního prostoru, potažmo snižují odrazivost povrchů svítidel. Do jaké míry dochází k takovému znečištění svítidel a světelných zdrojů je dáno krytím IP svítidla, materiálu a teplotě na povrchu svítidla a na množství a typu nečistot vyskytujících se ve vzduchu v okolí svítidla.

Udržovacím činitelem (MF) se určí dle vzorce:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RSMF \quad [-; -, -, -] \quad (5)$$

kde při použití ve venkovních osvětlovacích soustavách jsou činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů (LSF) a udržovací činitel povrchů (RSMF) jsou rovny jedné.

Při projektování osvětlovací soustavy veřejného osvětlení, musí projektant vždy brát v úvahu udržovací činitel (MF). Nebylo by tomu, navrhovaná osvětlovací soustava by zajistila dostatečné osvětlení pozemní komunikace, které by vyhovovalo normám pouze v počátku svého života. Velikost udržovacího činitele se pohybuje v rozmezí od 0 do 1 a jeho převrácená hodnota podává informaci o výši násobku, kterým je nutné předimenzovat osvětlovací soustavu při návrhu, aby v průběhu provozu nedošlo k poklesu osvětlenosti na komunikaci pod hodnoty normou stanovené [1], [21]



Obr. 2.19: Změny osvětlenosti v průběhu doby provozu [21]

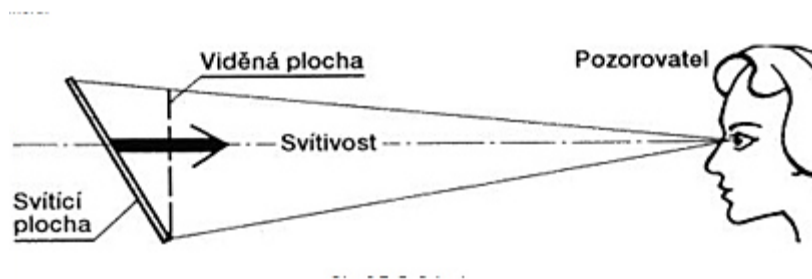
3 Světelné parametry veřejného osvětlení

Jedná-li se o komunikaci pro motorovou dopravu pak dle normy ČSN je každé komunikaci přidělena třída osvětlenosti M, jenž má tato komunikace splňovat. Třídy osvětlení udávají požadované parametry pro jednotlivé typy komunikací. Mezi tyto parametry patří:

3.1 Jas

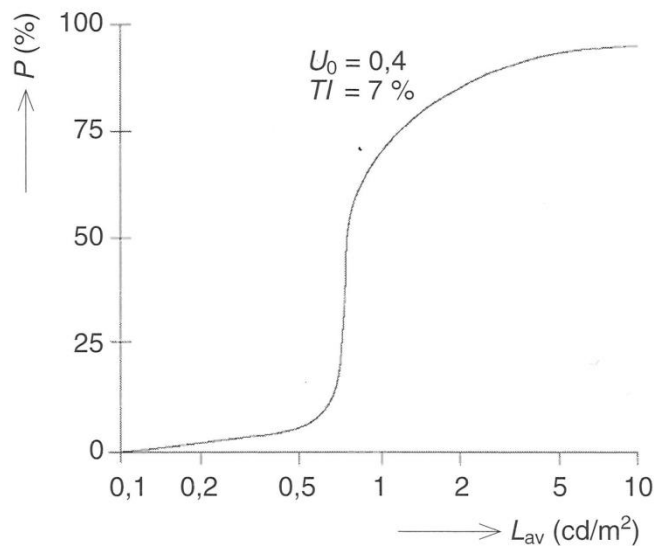
„Jas je měřítkem pro vjem světlosti průmětu svítícího nebo osvětlovaného povrchu v pozorovaném směru“ [9]. Velikost jasu je dána plošnou a prostorovou hustotou světelného toku, který je přenášen paprsky [1]:

$$L = \frac{d^2 \phi}{d\Omega \cdot dA} \quad [cd \cdot m^{-2}; lm, sr, m^2] \quad (6)$$



Obr.3.1: Definice jasu [20]

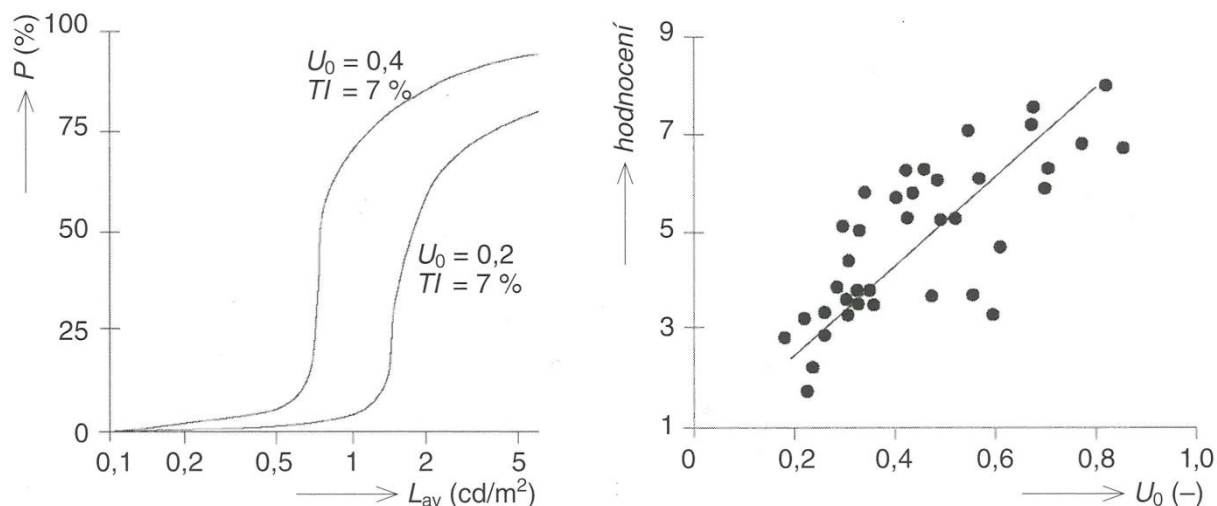
Jas patří mezi nejdůležitější parametry pro hodnocení kvality osvětlení pro komunikace s motorovou dopravou. Jas nejvíce ovlivňuje činnost zrakového orgánů řidičů. Dle velikosti jasu komunikace dokáže řidič rozlišovat odlišné kontrasty překážek a vhodně reagovat na situaci. [1]



Obr. 3.2: Závislost zrakového výkonu řidiče P na průměrném jasu povrchu komunikace L_{av} [1]

3.2 Rovnoměrnost jasu

Rozlišuje se celková rovnoměrnost jasu a podélná rovnoměrnost jasu. Celková rovnoměrnost označována jako U_0 je poměr průměrné a minimální hodnoty jasu povrchu komunikace. Podélná rovnoměrnost jasu značící se U_I je poměr minimální a maximální hodnoty jasu povrchu komunikace v podélné rovnoběžné ose ke komunikaci v místě pozorovatele. Nejedná-li se o frekventovaná místa nebo dlouhé úseky pozemních komunikací lze rovnoměrnost jasu hodnotit pouze pomocí U_0 . [1]



Obr. 3.3: Vliv rovnoměrnosti U_0 na zrakový výkon řidiče P (vlevo) a vliv podélné rovnoměrnosti U_1 na zrakovou pohodu řidiče (vpravo)[1]

3.3 Oslnění

Oslnění má přímý vliv na zrakový výkon řidiče. Při oslnění dochází k narušení zrakové pohody či dokonce ke znemožnění vidění. Je to dáno vysokým jasem nebo značnými rozdíly jasů v zorném poli oka pozorovatele. Na sítnici dopadá mnohem vyšší jas, na který se oko nedokáže adaptovat. Tento stav lze popsat závojevým jasem, jehož velikost je dána úhlem, pod kterým jsou svítidla vidět a velikostí osvětlenosti v úrovni očí pozorovatele. Pro hodnocení oslnění u pozemních komunikací je využito tzv. prahového přírůstku TI (%). Omezení oslnění je možné dosáhnout snížením jasu svítidel, natočením či úpravou optické části svítidla nebo dosažením zvýšeného jasu v pozadí. [1]

3.4 Osvětlení okolí

Osvětlení okolí komunikace je důležité zajistit hlavně v místech, kde se mohou na komunikaci vyskytnout překážky vystupující z neosvětleného prostoru podél komunikace. Takováto překážka je pro řidiče těžko pozorovatelná, neboť řidič jí vnímá proti tmavému neosvětlenému prostředí. Typickým příkladem může být komunikace vedoucí v místech s častým výskytem osob. Je tedy nutné zajistit osvětlení okolí komunikace, které zlepší vnímání obrysů objektů a řidiči umožní lépe reagovat na možnou překážku. Pro hodnocení osvětlení okolí je zavedeno značení SR . [1]

3.5 Optické vedení

Pohybuje-li se vozidlo na komunikaci, jenž není vybavena soustavou veřejného osvětlení, je řidič při vedení vozidla odkázán pouze na světlo vystupující ze světlometů vozidla. V místech nepřehledných, častých zatáčkách, křižovatkách či na komunikaci bez vodících čar může být taková situace pro řidiče nepřehledná a optické vedení je značně omezeno. Pro zlepšení optického vedení řidičů je možné využít vhodně umístěnou osvětlovací soustavu veřejného osvětlení. Mezi vhodně umístěnou osvětlovací soustavu patří např.: pro zatáčky svítidla umístěná na vnějším oblouku zatáčky či pro křižovatky použití svítidel s odlišnou teplotou chromatičnosti. Nicméně špatně uspořádaná osvětlovací soustava VO může v některých případech být více nebezpečná než komunikace neosvětlená. [1]

3.6 Osvětlenost

Osvětlenost jindy také nazývána intenzita osvětlení je dána poměrem plošné hustoty světelného toku k ploše, na kterou světelný tok dopadá:

$$E = \frac{d\phi}{dA} \quad [lx; lm, m^2] \quad (7)$$

Osvětlenost je hlavním ukazatelem při hodnocení kvality umělého osvětlení pro komunikace využívané výhradně chodci. Pro tyto komunikace se volí hodnoty osvětlenosti z řady: 2 – 3 – 5 – 7,5 – 10 – 15 – 20 – 30 – 50 lx. Hodnotí se jak horizontální osvětlenost, tak i vertikální osvětlenost důležitá pro rozeznávání osob. [1]

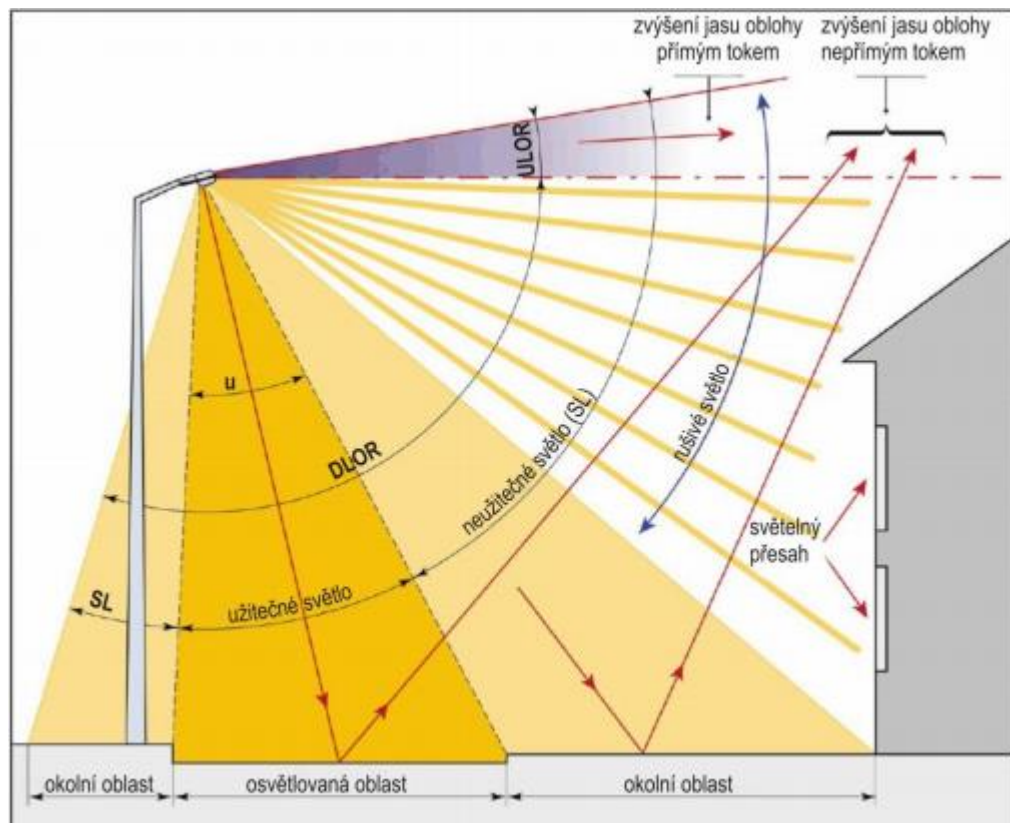
3.7 Barevné vlastnosti světla

Barevné vlastnosti světla jsou určeny indexem podání barev R_a jenž nabývá hodnot 0 až 100. Charakterizuje kvalitu vjemu barev pozorovaného předmětu pod určitým světelným zdrojem v porovnání s nasvícením od smluvního světelného zdroje (etalonu). V pěších zónách a centrech měst je vhodné užít světelných zdrojů s vyšším R_a . [1]

3.8 Omezení rušivého světla

Rušivé světlo je veškeré světlo, které nedopadá do osvětlované oblasti a její přilehlé oblasti, jak je možné vidět na *obr. 3.4*. Rušivé účinky venkovního osvětlení mají dopad na místní obyvatele, uživatele pozemních komunikací, astronomická pozorování a narušují noční

atmosféru měst a obcí. Rušivé světlo je často nazýváno jako „světelné znečištění“. Tohoto označení se chytili převážně aktivisté, kteří přinášejí různé katastrofické scénáře o znečištění způsobené světlem. Jenže po světle nezůstane obloha, fasády, a další věci znečištěné a oko člověka či zvířat po kontaktu se světlem také nezůstane znečištěné. Z těchto důvodů je označení „světelné znečištění“ milné a může být matoucí. Světlo ruší a ne znečišťuje, proto rušivé světlo. [1]



Obr. 3.4: Rušivé světlo

Rušivé účinky venkovního osvětlení v obytných oblastech působí na místní obyvatele z pohledu jejich domovů. Dochází k rušení obyvatel jak při užívání jejich domovů (míst ke spaní), tak při pohledu do okolní krajiny. V prvním případě dochází k pronikání světla přes prosklené části fasády do jejich domů a bytů. To je kontrolováno na úrovni fasády svislou osvětleností E_v . V druhém případě, při pohledu z okna může obyvatelům v jejich zorném poli vadit příliš jasné části svítidel. V tomto případě je nutná kontrola svítivosti svítidel v daných směrech I_v . U uživatele pozemních komunikací dochází vlivem rušivého osvětlení k oslnění od svítidel. Aby tomu tak nebylo, je třeba dodržet maximální možný prahový přírůstek TI. Jednou ze skupin, která poukazuje na rušivé světlo, jsou astronomové a pozorovatelé oblohy. Z tohoto důvodu, je snaha používat svítidla, která vyzařují většinu světelného toku do dolního

poloprostoru a pouze minimum je vyzářeno do horního poloprostoru. Pro kontrolu tohoto rušivého vlivu je zavedena účinnost svítidel do horního poloprostoru ULR. Při osvětlování památek, architektonicky zajímavým budov či při osvětlování reklamních ploch dochází často ke vzniku rušivého světla, proto je nutná kontrola povrchového jasu fasád budov L_b a reklamních ploch L_s .

Možnosti omezení rušivého světla:

- Použití svítidel s plochým difuzorem
- Použití svítidel s vhodnou křivkou svítivosti
- Využití regulace osvětlení
- Instalace svítidel, která vyzářují světelný tok výhradně do dolního poloprostoru
- Provedení návrhu osvětlovací soustavy kvalifikovaný světelným technikem [1]

Tab. 3.1: Systém dělení venkovního prostředí na zóny životního prostředí [1]

Zóna životního prostředí	Okolí	Světelné prostředí	Příklady
E1	Přírodní	Velmi tmavé oblasti	Národní parky a chráněná území
E2	Venkovské	Málo světlé oblasti	Průmyslové a obytné venkovské oblasti
E3	Předměstské	Středně světlé oblasti	Průmyslová a obytná předměstí
E4	Městské	Velmi světlé oblasti	Střed města a obchodní zóny

Tab. 3.2: Hodnoty světelně technických parametrů pro kontrolu rušivého světla [1]

Zóna životního prostředí	Parametr							
	E_v [lx]		$I_{C,v}$ [cd]		TI [%]	ULR [%]	L_b [cd/m ²]	L_s [cd/m ²]
	$t_s < t_e$	$t_s < t_e$	$t_s < t_e$	$t_s < t_e$				
E1	2	0	2 500	0	15	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	15	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	15	25	25	1000

3.9 Požadavky na osvětlení pozemních komunikací

Pro zajištění dostatečně osvětlené komunikace je vhodné (spíše až nutné) držet se legislativních a technických norem. Při návrhu osvětlovací soustavy komunikace jsou pro projektanta nejpodstatnější dvě normy. Jsou to normy ČSN CEN/TR 13201-1 (36 0455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení a ČSN EN 13201-2 (36 0455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky.

Nejdříve se zatřídí světelné situace na komunikaci, pro kterou je VO navrhováno do určité třídy osvětlení dle ČSN CEN/TR 13201-1. Zatřídění se provádí na základě znalosti geometrického uspořádání oblasti.

V prvním kroku je třeba znát druh hlavního uživatele, povoleného jiného uživatele, nepovoleného uživatele a typickou rychlost hlavního uživatele posuzované komunikace. Mezi možné uživatele patří:

- *Motorová doprava (M): motorová vozidla kromě velmi pomalých vozidel*
- *Velmi pomalá vozidla (S): motorová vozidla s nejvyšší konstrukční rychlostí 40 km/h (podle ČSN 73 6100 je tato rychlost 50 km/h), vozidla tažená zvířaty a jezdci na zvířatech*
- *Cyklisté (C): osoby na kolech a mopedech s nejvyšší konstrukční rychlostí 50 km/h (podle zákona č. 56/2001 Sb. je tato rychlost 45 km/h)*
- *Chodci (P): chodci a osoby na invalidním vozíku [24]*

Poté dochází k výběru skupiny světelných situací pro konkrétní posuzovanou světelnou situaci na komunikaci dle *tab. 3.3*. Skupina světelných situací obsahuje doporučený rozsah tříd osvětlení.

Tab. 3.3: Skupiny světelných situací [24]

Typická rychlost hlavního uživatele km/h	Druh uživatelů v relevantní oblasti			Skupiny světelných situací
	Hlavní uživatel	Další povolený uživatel	Nepovolený uživatel	
>60	Motorová doprava		Velmi pomalá vozidla Cyklisté Chodci	A1
		Velmi pomalá vozidla	Cyklisté Chodci	A2
		Velmi pomalá vozidla Cyklisté		A3
		Chodci		
> 30 a ≤ 60	Motorová doprava Velmi pomalá vozidla	Cyklisté Chodci		B1
	Motorová doprava Velmi pomalá vozidla Cyklisté	Chodci		B2
	Cyklisté	Chodci	Motorová doprava Velmi pomalá vozidla	C1
> 5 a ≤ 30	Motorová doprava Chodci		Velmi pomalá vozidla Cyklisté	D1
		Velmi pomalá vozidla Cyklisté		D2
	Motorová doprava Cyklisté	Velmi pomalá vozidla Chodci		D3
	Motorová doprava Velmi pomalá vozidla Cyklisté			D4
Rychlost chůze	Chodci		Motorová doprava Velmi pomalá vozidla Cyklisté	E1
		Motorová doprava Velmi pomalá vozidla Cyklisté		E2

Po výběru skupiny světelných situací dochází k výběru konkrétní třídy osvětlení z doporučeného rozsahu tříd osvětlení. Aby bylo možné vybrat z doporučeného rozsahu tříd osvětlení je potřeba mít informace o parametrech pozemní komunikace. Mezi parametry patří geometrické uspořádání relevantní oblasti, vliv dopravně a časově závislých charakteristik a vliv okolí. Posouzení a stanovení těchto parametrů je v pravomoci silničních správních úřadů. Projektant osvětlovací soustavy VO by si měl vyžádat stanovení těchto parametrů či alespoň podkladů pro jejich určení u silničních správních úřadů pro přesné zhodnocení parametrů pozemní komunikace.

Tab. 3.4: Charakteristické parametry pozemní komunikace [23]

	Parametry	Možnosti
Prostorové uspořádání	Směrově rozdělená komunikace	ano ne
	Druh křižovatek	mimoúrovňové úrovňové
	Vzdálenost mimoúrovňových křižovatek, vzdálenost mezi mosty	> 3 km ≤ 3 km
	Hustota úrovňových křižovatek	< 3 křižovatky/km ≥ 3 křižovatky/km
	Konfliktní oblast	ne ano
	Stavební opatření pro zklidnění dopravy	ne ano
	Vliv dopravy	Intenzita silničního provozu den
Intenzita cyklistického provozu		běžná velká
Intenzita pěšího provozu		běžná velká
Náročnost navigace		běžná větší než běžná
Parkující vozidla		nevyskytují se vyskytují se
Rozpoznání obličeje		není potřebné potřebné
Riziko kriminality		běžné větší než běžné
Vliv okolí a vnější vlivy		Složitost zorného pole
	Jas okolí	venkovské prostředí městské prostředí městské centrum
	Převládající počasí	suché vlhké

Výsledkem tohoto procesu je výběr konkrétní třídy osvětlení pro posuzovanou komunikaci či oblast. Detailní postup je uveden v kapitole 5.1.

3.9.1 Třídy osvětlení

Možné třídy osvětlení pro pozemní komunikace jsou ME, MEW, CE, S, A, ES a EV. Mezi nejpoužívanější patří:

Třídy osvětlení ME/MEW

„Třídy osvětlení ME a MEW se vztahují na řidiče motorových vozidel pohybujících se po pozemních komunikacích střední až vysokou povolenou rychlostí.“ [36]

Tab. 3.5: Třídy osvětlení ME [36]

Třída	Jas suchého povrchu pozemní komunikace			Omezující oslnění	Osvětlení okolí
	\bar{L} [cd.m ⁻²] (udržovaná hodnota)	U_0	U_I	TI [%] ^a	SR ^b
ME1	≥ 2,0	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 10	≥ 0,5
ME2	≥ 1,5	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 10	≥ 0,5
ME3a	≥ 1,0	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 15	≥ 0,5
ME3b	≥ 1,0	≥ 0,4	≥ 0,6	≤ 15	≥ 0,5
ME3c	≥ 1,0	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5
ME4a	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,6	≤ 15	≥ 0,5
ME4b	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5
ME5	≥ 0,5	≥ 0,35	≥ 0,4	≤ 15	≥ 0,5
ME6	≥ 0,3	≥ 0,35	≥ 0,4	≤ 15	neurčeno

^a Zvýšení prahového přírůstku o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasem

^b Toto kritérium lze uplatnit pouze v případě, kde k silniční komunikaci nepřiléhají jiné komunikace s vlastními požadavky

kde

L ...průměrný jas povrchu komunikace

U_0 ...celková rovnoměrnost jasu

U_I ...podélná rovnoměrnost jasu

TI ...prahový přírůstek

SR ...činitel osvětlení okolí

Třídy osvětlení CE

„Třídy osvětlení CE se vztahují na řidiče motorových vozidel a jiné uživatele pozemní komunikace v konfliktních oblastech, jako jsou např. obchodní třídy, složitější křižovatky, okružní křižovatky, úseky, kde se tvoří dopravní zácpy, atd.“ [36]

Tab. 3.6: Třídy osvětlení CE [36]

Třída	Vodorovná osvětlenost	
	\bar{E} [lx] (udržovaná hodnota)	U_0
CE0	≥ 50	$\geq 0,4$
CE1	≥ 30	$\geq 0,4$
CE2	≥ 20	$\geq 0,4$
CE3	≥ 15	$\geq 0,4$
CE4	≥ 10	$\geq 0,4$
CE5	$\geq 7,5$	$\geq 0,4$

kde

\bar{E} ...průměrná osvětlenost

U_0 ...celková rovnoměrnost osvětlenosti

Třídy osvětlení S

„Třídy osvětlení S jsou určeny pro pěší a cyklisty pohybující se po komunikacích pro pěší nebo cyklisty, zpevněných krajnicích a ostatních částech pozemních komunikací, které leží oddělené nebo podél jízdního pásu, po komunikacích sídelních útvarech, pěších zónách, školních dvorech apod.“ [36]

Tab. 3.7: Třídy osvětlení S [36]

Třída	Vodorovná osvětlenost	
	\bar{E} [lx] ^a (udržovaná hodnota)	E_{min} [lx] (udržovaná hodnota)
S1	≥ 15	≥ 5
S2	≥ 10	≥ 3
S3	$\geq 7,5$	$\geq 1,5$
S4	≥ 5	≥ 1
S5	≥ 3	$\geq 0,6$
S6	≥ 2	$\geq 0,6$
S7	neurčeno	neurčeno

^a Pro zajištění dostatečné rovnoměrnosti nesmí vypočtená hodnota \bar{E} navržené osvětlovací soustavy překročit 1,5 násobek hodnoty \bar{E} uvedené v tabulce

kde

\bar{E} ...průměrná osvětlenost

E_{min} ... minimální osvětlenost

3.9.2 Relevantní oblast

Relevantní oblast je veřejný prostor skládající se buď pouze z jednoho dopravního prostoru (např. pozemní komunikace pro motorovou dopravu bez přilehlého chodníku) nebo z více dopravních prostorů (např. pozemní komunikace pro motorovou dopravu s přiléhajícími komunikacemi pro cyklisty či chodce). V městech a obcích je veřejný prostor ve většině případů složen z více dopravních prostorů. Je tak nutné zajistit fotometrické parametry vyžadované normou pro každou část dopravního prostoru v relevantní oblasti.

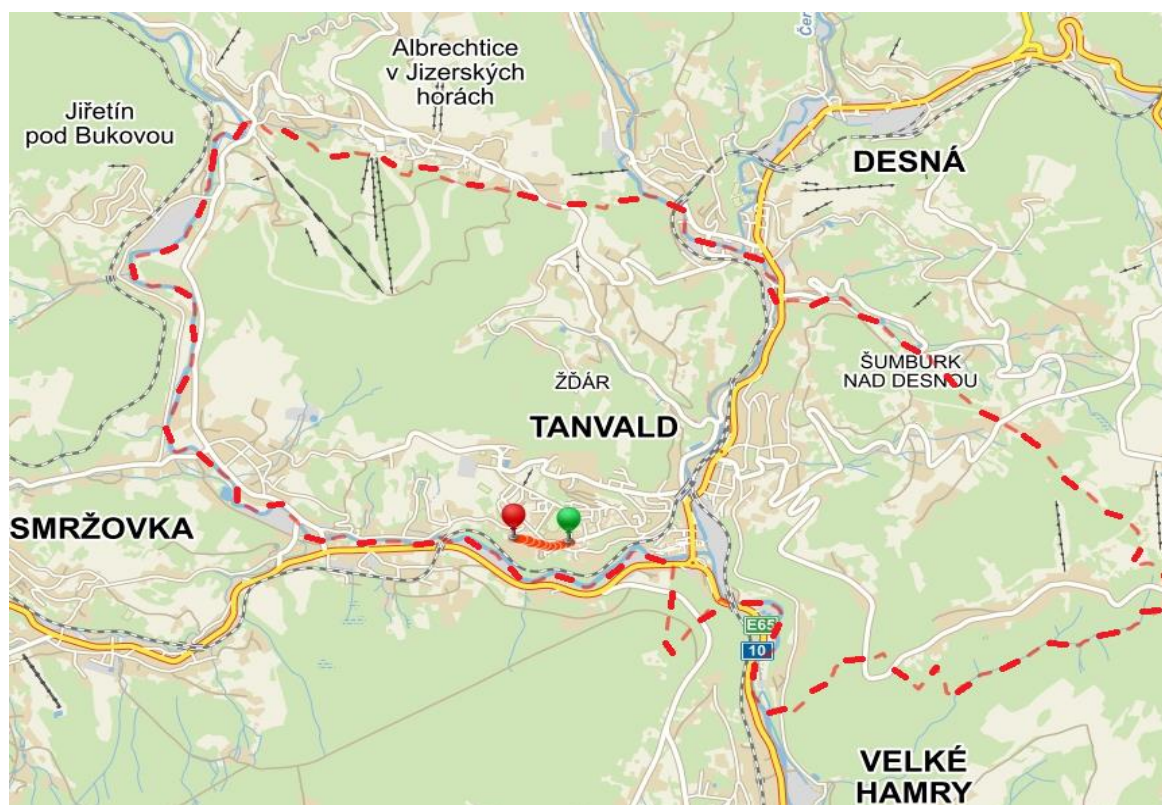
4 Charakteristika stávajícího veřejného osvětlení

4.1 Tanvald

Město Tanvald je severočeské město s 6559 obyvateli ke dni 1.1.2015. Nachází se na území Libereckého kraje, přibližně 12km severovýchodně od okresního města Jablonce nad Nisou, v jehož okresu leží. Tanvald se rozpíná v údolí soutoku řek Kamenice (při jejím levém břehu) a Desné a je pomyslnou vstupní bránou do Jizerských Hor. Leží mezi Černostudničním hřebenem a horou Špičák. Historie Tanvaldu sahá do druhé poloviny 16. století, kdy byl Tanvald pouze dřevařskou osadou spadající pod sousední Smržovku. Historickou dominantou města je Tanvaldská radnice postavena mezi lety 1908 až 1909. Největšího rozkvětu se Tanvaldu dostalo v období druhé poloviny 20. století, kdy zde zažíval obrovský boom textilní průmysl a odvětví s ním spjaté. V tomto období došlo k transformaci Tanvaldu do dnešní podoby, tady vybudování dvou sídlišť s panelovými domy. Na přelomu 20. a 21. století však celý textilní průmysl nedokázal reagovat na konkurenci a docházelo k jeho postupnému útlumu až do dnešní podoby, kterou připomínají pouze chátrající budovy bývalých textilek. Odliv pracovních příležitostí má za následek vcelku vysokou nezaměstnanost a tím odliv ekonomicky aktivního obyvatelstva a naopak příchod rizikových obyvatel. Tento fakt vede k rozdílnému pohledu vedení města a obyvatel na veřejné osvětlení než tomu bylo v letech minulých, kdy problematika VO byla odsunuta do pozadí. Obyvatelé si začali uvědomovat, že správně navržené a provedené VO můžou přispět k zvýšení jejich pocitu bezpečí a snížení rizika kriminality. Vedení města začalo adekvátně investovat do VO. Oblastí s největší koncentrací bytu a obyvatel je v Tanvaldu sídliště Výšina. Mezi lety 1960 až 1980 zde bylo vybudováno okolo 30 panelových domů. Zde se také nachází řešená oblast rekonstrukce VO ulice Horská.



Obr. 4.1: Lokalizace města Tanvald na mapě ČR [23]



Obr. 4.2: Ohraničení města Tanvald s lokalizací ul. Horská [37]

4.2 Ulice Horská

Ulice Horská se nachází na tanvaldské Výšině. V různých částech na ní navazují ulice Poštovní, Palackého, Sportovní, U Lesíka a ulice Údolí Kamenice. Její přibližná délka činí 1,5 km. Z této délky se připravuje rekonstrukce VO v úseku dlouhém 340 m. Tento úsek se nachází mezi ulicemi Palackého, Sportovní a U Lesíka. Tento úsek je z celé délky ulice

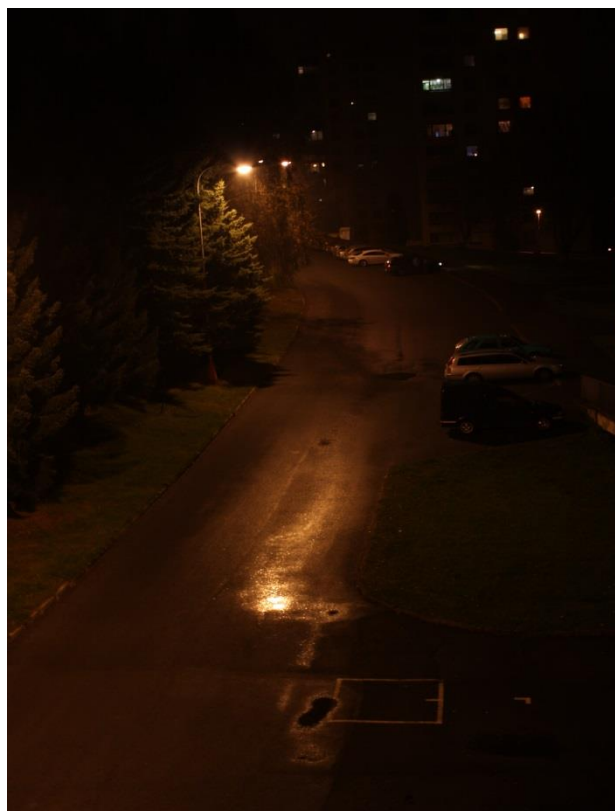
nejvíce frekventovaný, proto je naplánována rekonstrukce 10 sloupů a 12 svítidel VO. Od křižovatky ulic Palackého, Sportovní, U Stadionu a Horská začíná plánovaný úsek rekonstrukce VO (*obr. 4.3*). K ulici zde plynule v podélném směru (k levému okraji vozovky ve směru jízdy od křižovatky) přiléhá parkovací příčné stání pro automobily. Za tímto parkovacím prostorem vede podél komunikace chodník pro chodce. Šířka komunikace v těchto místech je 7 m, šířka parkovacího stání 4 m a přilehlého chodníku 2m. Celková šířka řešeného prostoru je 13m. Tento úsek je dlouhý 60 m. Parkovací stání je přerušeno odbočkou k panelovému domu č.p. 577 a 578. Dál pokračuje pozemní komunikace s přilehlým parkovacím stáním a chodníkem v délce 45 m (*obr. 4.3*). Následuje budova bývalého obchodního a kulturního střediska. V jeho útrobách se dnes nacházejí dvě hospody, dvě večerky, tabák, prádelna a sklad textilních látek. Středisko se skládá ze dvou pater. Ke spodnímu patru (nakládací rampa) je přístup přes prostor pro parkování a manévrování s vozidly o šíři 7 m od ulice Horská. K horní části střediska vede lávka rovnoběžná s ulicí Horská, plynule navazující na chodník a začínající u odbočky k panelovému domu č.p. 577 a 578. Další přístupovou cestou je most pro pěší o výšce 4,2 m a šíři 6 m vedoucí z ulice Sportovní přes ulici Horská. Pod vetknutím mostní konstrukce do nákupního střediska vede další příjezdová cesta k panelovému domu č.p. 577 a 578. Prostor u obchodního střediska je jednou z nejrizikovějších lokalit ve městě Tanvald a byl zařazen do Koncepce prevence kriminality města Tanvaldu na období 2015 až 2018 jako rizikové místo, kde opilci dělají hluk a nepořádek a shlukují se zde řidiči, kteří svou neukázněnou jízdou ohrožují ostatní účastníky provozu [12]. Za obchodním střediskem začíná silnice zvolna stoupat a při jejím pravém okraji směrem od ulice Palackého se nachází výjezd od bývalého teplárenského výměníku, z kterého je dnes sklad Technických služeb města MěÚ Tanvald (*obr. 4.4*). Za tímto výjezdem přiléhá k pozemní komunikaci parkovací stání o délce 40m pro panelový dům č.p. 553. Dále silnice pokračuje, bez přilehlého parkovacího stání či chodníku, ohraničena pouze obrubníky až k zatáčce na křižovatce ulic Horská a U Lesíka (*obr. 4.4*). Pro lepší představu jsou přiloženy fotografie prostoru ulice Horská. Fotografie byly pořízeny jak za světla, tak i za tmy. Fotografie vytvořené během noci jsou foceny z vysokozdvížné plošiny ve výšce 10 m.



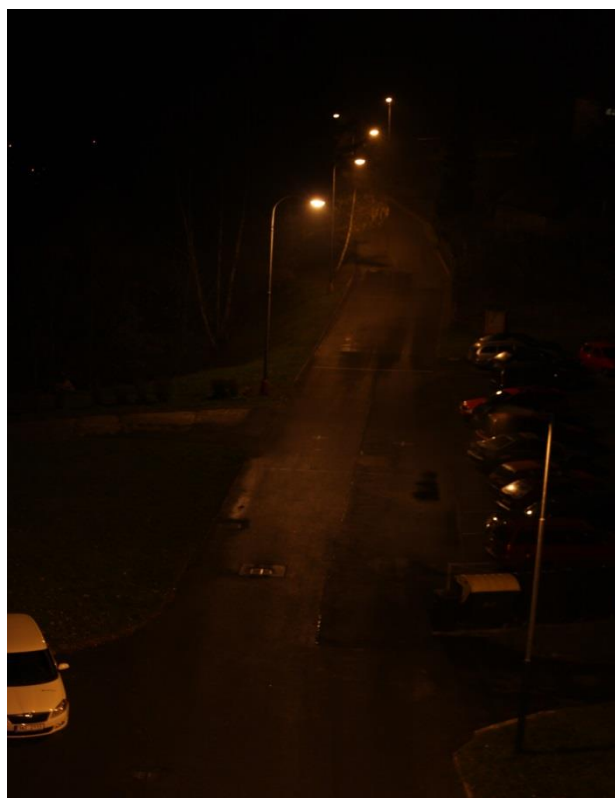
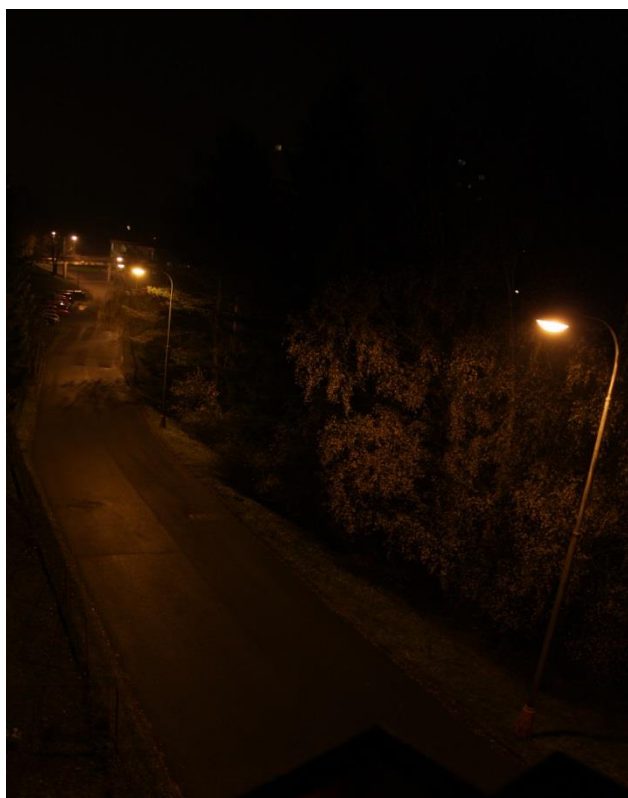
Obr. 4.3: Pohled od křižovatky směrem k mostu (vlevo) a pohled z mostu směrem ke křižovatce (vpravo)



Obr. 4.4: Pohled z mostu směrem (vlevo) a pohled od zatáčky směrem k mostu (vpravo)



Obr. 4.5: Pohled od křižovatky směrem k mostu (vlevo) a pohled z mostu směrem ke křižovatce (vpravo)



Obr. 4.6: Pohled z mostu směrem (vlevo) a pohled od zatáčky směrem k mostu (vpravo)

4.3 Popis stávající osvětlovací soustavy

Plánovaná výměna se týká 10-ti stožárů a 12-ti svítidel VO v ulici Horská. V loňském roce došlo ke zřícení dvou stožárů. U prvního stožáru Zb7-1 došlo ke zřícení následkem synergie tří skutečností najednou a to rzi stožáru, silného větru a nešikovnosti řidiče popelářského vozu, který se otáčel v místech výjezdu od skladu Technických služeb města Tanvald. Z tohoto důvodu muselo dojít k okamžité výměně jak stožáru, tak i svítidla. U tohoto světelného bodu je počítáno pouze s náhradou svítidla případně doplnění stožáru o výložník, aby odpovídal nově navržené osvětlovací soustavě. Druhý stožár Zb9-5 musel být vyměněn, jelikož byl nabourán osobním automobilem a došlo k jeho přílišnému vyhnutí směrem k vedení linky VN. Bylo nutné provést okamžitou demontáž původního stožáru a nahradit ho novým. Po těchto událostech došlo k posouzení stavu v nejfrekventovanější oblasti a tím pádem v oblasti s největšími možnými následky při pádu stožáru v ulici Horská. U stožárů po tolika letech dochází k výraznému oslabení stěny v místě vetknutí do země. Toto místo v délce přibližně 10 cm nad a pod povrchem zeminy je nerizikovější částí osvětlovacího stožáru. Korozi stožáru v této oblasti způsobuje neustálá vlhkost zeminy, časté střídání teplot, déšť, sníh, chemie na ošetření silnic v zimním období a psí moč. U vytipovaných stožárů byla odkopána zemina v hloubce 30-40 cm a provedena vizuální kontrola stavu. Vedením města Tanvaldu bylo rozhodnuto o nutnosti výměny zbývajících 10 osvětlovacích stožárů. Současná osvětlovací soustava byla vybudována roku 1982 s plánovanou životností 25-30 let. A tak nyní v roce 2015 jsou stožáry a svítidla za hranicí své morální i fyzické životnosti. Tato skutečnost nemusí automaticky znamenat, že svítidlo nesvítí a stožár leží na zemi. Tento problém se netýká jen ulice Horská, ale celého Tanvaldu a dalších mnoha měst po celé České Republice. Soustavy veřejného osvětlení byly masivně budovány v 80. letech minulého století. V této době docházelo k výstavbě velkého množství světelných bodů v poměrně krátkém čase. To má za následek ten, že v současné době by mělo dojít také k masivní a rychlé rekonstrukci VO. To je pro většinu měst nepředstavitelné, protože investiční náklady by dosáhly závratných výšin. Vhodnou volbou je průběžná kontinuální rekonstrukce osvětlovací soustavy, která je ekonomicky přijatelná jak z hlediska okamžitých investic, tak i z pohledu budoucnosti, kdy nebude třeba rekonstruovat velké množství světelných bodů v krátkém časovém úseku. Z tohoto důvodu je velká investice do masivní a rychlé obnovy osvětlovací soustavy velice krátkozraká.



Obr. 4.7 Výřez z pasportu VO ulice Horská

4.3.1 Osvětlovací stožáry

Jedná se o ocelové stožáry obr. 4.8. Stožáry jsou osazeny výložníkem. Výška stožáru nad úrovní komunikace je 10m společně s výložníkem a vzdálenost od komunikace je 0,5 m. Propojení kabelů je provedeno ve svorkovnici obr. 4.8, která je připevněna ke stožáru. Jak je vidět na obrázku, svorkovnici již drží pouze na napájecích kabelech a není připevněna ke stožáru. Jednotlivé moduly svorkovnice pevně nedrží u sebe a svorkovnice se rozpadají. Problematická je hlavně pevnost spoje jednotlivých fází. Šrouby vytvářející dostatečný přítlak na kovové destičky, které zajišťující spoj jednotlivých žil, jsou zarezlé či již nedrží ve správné poloze. Na destičky není tak vyvinut dostatečný přítlak čímž dochází ke zvýšenému přechodovému odporu spoje. Na přechodovém odporu spoje dochází ke ztrátám ve formě tepla a tím vyhřívání a povolování spoje. V krajních případech dochází až k situaci, kdy dojde k uvolnění a vypadnutí vodiče ze svorkovnice. Ochrana svorkovnice před povětrnostními vlivy, vniknutím cizích předmětů, živočichů a neoprávněnou manipulací zajišťuje patice stožáru vyrobená z litiny obr. 4.8. Patice stožáru zároveň slouží jako ochrana před dotykem osob s živou částí a napomáhá chránit místo vetknutí stožáru do země. Nicméně lze konstatovat, že nyní plní jen část své funkce. Z důvodů netěsností mezi paticí stožáru a stožárem stéká voda po stožáru až na svorkovnici a do míst vetknutí stožáru do země. Místo mezi paticí a stožárem je hojně využíváno jako útočiště drobných živočichů. Svorkovnice jsou tak ve většině případů obaleny pavučinami, na které se následně zachytávají další nečistoty. U stožárů proběhl konzervační nátěr na přelomu 21. století. Při natírání stožárů, ale

nedošlo k nátěru pod paticí stožáru a v místě vetknutí, tedy v místech nejrizikovějších. Nátěr tak měl spíše jen estetický rozměr.



Obr. 4.8: Stávající stožár Zb7-5 a detail patice stožáru a svorkovnice [vlastní foto]

4.3.2 Svítidla

Ulici Horská osvětlují svítidla typu 444 23 16 (*obr. 4.9*) určená k připevnění na výložník a připravena na osazení vysokotlakou sodíkovou výbojkou. Výrobce je svítidlo pojmenováno Ambassador, ale mezi odbornou veřejností je slangově nazýváno velbloud či labuť. Jde o jedny z nejtypičtějších svítidel v oblasti veřejného osvětlení instalovaných v minulosti na našem území. Ačkoli se již u rekonstruovaných či nových osvětlovacích soustav nepoužívá (svítidlo se už nevyrobí), lze jej vidět podél komunikací stále často. Jedná se o svítidlo, které se začalo vyrábět roku 1981. Výrobce byl v té době výhradní výrobce a dodavatel svítidel pro osvětlení pozemních komunikací v tehdejší ČSSR Elektrosvit Nové Zámky. Z jeho dílen pocházejí další legendární svítidla jako 444 1xxx zvaný kufr, 444 2x0x lidově hruška a 444 197x neboli ramínko. Svítidlo se skládá ze dvou částí. Horní část slouží k upevnění svítidla k výložníku a napájení světelného zdroje. Spodní část svítidla tvoří optická část a samostatný světelný zdroj. Horní část tvoří odlitá hliníková deska. V ní jsou připravené závity pro šrouby, které stahují objímku, čímž dojde k připevnění svítidla ke stožáru. Dále je na k desce přichyceno předřadné zařízení. Jak je vidět na *obr. 4.9* předřadné zařízení se skládá z tlumivky, zapalovače a kompenzačního kondenzátoru. Horní část svítidla s předřadným zařízením je zakryta výliskem z prepregu. Stupeň krytí části s předřadným zařízením je IP23. Optickou část tvoří reflektor z leštěného hliníkového plechu, který je

uchycen v prepregovém tělese. Optická část (včetně světelného zdroje) je zespondu zakryta krytem z čirého PMMA. Zajištění těsnosti optické částí je dosaženo gumovým těsněním mezi prepregovým tělesem a spodním krytem. Optická část svítidla dosahuje stupně krytí IP54. Celková váha svítidla je 14 kg.

Ze zkušenosti s ostatními podobně starými svítidly lze konstatovat, že tato svítidla svým provedením patří k těm nejpovedenějším. U většiny svítidel typu 444 23 16 je i přes své stáří velice zachovalá optická část bez známek většího znečištění a degradace materiálu. Horší to je u vrchní části s předřadným zařízením, kde jak je vidět *obr.4.9*, že čas a povětrnostní podmínky zanechali stopy [25] [26]



Obr. 4.9: Horní část svítidla 444 23 16 bez vrchního krytu (vlevo), spodní část s odklopeným krytem (vpravo) a celé svítidlo (dole) [vlastní foto]

Druhým typem svítidla osvětlující posuzovaný úsek ulice jsou dvě svítidla Visual IVF od společnosti Indal (dnes patřící pod Philips). Tato svítidla jsou umístěna na stožárech Zb9-5 a Zb7-1 jenž jak bylo popsáno v kapitole 4.3. musely být vyměněny. Konkrétně se jedná o model Visual IVF1. Svítidlo je osazeno vysokotlakou sodíkovou výbojkou OSRAM Vialox NAV-T 100 W. Těleso svítidla je vyrobeno z vysokotlakého odlitku hliníkové slitiny a opatřeno nátěrem modré barvy. Svítidlo je možné uchytit přímo na sloup či na výložník, jak je

tomu v případě ulice Horská. Svítidlo je polohovatelné v náklonech od 0° do 9° s krokem 3°. Optickou část tvoří hydroforem tvarovaný reflektor z 99,85% čistého hliníku a rovný skleněný kryt. Optická část svítidla dosahuje účinnosti přesahující 82%. Stupeň krytí optické části je IP66. Předřadné zařízení tvoří elektronický předřadník s tepelnou ochranou, umístěný na montážní desce z galvanické oceli (el. třída ochrany I.) Odolná konstrukce svítidla zaručuje odolnost proti nárazu IK09. Celková váha svítidla činí 9,37 kg.

Tato dvě svítidla při rekonstrukci budou demontována a nahradí nevyhovující svítidla v jiné části města Tanvald.



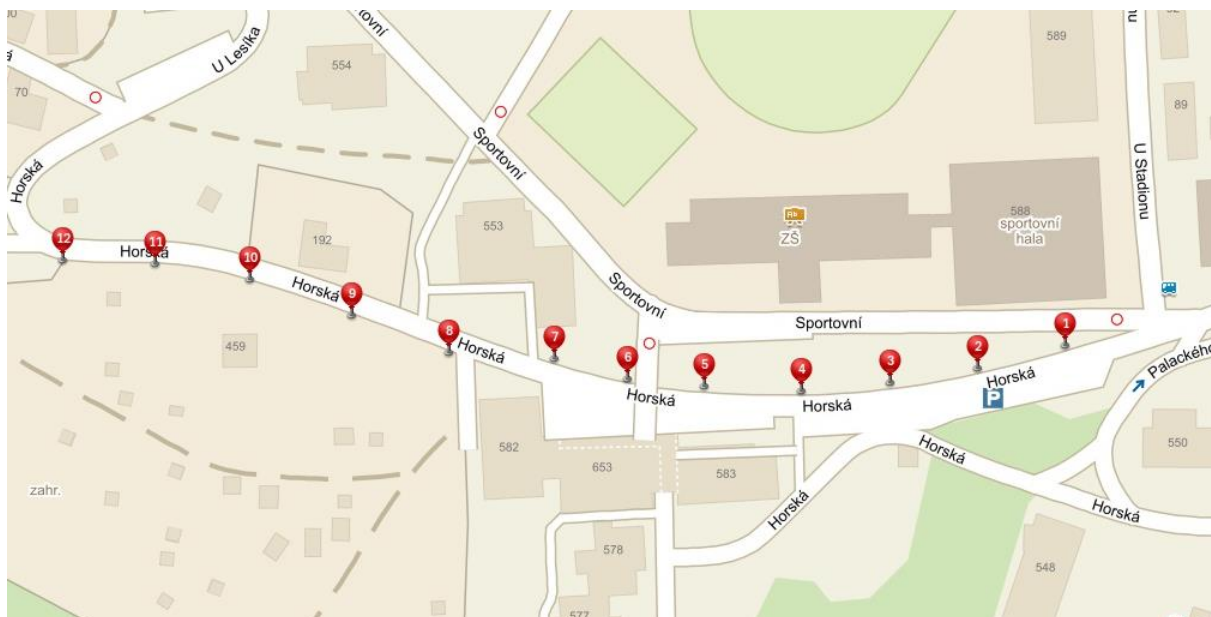
Obr. 4.10: Svítidlo Visual IVF [33]

4.3.3 Rozmístění světelných míst

Posuzovaný úsek ulice Horská čítá 12 světelných míst. Jedná se o jednostrannou osvětlovací soustavu. Ne však všech 12 stožárů je umístěno na jedné straně komunikace. Konkrétně 7 stožárů (světelných míst) Zb7-1 až Zb7-7 tvoří jednostrannou horní osvětlovací soustavu, která je ovládaná a napájena ze zapínacího místa Zb7. Ta vede směrem od křižovatky ulic Palackého, Sportovní a Horská až k výjezdu od skladu technických služeb MěÚ Tanvald. Od tohoto místa jsou stožáry umístěny na druhé straně komunikace a jedná se o jednostrannou dolní osvětlovací soustavu. Tu tvoří 5 stožárů Zb9-1 až Zb9-5 které jsou ovládány a napájeny ze zapínacího místa Zb9. Všechny stožáry jsou umístěny 0,5 m za hranou komunikace ve volném terénu. Tato hranice je překonána výložníkem o délce 1 m a svítidla jsou tak prakticky 0,5 ve vozovce.



Obr. 4.11: Mapa letecká s vyznačenými světelnými místy



Obr. 4.12: Mapa základní s vyznačenými světelnými místy

Tab. 4.1: Soupis bodů osvětlovací soustavy

Bod	Světelné místo	Souřadnice		Rozteč	
				Mezi body	Vzdálenost [m]
1	Zb7-7	50.7366767N	15.2974453E		
2	Zb7-6	50.7366114N	15.2970539E	1 -2	30
3	Zb7-5	50.7365689N	15.2966636E	2 -3	30
4	Zb7-4	50.7365467N	15.2962678E	3 -4	30
5	Zb7-3	50.7365603N	15.2958333E	4 -5	30
6	Zb7-2	50.7365808N	15.2954900E	5 -6	25
7	Zb7-1	50.7366383N	15.2951628E	6 -7	25
8	Zb9-1	50.7366556N	15.2946908E	7 -8	33
9	Zb9-2	50.7367606N	15.2942561E	8 -9	33
10	Zb9-3	50.7368625N	15.2938003E	9 -10	33
11	Zb9-4	50.7369067N	15.2933764E	10 -11	33
12	Zb9-5	50.7369169N	15.2929633E	11 -12	33

4.4 Měření

Měřenou veličinou pro možnost porovnání současné a nově navrhované osvětlovací soustavy je osvětlenost [lx]. Proměření celého úseku 340 metrů ulice Horská ručně, luxmetrem by byla záležitost velice náročná a během jedné noci prakticky neproveditelná. Možností by bylo měřit během více nocí. Jenže během podzimního období (ani celého roku) není mnoho nocí s vhodnými podmínkami pro měření a za druhé měřit během více nocí, tak aby byly zachovány naprosto stejné atmosférické podmínky je pouze dílem štěstí. Pro měření během jedné noci by bylo nutné si připravit síť přibližně 660 bodů a následně každý bod změřit. S faktem, že ulici nebylo možno uzavřít a zamezit průjezdu vozidel byla možnost nachystat tak rozsáhlou síť měřících bodů nemožná. Z důvodů výše popsaných byl vybrán jeden úsek, který se nejvíce podobá zbylým neměřeným částem a bude možné konstatovat, že změřené hodnoty by ve zbytku ulice byly obdobné. Toto zjednodušení umožňuje zaprvé fakt, že rozteče mezi stožáry jsou podobné (30 – 33 m) až na prostor před obchodním střediskem, kde je rozteč 25 m. Zadruhé stejná výška stožárů a vyložení (kromě světelných míst Zb7-1 a Zb9-5) a zatřetí stejné typy svítidel o příkonu 250W (vyjma světelných míst Zb7-1 a Zb9-5). Oblast, na které bylo provedeno měření, je část místní komunikace sloužící pro vozidla. Zvolená úsek se nachází mezi body 2 a 3 dle obr. 4.11. Rozteč světelných míst Zb7-5 a Zb7-6 (body 2 a 3) je 30 m. Šířka místní komunikace je 7 m (od obrubníku po parkovací stání). V nemožnosti proměřit osvětlenost v místě parkovacího stání a chodníku zabraňovali zaparkované osobní automobily. Měřená oblast má délku 30 m a šířku 7 a její celková plocha činná 210 m². Údaje o rozteči světelných míst a šířce komunikace jsou vstupními údaji pro

určení polohy kontrolních bodů v příčném a podélném směru. Rozložení kontrolních bodů v měřené oblasti musí být rovnoměrné a jejich počet vychází z normy ČSN EN 13201-3.

4.4.1 Poloha kontrolních bodů

a) v podélném směru

vzdálenost v podélném směru mezi jednotlivými kontrolními body se určí ze vztahu:

$$D = \frac{S}{N} \quad [m; m, -] \quad (8)$$

kde

D ...rozteč mezi kontrolními body v podélném směru

S ...rozteč svítidel

N ...počet kontrolních bodů v podélném směru nabývajících těchto hodnot

pro $S \leq 30$ m; $N=10$

pro $S > 30$ m; $N=$ nejmenší celé číslo splňující podmínku $D \leq 3$ m

pro rozteč mezi svítidly $S=30$ m kde $N=10$ je **D=3m** s tím, že krajní body jsou vzdáleny $D/2$ od hranice měřené oblasti.

b) v příčném směru

vzdálenost v podélném směru mezi jednotlivými kontrolními body se určí ze vztahu:

$$d = \frac{W_r}{n} \quad [m; m, -] \quad (9)$$

kde

d ...rozteč mezi body v příčném směru

W_r ...šířka komunikace

n ...počet kontrolních bodů v podélném směru, jejichž hodnota je větší nebo rovna 3 a je nejmenším celým číslem, které dává $d \leq 1,5$ m.

pro šířku komunikace $W_r = 7$ m a $n = 5$ (pro dodržení podmínky $d \leq 1,5$ m) je pak **d=1,4m** s tím, že krajní body jsou vzdáleny $d/2$ od hranice měřené oblasti.

Výsledná síť kontrolních bodů:

- Počet bodů v podélném směru: 10
- Počet bodů v příčném směru: 6
- Celkový počet bodů: 60
- Rozteč mezi body v podélném směru: 3 m

- Rozteč mezi body v příčném směru: 1,4 m

Podle předpovědi počasí bylo vytipováno několik nocí s vhodnými atmosférickými podmínkami. Měření se nakonec uskutečnilo v noci ze soboty 15. 11. 2014 na neděli 16. 11. 2014. Atmosférické podmínky byly pro měření vhodné. Teplota neklesla během noci pod 5 °C (hranice kdy dochází k ovlivnění přesnosti luxmetru), obloha rovnoměrně zatažená a bez srážek a mlhy. Slunce dne 15. 11. 2014 zapadalo v 16 h 31m. O sepnutí osvětlovací soustavy se stará fotobuňka. K zapnutí došlo v čase 17:00. K samotnému měření došlo v čase 23:00, předtím, ale již probíhala příprava sítě kontrolních bodů. Pomocí měřicího pásma a obyčejné bílé křídly byly na komunikaci vyznačeny polohy kontrolních bodů dle vypočtených parametrů D, N, d, n. Jelikož k rozsvícení osvětlovací soustavy došlo v čase 17:00, v okamžiku začátku měření již byl světelný tok vysokotlaké sodíkové výbojky plně ustálený. Osoby podílející se na měření měli na starosti následující úkoly. Pavel Prusík ml. měření osvětlenosti. Při měření osvětlenosti bylo nutné dávat pozor, aby nedocházelo k clonění světlu dopadajícím na fotometrickou hlavu luxmetru. Fotometrická hlava luxmetru byla umístěna přímo na zem v místě kontrolního bodu. Osvětlenost se měřila luxmetrem testo 545. Jelikož se jednalo o orientační měření, nemusel být luxmetr dokonale kalibrován. Druhý člen měřicí skupiny Pavel Prusík st. zajišťoval odečty z voltmetru a odečty teploty. Napětí se měřilo voltmetrem METEX ME 32 na svorkovnici světelného místa Zb7-6. Teplota se měřila teploměrem s bezdrátovým senzorem měření teploty Sencor SWS 25 WS. Poslední člen měřicího týmu Václav Černý zajišťoval bezpečnost dopravy na komunikaci jelikož měření probíhalo za provozu. Provoz byl minimální díky vhodně zvolenému času měření.

4.4.2 Protokol o měření

Z měření byl zpracován následující protokol o měření dle příkladu formuláře protokolu o měření uvedeného v normě ČSN EN 13201-4

1. Všeobecné informace o měření

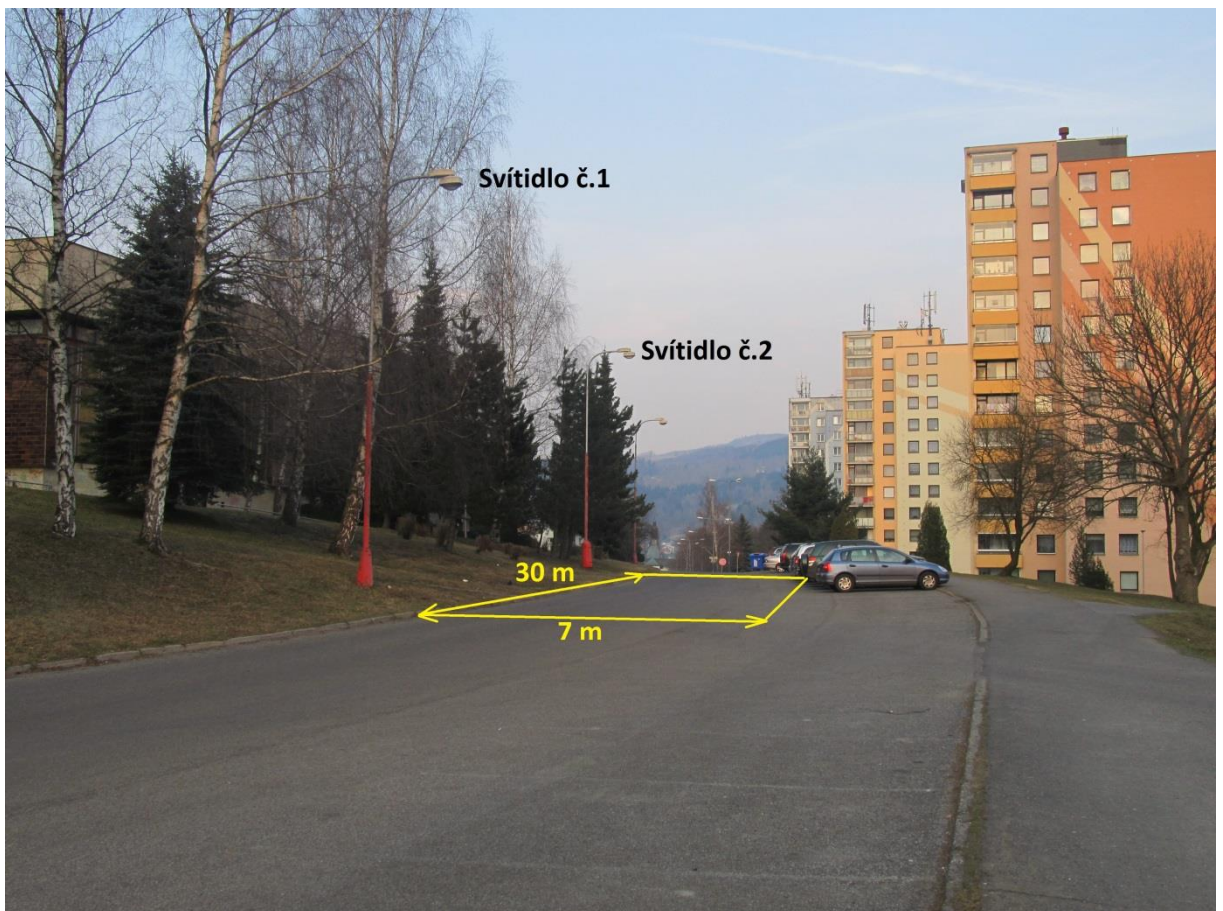
Tab. 4.2: Všeobecné informace o měření

Místo měření	ulice Horská, Tanvald, okr. Jablonec nad Nisou
Datum měření	15.11.2015
Čas měření	22:00 - 24:00
Jména osob podílejících se na měření	Pavel Prusík ml. - student Pavel Prusík st. - správce VO ve městě Tanvald Václav Černý - technický pracovník města Tanvald

2. Geometrické údaje



Obr. 4.13: Ulice Horská s vyznačenou sítí kontrolních bodů [37]



Obr. 4.14: Ulice Horská s vyznačenými rozměry sítě kontrolních bodů [37]

3. Údaje o svítidlech a světelných zdrojích

Tab. 4.3: Údaje o svítidlech a světelných zdrojích

Svítidlo č.1	Typ	444 23 16 (Ambasador)
	Výrobce	Elektrosvit
	Sklon (stupně)	0°
	Montážní výška (m)	10 m
	Stáří	33 let
	Datum posledního čištění	Nezjištěno
	Způsob upevnění	Boční upevnění na výložníku
	Jiné údaje	Spodní kryt optické části svítidla zanesen nečistotami a výrazně zašpiněn
Světelné zdroje ve svítidle č.1	Typ	OSRAM Vialox NAV-T 250 W
	Příkon (W)	250 W
	Stáří	10 let
	Počet	1
	Předřadník	Tyristorový zapalovač TZ-11 Tlumivka RVL 250W Kondenzátor pro výbojku 250W (přesný typ neuveden)
	Způsob stmívání	Bez stmívání
Svítidlo č.2	Typ	444 23 16 (Ambasador)
	Výrobce	Elektrosvit
	Sklon (stupně)	0°
	Montážní výška (m)	10 m
	Stáří	33 let
	Datum posledního čištění	Nezjištěno
	Způsob upevnění	Boční upevnění na výložníku
	Jiné údaje	
Světelné zdroje ve svítidle č.2	Typ	OSRAM Vialox NAV-T 250 W
	Příkon (W)	250 W
	Stáří	10 let
	Počet	1
	Předřadník	Tyristorový zapalovač TZ-11 Tlumivka RVL 250W Kondenzátor pro výbojku 250W (přesný typ neuveden)
	Způsob stmívání	Bez stmívání

4. Údaje o povrchu komunikace

Tab. 4.4: Údaje o povrchu komunikace

Typ povrchu komunikace	Asfaltový povrch
Stáří povrchu komunikace	7 let
Zjištění týkající se stavu povrchu komunikace	Jedná se o hrubozrný asfaltový povrch, stejné struktury v celé délce a šířce ulice bez výrazných vad

5. Napájecí elektrické napětí

Tab. 4.5: Napájecí elektrické napětí

Průměrná hodnota elektrického napětí během měření (V)	233,9 V
Nejnižší hodnota elektrického napětí během měření (V)	233,1 V

6. Atmosférické podmínky

Tab. 4.6: Atmosférické podmínky

Atmosférické podmínky	Začátek	Konec
Počasí	Rovnoměrně zatažená obloha, bez srážek	Stejně
Teplota °C	7,3 °C	6,8 °C
Viditelnost	Dobrá	Dobrá
Povrch komunikace (mokrý, suchý nebo orosený)	Suchý	Suchý



7. Popis osvětlovací soustavy

Tab. 4.7: Popis osvětlovací soustavy

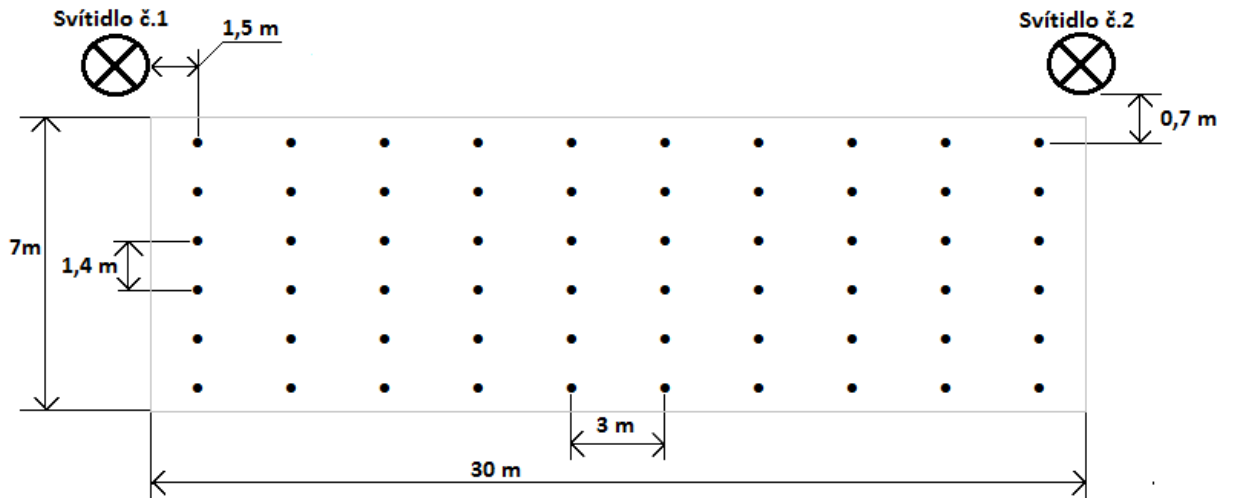
Uspořádání svítidel v osvětlovací soustavě	Jednostranné horní
Sklon svítidel	0°
Zašpinění svítidel	Znečištění odpovídající stáří svítidel (33 let)
Cizorodé světlo	Ze svítidel (typ: Malaga SGS101 - SON-T - 50 W) osvětlujících rovnoběžně vedoucí ulici Sportovní (obr. 4.5) Vzdálenost 20 m od ul. Horská Cizorodé světlo částečně omezeno výškovým rozdílem 3 m mezi ulicemi a městskou zelení
Překážky v šíření světla	Městská zeleň (stromy mezi jednotlivými světelnými místy dosahují výšky stožárů)

8. Měřicí přístroje

Tab. 4.8: Měřicí přístroje

Druh měřícího přístroje	Výrobce	Typ
Rovinná osvětlenost	Testo	testo 545
		
Voltmetr	Metex	ME 32
		

9. Síť měřících bodů



Obr. 4.15: Síť měřících bodů

10. Záznam sledovaných světelných podmínek

31	29	23	18	15	15	19	26	50	54
28	27	23	17	15	15	18	26	48	51
25	23	22	17	15	15	19	24	41	46
22	20	20	16	14	14	20	23	36	38
19	17	14	13	12	12	15	20	29	30
16	14	12	11	11	12	15	19	23	28

Obr. 4.16: Zaznamenané hodnoty osvětlenosti E [lx]

Z naměřených výsledků se určí:

- Maximální hodnotu osvětlenosti E_{\max} [lx]
- Minimální hodnotu osvětlenosti E_{\min} [lx]
- Průměrnou hodnotu osvětlenosti \bar{E} [lx]:

$$\bar{E} = \frac{\sum E_n}{n} \quad [lx; lx, -] \quad (10)$$

- Rovnoměrnost osvětlení U_0 [lx]:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{\bar{E}} \quad [-; lx, lx] \quad (11)$$

Tab. 4.9: Naměřené a vypočtené hodnoty

Maximální hodnota osvětlenosti [lx]	54
Minimální hodnota osvětlenosti [lx]	11
Průměrná hodnota osvětlenosti [lx]	22,67
Rovnoměrnost osvětlení [-]	0,49

Ačkoli by osvětlenost v levé části měřené oblasti (pod svítidlem č.1) měla být přibližně stejná, jako osvětlenost v pravé části měřené oblasti (pod svítidlem č.1), není tomu tak. Přestože měřenou oblast osvětlují stejná svítidla umístěná v totožné výšce, je vidět jistý rozdíl v osvětlenosti levé části a pravé části posuzované oblasti. Rozdíl v nejextrémnějším případě dosahuje hodnoty 23 lx. Tento rozdíl je způsoben třemi faktory. Tím prvním a nejzásadnějším je výrazné znečištění spodního krytu optické části svítidla č.1. Nečistoty nepropouští všechny světelný tok generovaný světelným zdrojem a osvětlenost pod tímto svítidlem je nižší. Druhým faktorem je překážka v šíření světla v podobě stromů umístěných v blízkosti svítidla č.1. Jelikož měření probíhalo na podzim, byla většina listů opadaná a koruny stromů neměly takový vliv na osvětlenost komunikace jako by tomu mohlo být v letním období. Třetím faktorem ovlivňujícím tuto nesouměrnost osvětlení je působení cizorodého světla v místě svítidla č.2.

I přes všechny tyto překážky lze naměřené výsledky hodnotit až s překvapením, že se svítidly starými 33 let je možné dosáhnout takovýchto světelných parametrů na komunikaci. Z výsledků je vidět, že prostor místní komunikace splňuje parametry třídy osvětlení CE2. Pro tento typ komunikace je ale třída CE2 a snížené požadavky na osvětlení výrazně předimenzovaná. Z výsledku zatřídění komunikace (5.1.5) spadá tento úsek do třídy osvětlení ME4b. Ačkoli současná osvětlovací soustava je hodnocena na základě vodorovné osvětlenosti a nová osvětlovací soustava na základě jasů (platí pouze pro oblast vozovky nikoli parkovacího stání a chodníku) lze je mezi sebou porovnávat a to díky tab. 4.10. Z ní vyplývá, že pro třídu osvětlení ME4 je srovnatelná třída CE4. Vozovka je až dvojnásobně více nasvícena než pro splnění požadavků vyžaduje norma. To však neznamená z pohledu světelných požadavků chybu, spíše naopak. Avšak takováto předimenzovaná osvětlovací soustava je výrazně neekonomická. Z důvodů neexistujících fotometrických dat svítidla 444 23 16 pro simulační software nemohla být stávající nasimulována. Tento fakt byl ověřen přímo i u výrobce Elektrosvit. Proto bylo provedeno pouze měření.

Tab. 4.10: Třídy osvětlení s porovnatelnými hladinami osvětlení [24]

	ME 1	ME 2	ME 3	ME 4	ME 5	ME 6		
CE 0	MEW 1	MEW 2	MEW 3	MEW 4	MEW 5			
	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5			
			S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6

4.5 Parametry stávající OS

Fotometrické parametry stávající osvětlovací soustavy byly popsány v předchozí kapitole 4.4. Důležitými ukazateli o OS soustavě jsou instalovaný příkon, náklady na spotřebovanou elektrickou energii, náklady na údržbu OS a celkové provozní náklady. Posuzovaný úsek osvětlují svítidla 444 23 16 a svítidla Visual IVF1.

4.5.1 Celkový instalovaný příkon

Do výpočtu celkového instalovaného příkonu je třeba zahrnout všechna svítidla posuzovaného úseku. Při výpočtu se uvažují příkony samostatných světelných zdrojů i jejich předřadných zařízení. Celkový instalovaný příkon stávající OS se vypočte dle:

$$P_c = n_{IWF} \cdot P_{IWF} + n_V \cdot P_V \quad [W; -, W, -, W] \quad (12)$$

kde

n_{IWF} ...počet svítidel Visual IWF1

P_{IWF} ...příkon svítidla Visual IWF1

n_V ... počet svítidel 444 23 16 (Velbloud)

P_V ... příkon svítidla 444 23 16 (Velbloud)

Dozazením do rovnice (12) dostaneme:

$$P_c = 2 \cdot 112 + 10 \cdot 280 = \mathbf{3024 W}$$

4.5.2 Celkové náklady na elektrickou energii

V nákladech je zahrnuta celková spotřeba stávající OS. Nejsou uvažovány ztráty na kabelovém vedení. Ty jsou v porovnání s celkovou spotřebou zanedbatelné. Cena elektrické energie se skládá z pevné a pohyblivé částky. Pevnou část tvoří stálé roční platby skládající se z měsíčního poplatku za příkon podle jmenovité proudové hodnoty jističe před elektroměrem a pevné ceny silové elektřiny. Určit přesnou částku za kWh z tabulkových cen prodejce je komplikované protože města a obce mají možnost nakupovat elektřinu pro své organizace na

komoditní burze. Tím mají města možnost ušetřit. Od města Tanvald byl poskytnut přehled spotřeby a úhrad za elektrickou energii pro jednotlivá zapínací místa za rok 2014. Za předpokladu, že cena elektrické energie v roce 2015 bude stejná jako v roce 2014 (dle odhadů by měla mírně klesat) je průměrná cena za kWh v Tanvaldu 2,69 Kč. Pro zapínací místa Zb7 a Zb9 je cena za kWh spotřebované elektrické energie 2,74 Kč, kde je v této částce zahrnuta pevná i pohyblivá složka. Rozdíl je dán odlišnými jmenovitými proudovými hodnotami jističů v jednotlivých zapínacích místech. Provozní doba OS za rok se uvažuje 4200 h. Náklady na spotřebovanou elektrickou N_E energii za rok se určí ze vztahu:

$$N_E = T_e \cdot P_c \cdot N_e \quad [Kč; h, kW, Kč \cdot kWh^{-1}] \quad (13)$$

kde

T_e ...doba svícení za rok

P_c ...celkový instalovaný příkon OS

N_e ...cena elektrické energie

Dosazením do rovnice (13) dostaneme:

$$N_E = 4200 \cdot 3,024 \cdot 2,74 = \mathbf{34800,19 \text{ Kč}}$$

4.5.3 Náklady na údržbu svítidel

Pro možnost porovnání s nově navrženými variantami je při výpočtu nákladů na údržbu uvažováno s životností svítidel 20 let. Výpočet byl proveden na základě příkladu výpočtu celkových ročních provozních nákladů na osvětlení od společnosti Artechnic-Schröder a.s [42]. Pak se náklady na údržbu vypočtou:

$$N_{\text{ú}} = \frac{N_z}{T_z} + \frac{N_p}{T_p} \cdot \left(1 - \frac{T_p}{T_s}\right) + \frac{N_o \cdot T_o}{I_o} \quad (14)$$

kde

T_s ...doba života svítidla [rok]

N_z ...cena světelného zdroje [Kč]

T_z ...doba života světelného zdroje [rok]

N_p ...cena předřadníku [Kč]

T_p ...doba života předřadníku [rok]

N_o ...cena údržby nebo opravy [Kč]

T_o ...předpokládaná doba údržby nebo opravy [rok]

I_o ...předpokládaný interval údržby nebo opravy [rok]

Dosažením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro svítidlo 444 23 16:

$$N_{\dot{U}_V} = \frac{365,55}{7} + \frac{783}{10} \cdot \left(1 - \frac{10}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{7} = 130,42 \text{ Kč}$$

Dosažením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro svítidlo Visual IWF1:

$$N_{\dot{U}_{IWF}} = \frac{265,86}{7} + \frac{1730}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{7} = 81,82 \text{ Kč}$$

Celkové náklady na údržbu pak jsou

$$N_{\dot{U}} = n_V \cdot N_{\dot{U}_V} + n_{IWF} \cdot N_{\dot{U}_{IWF}} \quad [\text{Kč}; -, \text{Kč}, -, \text{Kč}] \quad (15)$$

Dosažením do rovnice (15) dostaneme:

$$N_{\dot{U}} = 10 \cdot 130,42 + 2 \cdot 81,82 = \mathbf{1467,84 \text{ Kč}}$$

Nejsou uvažovány náklady na údržbu osvětlovacího místa, kdy například často dochází k poruchám ve svorkovnicích. Výpočet je do značné míry idealizovaný a je spíše vhodný pro nová svítidla než pro svítidla stará 33 let. Reálné náklady na údržbu se mohou výrazně lišit, jelikož není zmapováno, v jakém stavu se nachází instalované světelné zdroje a předřadná zařízení.

4.5.4 Provozní náklady

Jsou tvořeny součtem nákladů na spotřebovanou elektrickou energii a nákladů na údržbu svítidel.

$$N_{PR} = N_E + N_{\dot{U}} \quad [\text{Kč}; \text{Kč}, \text{Kč}] \quad (16)$$

Dosažením do rovnice (16) dostaneme:

$$N_{PR} = 34800,19 + 1467,84 = \mathbf{36268,03 \text{ Kč}}$$

Tab. 4.11: Přehled stávající OS

Typ svítidla	ELEKTROSVIT 444 23 16	INDAL Visual IWF1 1xSON-TPP100W
Počet [ks]	10	2
Příkon vč. předřadníku [W]	280	112
Celkový instalovaný příkon [W]	3024	
Náklady na spotřebovanou el. energii za rok	34 800,19 Kč	
Náklady na údržbu za rok	130,42 Kč	81,82 Kč
Celkové náklady na údržbu za rok	1 467,84 Kč	
Provozní náklady na OS za rok	36 268,03 Kč	

5 Návrh nové osvětlovací soustavy

5.1 Zatřídění komunikace

Volba třídy osvětlení komunikace v ulice Horská probíhala dle normy ČSN CEN/TR 13201-1. Na počátku je třeba říci, že ulice Horská je svým charakterem značně odlišné v různých částech své délky. Charakterem ulice jsou myšleny rozdíly v jejích rozměrech, okolním prostředí, intenzitou provozu, skladbou relevantní oblasti. Nejmarkantnější rozdíl je v místech návrhu nového VO ulice Horská. Jak již bylo popsáno v kapitole 4.2 relevantní oblast v délce 220 m vedoucí od křižovatky ulic Palackého, Sportovní, U Stadionu a Horská je složena z vozovky, přilehlého parkovacího stání a chodníku. Dále bude tato oblast značena jako úsek A. Nelze tvrdit, že je takto oblast uspořádána v celé délce z důvodu prostor před bývalým obchodním střediskem. Nicméně tento prostor je svou šířkou srovnatelný s šířkou parkovacího stání společně s chodníkem. A jeho využití je totožné, kde blíže k silnici parkují a otáčejí se osobní automobily stejně jako je tomu u parkovacího stání a za tímto prostorem směrem k budově se pohybují chodci. Při zatřídění komunikace bude tato drobná odchylka ignorována. Komunikace dále pokračuje už jen ve formě vozovky o délce 120 m ohraničená z obou stran obrubníky. Dále bude tato oblast značena, jako úsek B. Relevantní oblast bude obsahovat jen tuto část. Pro obě tyto oblasti byl zpracován formulář, který sloužil pro vstupní informace k volbě konkrétních tříd osvětlení.

5.1.1 Zatřídění vozovky úseku A

Volba třídy osvětlení probíhá dle následujících kroků:

1) Prohlídka prostoru a zaznamenání vstupních údajů

Prvním krokem pro určení třídy osvětlení je prohlídka posuzovaného prostoru. Vstupní údaje byly zaznamenány dle vzorového formuláře se vstupními údaji pro výběr třídy osvětlení dle normy ČSN CEN/TR 13201-1

Tab. 5.1: Formulář se vstupními údaji pro výběr třídy osvětlení

Formulář pro výběr tříd osvětlení					
Skupiny světelných situací					
Uživatel	Hlavní	Motorová doprava <input checked="" type="checkbox"/>	Velmi pomalá vozidla <input checked="" type="checkbox"/>	Cyklisté <input type="checkbox"/>	Chodci <input type="checkbox"/>
	Další povolený uživatel	Motorová doprava <input type="checkbox"/>	Velmi pomalá vozidla <input type="checkbox"/>	Cyklisté <input checked="" type="checkbox"/>	Chodci <input checked="" type="checkbox"/>
	Nepovolený uživatel	Motorová doprava <input type="checkbox"/>	Velmi pomalá vozidla <input type="checkbox"/>	Cyklisté <input type="checkbox"/>	Chodci <input type="checkbox"/>
Typická rychlost hlavního uživatele [km/h]		> 60 <input type="checkbox"/>	> 30 a ≤ 60 <input checked="" type="checkbox"/>	> 5 a ≤ 30 <input type="checkbox"/>	Rychlost chůze <input type="checkbox"/>
Skupiny světelné situace:		B1			
Charakteristické parametry					
Konfliktní oblast	Ano <input checked="" type="checkbox"/>		Ne <input type="checkbox"/>		
Složitost zorného pole	Běžná <input checked="" type="checkbox"/>		Velká <input type="checkbox"/>		
Navigační náročnost	Běžná <input checked="" type="checkbox"/>		Větší než běžná <input type="checkbox"/>		
Parkující vozidla	Ano <input checked="" type="checkbox"/>		Ne <input type="checkbox"/>		
Riziko kriminality	Běžné <input type="checkbox"/>		Větší než běžné <input checked="" type="checkbox"/>		
Rozpoznání obličeje	Není potřebné <input type="checkbox"/>		Potřebné <input checked="" type="checkbox"/>		
Jas okolí	Malý <input checked="" type="checkbox"/>		Velký <input type="checkbox"/>		
Převládající počasí	Suché <input checked="" type="checkbox"/>		Mokré <input type="checkbox"/>		
Stavební opatření ke zklidnění dopravy	Ano <input type="checkbox"/>		Ne <input checked="" type="checkbox"/>		
Směrově rozdělené komunikace	Ano <input type="checkbox"/>		Ne <input checked="" type="checkbox"/>		
Druh křižovatky	Mimoúrovňové		Úrovňové		
	Vzdálenost křižovatek mezi mosty [km]		Hustota [počet křižovatek na km]		
	> 3 <input type="checkbox"/>	≤ 3 <input checked="" type="checkbox"/>	> 3 <input type="checkbox"/>	≤ 3 <input type="checkbox"/>	
Intenzita silničního provozu, počet vozidel (za den)	< 7 000 <input type="checkbox"/>	≥ 7 000 a < 15 000 <input checked="" type="checkbox"/>	≥ 15 000 a < 25 000 <input type="checkbox"/>	> 25 000 <input checked="" type="checkbox"/>	
Intenzita cyklistického provozu	Běžná <input checked="" type="checkbox"/>		Velká <input type="checkbox"/>		
Intenzita pěšího provozu	Běžná <input checked="" type="checkbox"/>		Velká <input type="checkbox"/>		
Třída osvětlení:		ME4b			

Pro ověření správnosti zaznamenaných vstupních údajů byly výsledky konzultovány na příslušném oboru dopravy MěÚ Tanvald

2) Výběr skupiny světelných situací

V druhém kroku se provede výběr skupiny světelných situací dle typické rychlosti hlavního uživatele, druhu hlavního uživatele a dalších povolených či nepovolených uživatelů.

Tab. 5.2: Skupiny světelných situací

Typická rychlost hlavního uživatele km/h	Druh uživatelů v relevantní oblasti			Skupiny světelných situací
	Hlavní uživatel	Další povolený uživatel	Nepovolený uživatel	
> 30 a ≤ 60	Motorová doprava Velmi pomalá vozidla	Cyklisté Chodci		B1
	Motorová doprava Velmi pomalá vozidla Cyklisté	Chodci		B2
	Cyklisté	Chodci	Motorová doprava Velmi pomalá vozidla	C1

3) Výběr třídy osvětlení pro vybranou skupinu světelných situací B1

Ve třetím kroku je vybrána konkrétní třída osvětlení z rozsahu tříd osvětlení pro skupinu světelných situací B1. Výběr probíhá dle informací o geometrickém uspořádání relevantní oblasti a dopravně a časově závislých charakteristikách.

Tab. 5.3: Doporučení pro výběr z rozsahu tříd osvětlení pro skupinu světelných situací B1

Konfliktní oblast	Složitost zorného pole	Parkující vozidla	Jas okolí					
			Malý		Střední		Velký	
			Intenzita cyklistického provozu		Intenzita cyklistického provozu		Intenzita cyklistického provozu	
			Běžná	Velká	Běžná	Velká	Běžná	Velká
Ne	Běžná	Nevyskytují se	←	o	←	o		
		Vyskytují se	o	→	o	→	→	→
	Velká	Nevyskytují se	o	o	o	o	o	o
		Vyskytují se	o	o	→	→	→	→
Ano			→ ^a					

a V konfliktních oblastech se jako kritérium pro návrh osvětlení doporučuje použít jas. V případech s malou délkou rozhledu, a pokud jiné faktory neumožňují použití jasových požadavků, použije se osvětlenost.

Tab. 5.4: Doporučený rozsah tříd osvětlení pro skupinu světelných situací B1

Převládající počasí	Stavební opatření ke zklidnění dopravy	Hustota křižovatek počet křižovatek/km	Náročnost navigace	Intenzita silničního provozu					
				< 7 000			> 7 000		
				←	o	→	←	o	→
Suché	Ne	< 3	Běžná	ME6	ME5	ME4b	ME5	ME4b	ME3c
			Větší než běžná	ME5	ME4b	ME3c	ME5	ME4b	ME3c
		≥ 3	Běžná	ME5	ME4b	ME3c	ME4b	ME4b	ME3c
			Větší než běžná	ME4b	ME3c	ME2	ME3c	ME3c	ME2
	Ano			Výběr jako výše, ale v místě opatření ke zklidnění dopravy se použije o jeden stupeň vyšší hladina jasu ^a					
	Vlhké			Výběr jako výše, ale použití tříd MEW					

^a Je-li použití jasových požadavků nepraktické, použije se osvětlenost

4) Výsledné požadavky na osvětlení pro konkrétní třídu ME4b

Ve čtvrtém kroku jsou vyobrazeny požadované světelně technické parametry pro zvolenou třídu osvětlení. Pro světelného technika či projektanta to znamená navrhnout takovou osvětlovací soustavu, která bude těmto požadavkům vyhovovat.

Tab. 5.5: Řada tříd osvětlení ME

Třída	Jas suchého povrchu pozemní komunikace			Omezující oslnění	Osvětlení okolí
	\bar{I} [cd.m ⁻²] (udržovaná hodnota)	U_0	U_1	TI [%] ^a	SR ^b
ME1	≥ 2,0	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 10	≥ 0,5
ME2	≥ 1,5	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 10	≥ 0,5
ME3a	≥ 1,0	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 15	≥ 0,5
ME3b	≥ 1,0	≥ 0,4	≥ 0,6	≤ 15	≥ 0,5
ME3c	≥ 1,0	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5
ME4a	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,6	≤ 15	≥ 0,5
ME4b	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5
ME5	≥ 0,5	≥ 0,35	≥ 0,4	≤ 15	≥ 0,5
ME6	≥ 0,3	≥ 0,35	≥ 0,4	≤ 15	neurčeno

^a Zvýšení prahového přírustku o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasem

^b Toto kritérium lze uplatnit pouze v případech, kde k silniční komunikaci nepřiléhají jiné komunikace s vlastními požadavky

5.1.2 Souhrn výsledků zatřídění jednotlivých komunikací

U ostatních oblastí probíhalo zatřídění podle stejného postupu.

Místní komunikace o délce 220 m:	ME4b
Parkovací stání:	CE4
Chodník:	S3
Místní komunikace o délce 120 m:	ME5

5.2 Rozmístění světelných míst

Jelikož se jedná o rekonstrukci pouze VO a ne například o rekonstrukci povrchu pozemní komunikace, parkovacího stání či chodníku atd. lze zjednodušeně říci, že půjde o výměnu kus za kus, která je z ekonomického hlediska nejvýhodnější. Výměnou kus za kus je myšleno demontáž stávajícího osvětlovacího stožáru a svítidla a instalace nového stožáru a svítidla na původní místo (dle umístění svítidel v pasportu příloha F). Takovou rekonstrukci lze provést jen za určitých předpokladů. U kabelového vedení je předpokládána životnost okolo 50 let což znamená, že je dvojnásobná oproti životnosti zbylých prvků osvětlovací soustavy. Tím odpadá nutnost položení nového kabelového vedení pro osvětlovací soustavu VO a s tím komplikace v podobě výkopových prací, zajištění techniky, problematiky kolem vlastnictví pozemků atd. V neposlední řadě také dochází k nižším investičním nákladům na celou

rekonstrukci. Druhým podstatným předpokladem jsou vhodně rozmístěná světelná místa. Vhodně rozmístěná světelná místa jsou taková, kde rozteče mezi jednotlivými stožáry jsou přibližně shodné a jejich velikost dosahuje určitého poměru mezi vzdáleností jednotlivých stožárů a výškou světelného bodu. Tento poměr se pohybuje v rozmezí od 4 do 6, kdy u horní hranice je možné se držet při použití svítidel, která většinu světelného toku vyzařují v podélné ose komunikace. V ideálním případě dosahují rozteče 60 m při použití svítidel umístěných ve výšce 10 m s tím, že zaleží na třídě osvětlení zvolené pro konkrétní komunikaci. Oba tyto předpoklady stávající osvětlovací soustava splňuje. Rozteče stožárů jsou přibližně stejné v rozmezí od 29 m do 33 m u většiny stožárů. Pouze ve dvou případech je rozteč mezi stožáry menší a to mezi stožáry Zb7-1 a Zb7-2 a mezi stožáry Zb7-2 a Zb7-3 je rozteč 25 m. To není překážkou spíše naopak, osvětlení komunikace bude v těchto místech lepší. [27], [34], [5]

5.3 Dialux

Jedná se o software umožňující světelné návrhy. Ve zkratce ho lze popsat jako jednoduchý, efektivní a profesionální software pro plánování osvětlení. Lze v něm jednoduše a intuitivně vytvářet virtuální světy (interiéry a exteriéry) pro možnost profesionálního plánování světla. Software využívají jak světelní technici a projektanti, tak designéři a architekti. Umožňuje pracovat s nejnovějšími fotometrickými daty svítidel od předních světových výrobců. Důležitou součástí softwaru je snadný import CAD dat z jiných programů. Výsledná řešení je možné okamžitě porovnat s příslušnými národními a mezinárodními předpisy, které jsou v Dialuxu zaneseny. Software Dialux je kompletně zdarma a to jak pro komerční, tak i osobní potřeby. To, že je software kompletně zdarma, umožňují platby za licence elektronických katalogů s fotometrickými údaji o svítilnách, které platí výrobcům svítidel. Za jeho vývojem a aktualizacemi stojí společnost DIAL GmbH se sídlem v Německu. [28], [29]

5.4 Volba svítidel a světelných zdrojů

Pro možnost porovnání různých světelných zdrojů a druhů svítidel jsou zvoleny tři odlišné druhy svítidel s rozdílnými světelnými zdroji. Zvolené světelné zdroje jsou v současnosti ty nejpoužívanější. Patří mezi ně vysokotlaké sodíkové výbojky, halogenidové výbojky a světelné diody. Pořadí odpovídá pořizovací ceně světelného zdroje od nejlevnějšího

(vysokotlaká sodíková výbojka) po nejdražší (světelné diody). Zvolenými svítidly jsou svítidla od výrobce Philips.

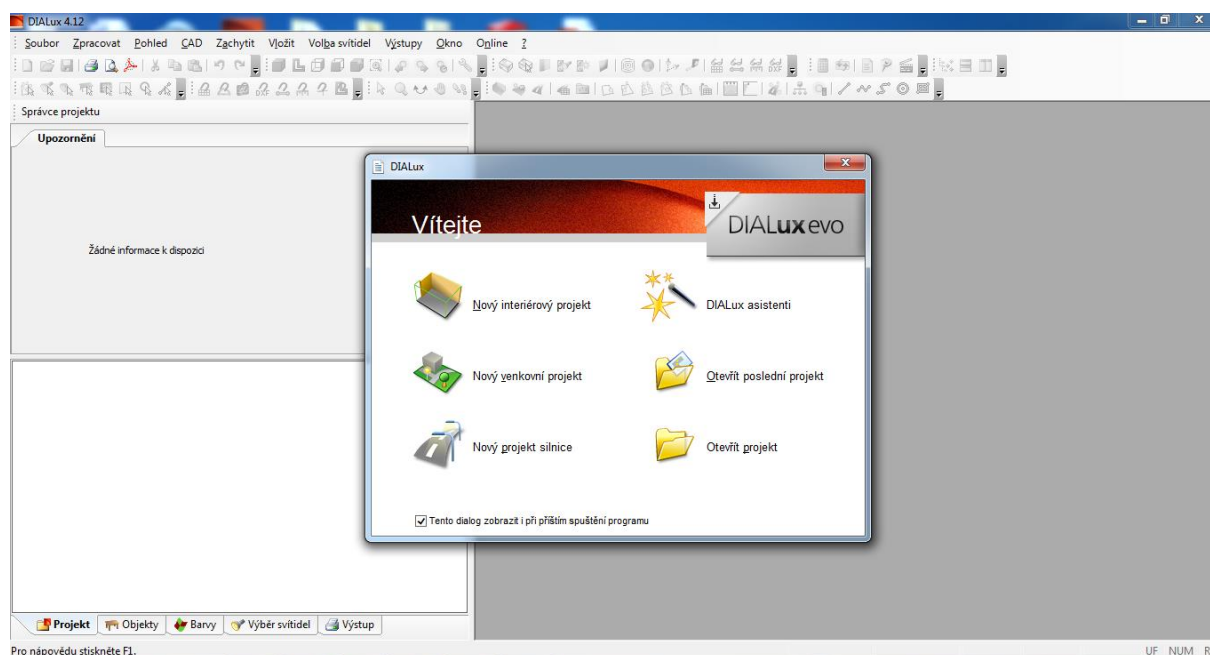
Pro volbu značky Philips hovoří několik faktorů. Jelikož prakticky všechna nově instalovaná svítidla v předchozích letech na území Tanvaldu jsou od tohoto výrobce, je ověřena jejich kvalita. Kvalita použitých materiálů, zpracování, vyřízení objednávky, popřípadě reklamace. Při porovnání svítidel od stejného výrobce odpadá srovnání kvality provedení jednotlivých svítidel. Přestože zvolená svítidla jsou z jiných materiálů a odlišného konstrukčního provedení lze konstatovat, že prošli výrobním procesem se stejnými parametry kvality výrobního procesu. Svítidla jsou kvalitativně na stejné úrovni při odhlédnutí na jejich materiál a konstrukci. Svítidla Philips patří designově k těm povedeným, i když toto může být do jisté míry subjektivní pocit. Přesto s ohledem na dodržení určitého designového směru ve volbě svítidel, který byl v Tanvaldu nastolen v letech minulých, je volba svítidel od stejného výrobce s podobnými designovými prvky logická. Výrobce Philips má jednu z nejširších nabídek svítidel pro VO a to jak jednotlivých typů svítidel, tak i nabízí velké množství druhů optik a výkonových řad pro jednotlivé typy svítidel. Svítidla výrobce Philips byla zvolena z důvodu jejich kvality, osobní zkušenosti a široké nabídky. Již ne tak rozhodujícím faktorem při volbě výrobce a svítidel, ale přesto důležitým, byla i dostupnost informací o jednotlivých svítidlech a zejména volně dostupná databáze svítidel s jejich tzv. ELUMDATy či IES daty (to jsou soubory s fotometrickými daty, která slouží pro simulace osvětlení v programech typu Dialux). Přestože většina výrobců dnes poskytuje dostatek informací o svítidlech, ne vždy je snadné se těchto informací dopátrat. To samé platí o veřejně poskytnutých ELUMDATech či IES datech, které někteří výrobci poskytují až na vyžádání, či práce s jejich databázemi je složitá a nepřehledná. Veškeré tyto problémy odpadají u svítidel Philips díky Philips Product Selector. Philips Product Selector je databáze fotometrických údajů pro jakýkoliv typ a konfiguraci svítidla od společnosti Philips.

Pro každý světelný zdroj je vybrán jiný typ svítidla. Rozhodujícím parametrem pro přiřazení světelného zdroje ke svítidlu je cena. Zvolená svítidla jsou z odlišných cenových kategorií a v kombinaci se světelnými zdroji tvoří tři varianty navrhovaného osvětlení: obyčejná, střední a luxusní. Nejlevnějším vybraným svítidlem je svítidlo Malaga. Obyčejná varianta (Varianta A) se skládá ze svítidla Malaga obsahující světelný zdroj vysokotlakou sodíkovou výbojku. Typem svítidla, jenž je dražší, je svítidlo Iridium². Střední varianta (Varianta B) je spojení svítidla Iridium² a halogenidové výbojky. Nejdražším svítidlem je svítidlo SpeedStar. To v kombinaci se světelnými diodami tvoří luxusní variantu (Varianta C).

5.5 Postup v programu Dialux

1) Úvodní stránka

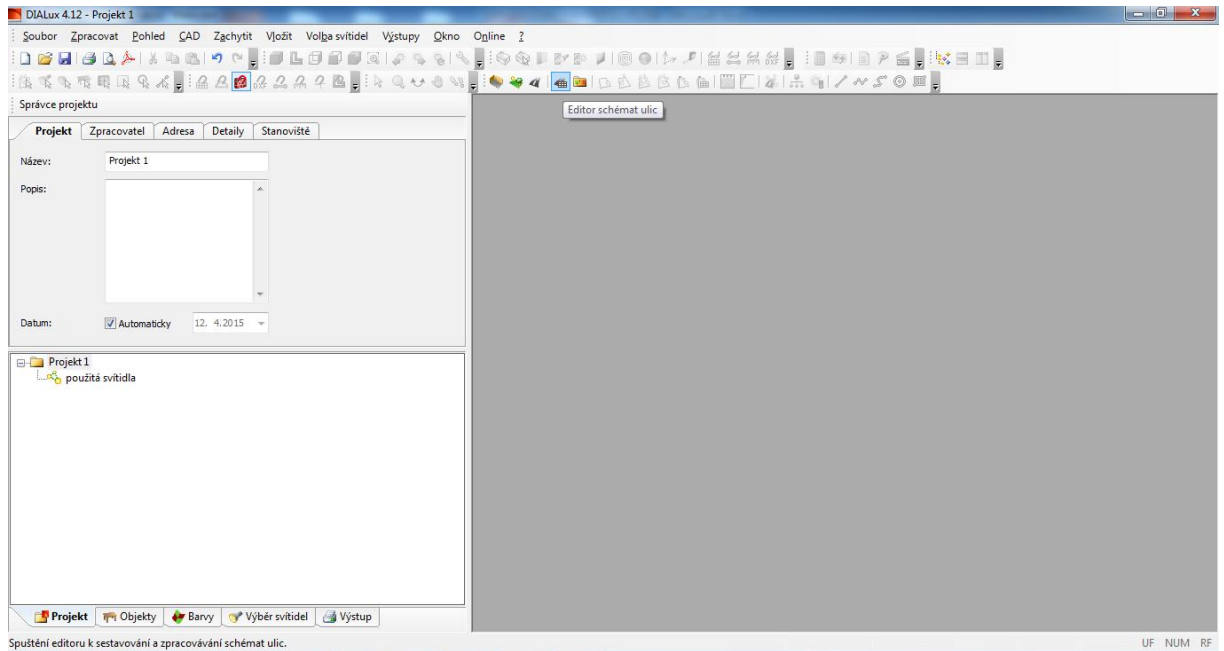
Po otevření programu Dialux se zobrazí úvodní stránka nabízející možnost rychlé volby konkrétního projektu, volbu DIALux asistenta či otevření projektu. DIALux asistent je nástroj jenž umožňuje i uživateli neznalému prostředí Dialux dojít postupnými kroky ke zdárnému konci v podobě návrhu osvětlovací soustavy.



Obr. 5.1: Postup v programu Dialux 1. krok

2) Volba editoru schémat ulic

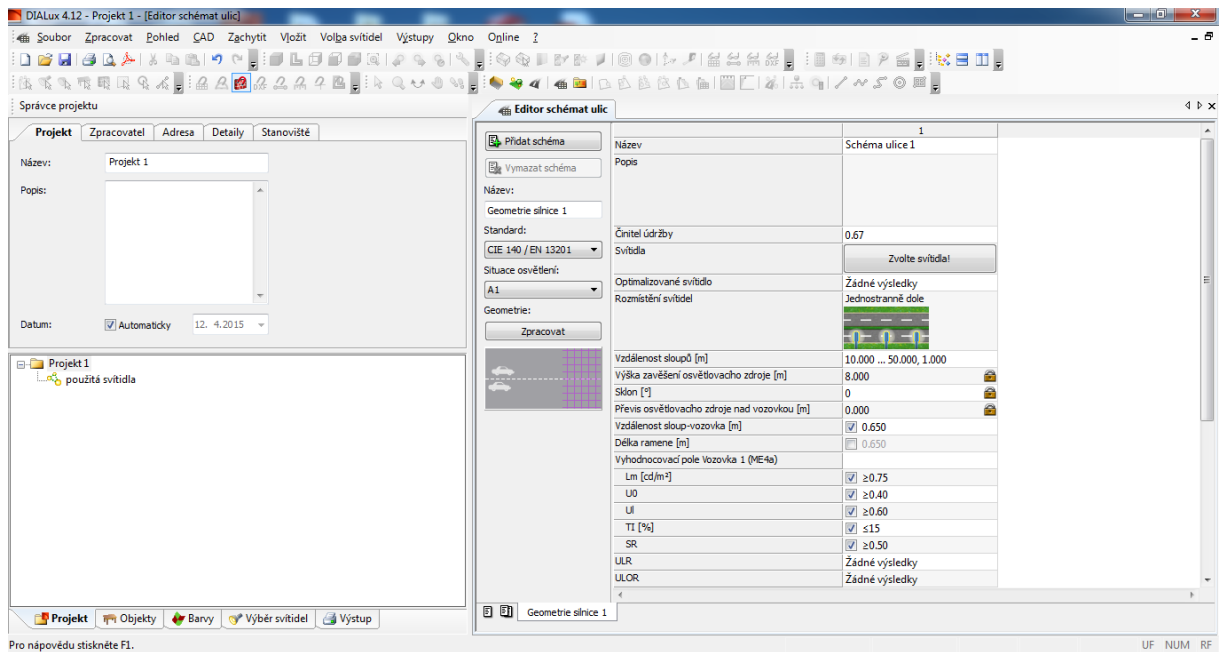
Pro urychlení výběru vhodných svítidel je vhodné zvolit editor schémat ulic. Ten nabízí přehlednou práci při nastavení parametrů komunikace, volbě svítidel a vyhodnocení výsledků.



Obr. 5.2: Postup v programu Dialux 2. krok

3) Editor schémat ulic

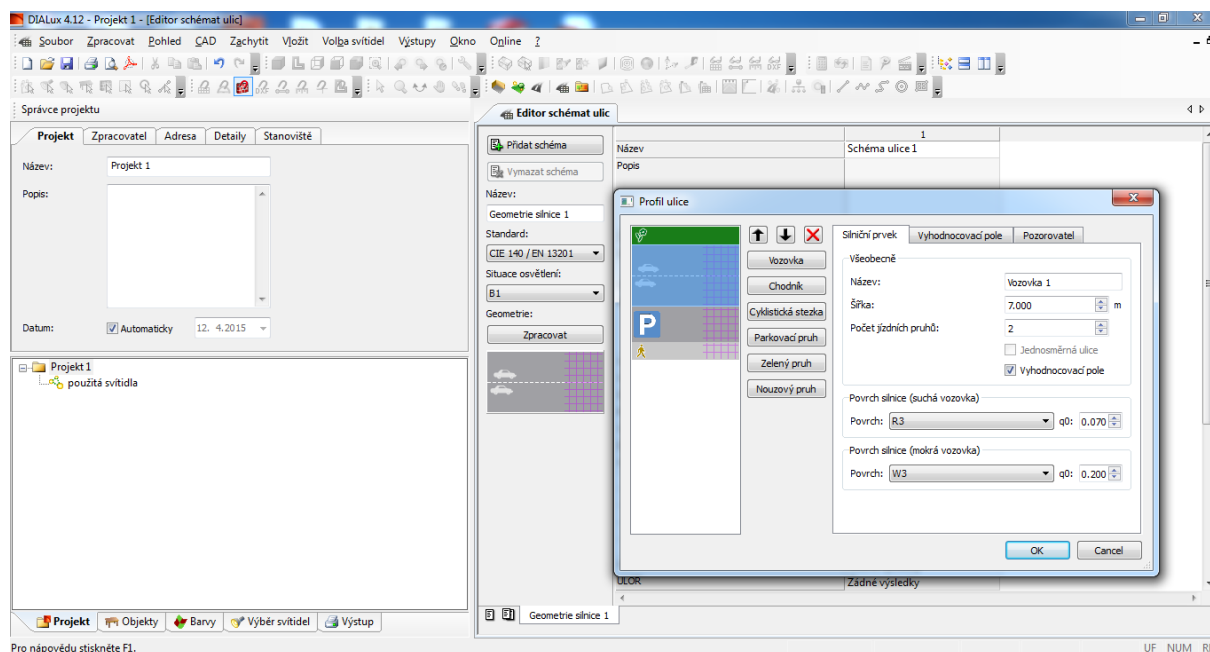
Úvodní stránka editoru schémat s automaticky přednastavenými parametry, které může uživatel měnit dle svých potřeb.



Obr. 5.3: Postup v programu Dialux 3. Krok

4) Editor schémat ulic

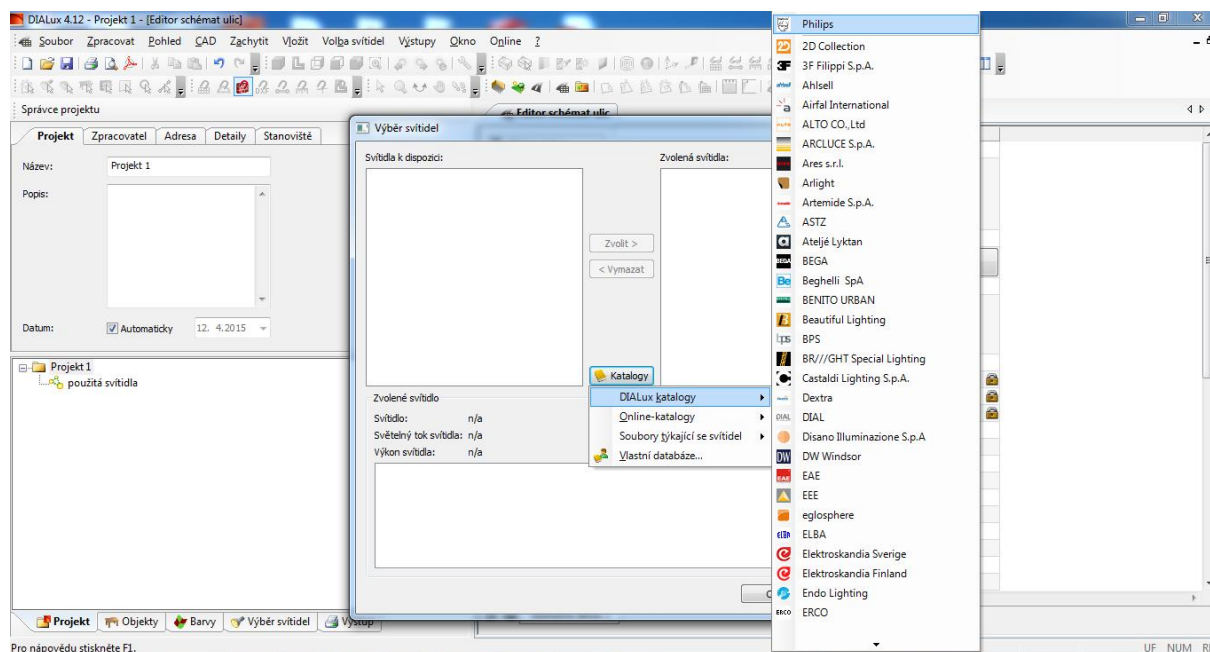
Prvním krokem je volba standartu (normy) dle kterého probíhá vyhodnocování. Defaultně je nastaven standart CIE 140 / EN 13201 (Evropský standart). Možnost je přepnout na standart IESNA RP-8-00 (Americký standart). Následuje nastavení situace osvětlení. Z listu nabídky je vybrána B1 (určení proběhlo v kapitole 5.1) či je možné využít z nabídky volbu asistenta, který uživatele provází ve volbě situace osvětlení. Důležitou součástí je zpracování geometrie, kde probíhá nastavení profilu ulice. Profil ulice je možné složit z jednotlivých silničních prvků typu vozovka, chodník, cyklistická stezka, parkovací pruh, zelený pruh a pruh nouzový. V tomto konkrétním případě je zvolen pro úsek A profil ulice složený z prvků: zelený pruh, vozovka, parkovací pruh, chodník. Při zpracování geometrie úseku B odpadá parkovací pruh a chodník oproti úseku A. U každé silničního prvku se nastavují bližší specifikace dle konkrétního případu. Pro vozovku je to její celková šířka, počet jízdních pruhů, povrch silnice (ve většině případů zůstává defaultní nastavení), vyhodnocovací pole (výběr třídy osvětlení, rast), pozorovatel (ve většině případů zůstává defaultní nastavení). Oproti vozovce u ostatních silničních prvků odpadá možnost nastavení povrchu silnice a pozorovatele. Je to z toho důvodu, že na vozovce se vyhodnocují jasové poměry kdežto u zbylých prvků osvětlenost.



Obr. 5.4: Postup v programu Dialux 4. Krok

5) Výběr svítidel

Pro výběr svítidel je nutné mít doinstalovány elektronické databáze svítidel od konkrétního výrobce. Pro možnost výběru svítidel od výrobce Philips bylo nutné nainstalovat Product Selector 5.2.8.1

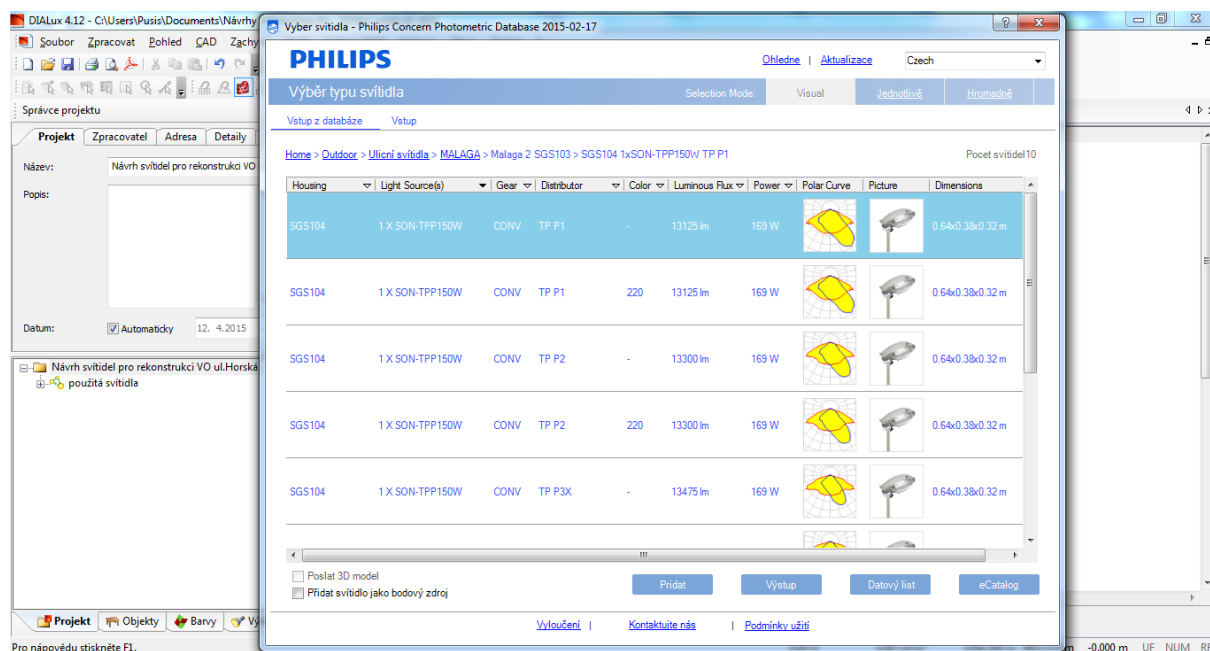


Obr. 5.5: Postup v programu Dialux 5. krok

6) Výběr svítidel

Databáze Product Selector 5.2.8.1 umožňuje výběr všech svítidel výrobce Philips. K vybranému svítidlu se dostaneme přes volbu interiérového nebo venkovního osvětlení. Dále jsou zvolena uliční svítidla a vybrán typ svítidla MALAGA (Malaga 2 SGS103 a Malaga SGS102). Výsledkem těchto kroků je zobrazení databáze všech možných variant provedení svítidla Malaga. Má-li projektant či světelný technik představu o bližší specifikaci svítidla (je nutné pracovat s katalogovými listy) může využít filtru v databázi. Filtr umožňuje nastavení typu krytu, světelného zdroje, předřadníku, optického systému (tvaru křivky svítivosti), velikosti světelného toku, příkonu a rozměrů. V případě osvětlení úseku A svítidlem Malaga bylo v kapitole 5.1 zvoleno, že svítidlo bude obsahovat vysokotlakou sodíkovou výbojku. Ze zkušenosti s osvětlením podobných komunikací jako úsek A byl zvolen světelný zdroj SON-TPP 150W. Tím se snížil počet variant svítidla Malaga na 24 (10 variant Malaga 2 SGS103 a 14 variant Malaga SGS102) z předchozích 140. Tento počet svítidel byl přidán mezi zvolená

svítidla, z nichž Dialux vybere ta nejvhodnější. Takto probíhal výběr i u svítidel Iridium² a SpeedStar pro úsek A i úsek B.



Obr. 5.6: Postup v programu Dialux 6. krok

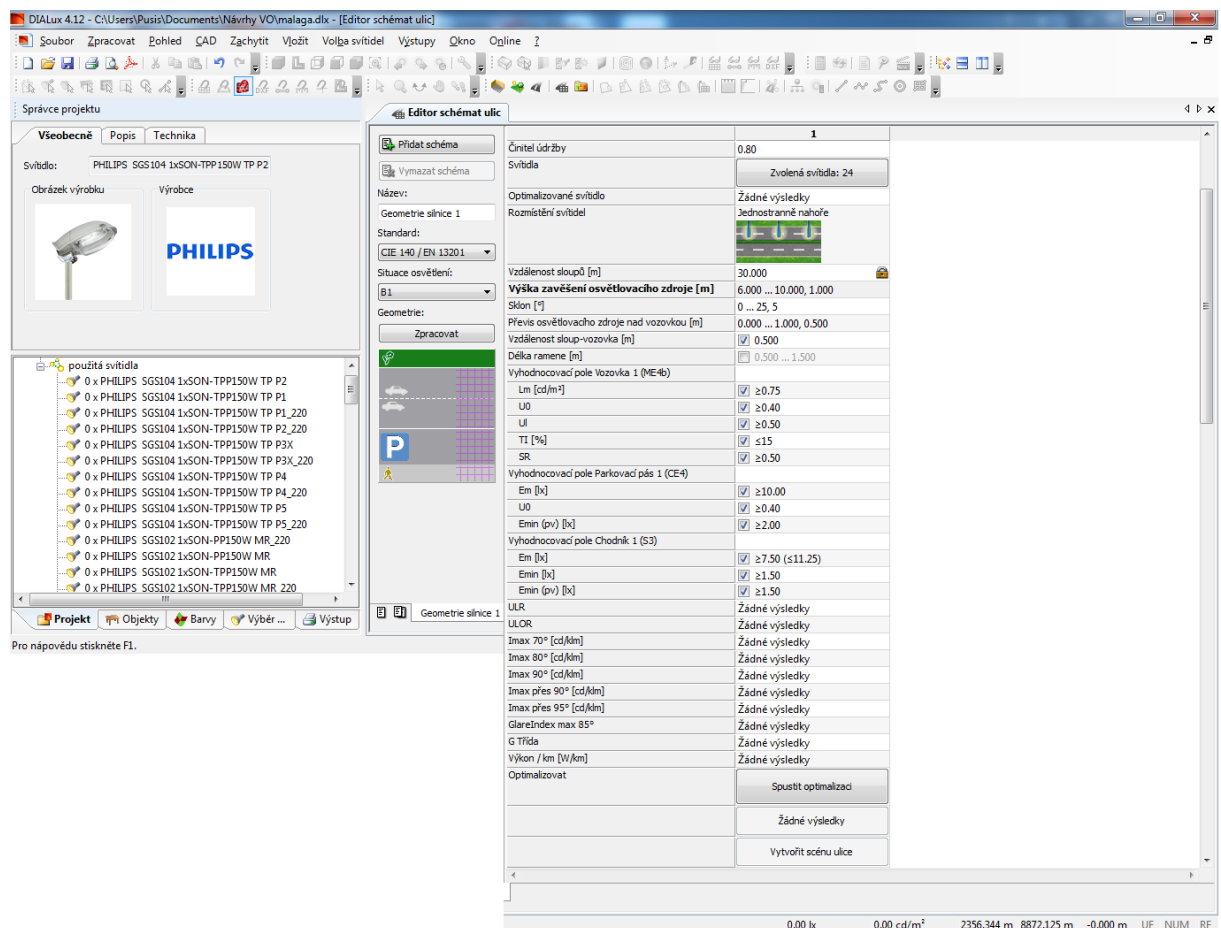
7) Geometrie osvětlovací soustavy

Při nastavení geometrie osvětlovací soustavy se volí:

- **Rozmístění svítidel:** je vybráno z nabídky: jednostranná dole, jednostranná nahoře, oboustranně naproti sobě a oboustranně střídavě. Pro úsek A je zvoleno jednostranně nahoře. Pro úsek B je zvoleno jednostranně dole.
- **Vzdálenost sloupů:** lze nastavit pevnou hodnotu, ale je možné nastavit optimalizaci. Ta vybere vhodnou vzdálenost mezi sloupy v nastaveném rozsahu, tak aby byla splněna třída osvětlení. Optimalizace vzdálenosti se provádí v momentě, kdy není dán požadavek na přesné rozteče stožárů a je snaha dosáhnout co největší vzdálenosti mezi stožáry z důvodů investičních nákladů. V případě úseku A i B, ale budou stožáry umístěny na místo stávajících stožárů. Tím jsou rozteče předem přesně známy. Ačkoli není vzdálenost mezi stožáry konstantní, volí se vždy nejnepříznivější varianta. Pro úsek A je vzdálenost mezi stožáry 30 m a pro úsek B 33 m.
- **Výška zavěšení osvětlovacího zdroje:** u volby výšky osvětlovacího zdroje platí to co v předchozím případě, že je možné nastavit pevnou hodnotu či optimalizací zvolit tu nejvhodnější. Nejvhodnější se rozumí nejnižší výškou (nejmenší osvětlovací stožár = nízké investiční výdaje) za předpokladu splnění požadavků třídy osvětlení. Pro úsek A

byla nastavena optimalizace v rozsahu od 6 m do 10 m s krokem 1 m. U úseku B pak byla nastavena pevná výška dle výšky zvolené v úseku A z estetického důvodu.

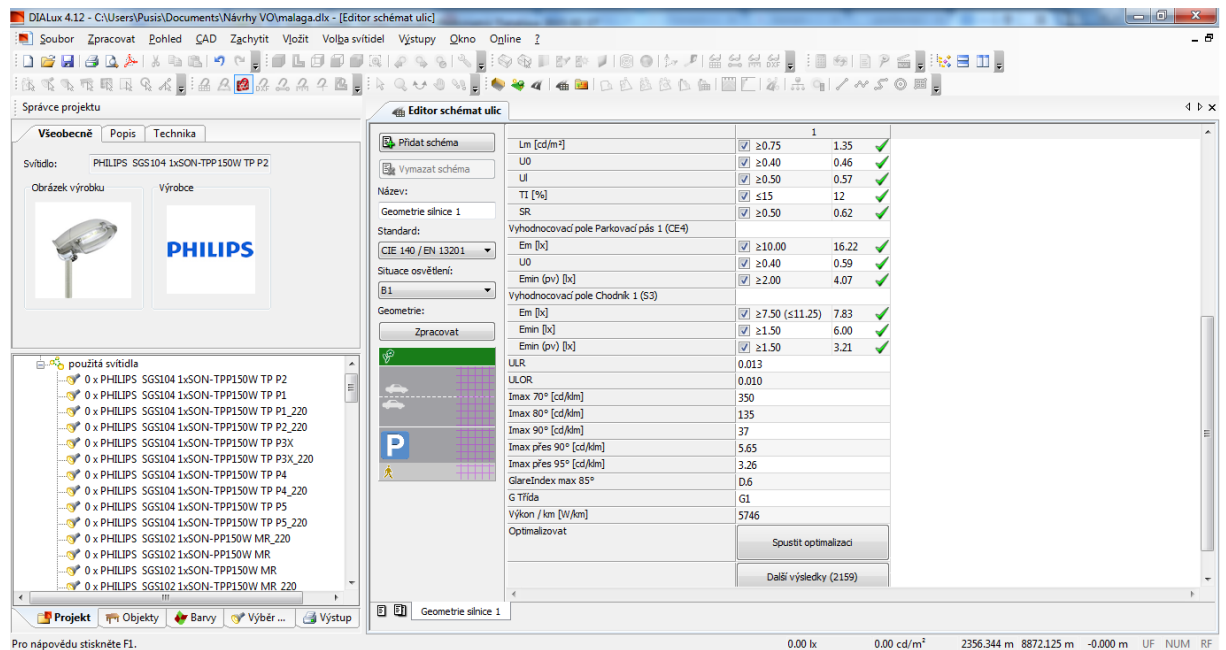
- **Sklon:** sklon svítidla může být dosažen dvěma způsoby. Tím prvním je nastavení sklonu polohovacím systémem, který obsahuje většina moderních svítidel. Druhou možností změny sklonu je použití výložníku s náklonem. Jelikož je počítáno s výložníkem je zvolena optimalizace náklonu od 0° do 25° s krokem po 5° u úseku A i B.
- **Převis osvětlovacího zdroje nad vozovkou:** označuje vzdálenost, jakou přesahuje svítidlo do vozovky. Opět je možnost nastavení pevné hodnoty i optimalizace. Pevná hodnota by se použila v případech, kdy by byla známa vzdálenost sloup – vozovka a délka ramene. U úseku A i B je známa vzdálenost sloup – vozovka, ale vhodnou délku ramene určí až výstup z programu Dialux. Proto je zvolena optimalizace v rozsahu od -0,5 m do 1 m s krokem 0,5 m. Hodnota -0,5 by znamenala, že by nebylo nutné použít vůbec žádný výložník.
- **Vzdálenost sloup – vozovka:** jde o pevnou hodnotu. V úseku A i B je vzdálenost sloupu od vozovky 0,5 m.
- **Délka ramene:** jde o pevnou hodnotu. Je-li známa vzdálenost sloup – vozovka, délku ramene není možné nastavit.



Obr. 5.7: Postup v programu Dialux 7. krok

8) Výsledky optimalizace

Po nastavení geometrie osvětlovací soustavy se spustí optimalizace. Vyhodnoceny jsou všechny možné kombinace. V případě úseku A s použitým svítidlem Malaga a dle zadané geometrie je počet výsledných kombinací 2159. Splňuje-li alespoň jedna kombinace parametry zvolených tříd osvětlení, objeví se u všech parametrů zelený znak. Není-li tomu tak, u parametru, který není splněn, se objeví červený křížek.



Obr. 5.8: Postup v programu Dialux 8. krok

9) Další vyhovující výsledky

Přestože byla programem vybrána vyhovující kombinace, nemusí to znamenat tu nejlepší. Je nutné se podívat na další vyhovující výsledky, kterých je 58. Projektant či světelný technik by měl vybrat z těchto variant tu nejlepší z vyhovujících. Výběr může probíhat buď na základě volby co nejlepších světelně technických parametrů, či na základě co nejnižších investičních nákladů do osvětlovací soustavy a jejího provozu. Zde byla upřednostněna druhá varianta výběru a byla zvolena osvětlovací soustava s nejnižším stožářem a nejkratším vyložení. Při výběru hrál důležitou roli i sklon ramene. Ten byl vybrán co nejmenší s ohledem na co největší omezení rušivého světla.

Typ svítidla	Iáenosť sloupů	Iení osvětlovacích	Sklon [m]	Iacho zdroje nad	enosť sloup-vozovka	Ika ramene	Vyhodnocovací pole Vozovka 1				Vyhodnocovací pole Parkovací pás				Vyhodnocovací pole Chodník			
							Lm [cd/m²]	U0	U1	TI [%]	SR	Em [lx]	U0	U1	Em [lx]	U0	U1	Em [lx]
PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P2_220	30.000	8.000	10.000	0.500	0.500	0.945	1.17	0.55	0.58	9	0.68	15.35	0.66	4.38	8.07	6.57	2.88	
PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1_220	30.000	8.000	10.000	0.500	0.500	0.945	1.03	0.55	0.52	8	0.75	15.65	0.69	4.72	9.12	7.65	3.30	
PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1	30.000	8.000	10.000	0.500	0.500	0.945	1.03	0.55	0.52	8	0.75	15.65	0.69	4.72	9.12	7.65	3.30	

Obr. 5.9: Postup v programu Dialux 9. krok

10) Výběr konkrétního typu svítidla

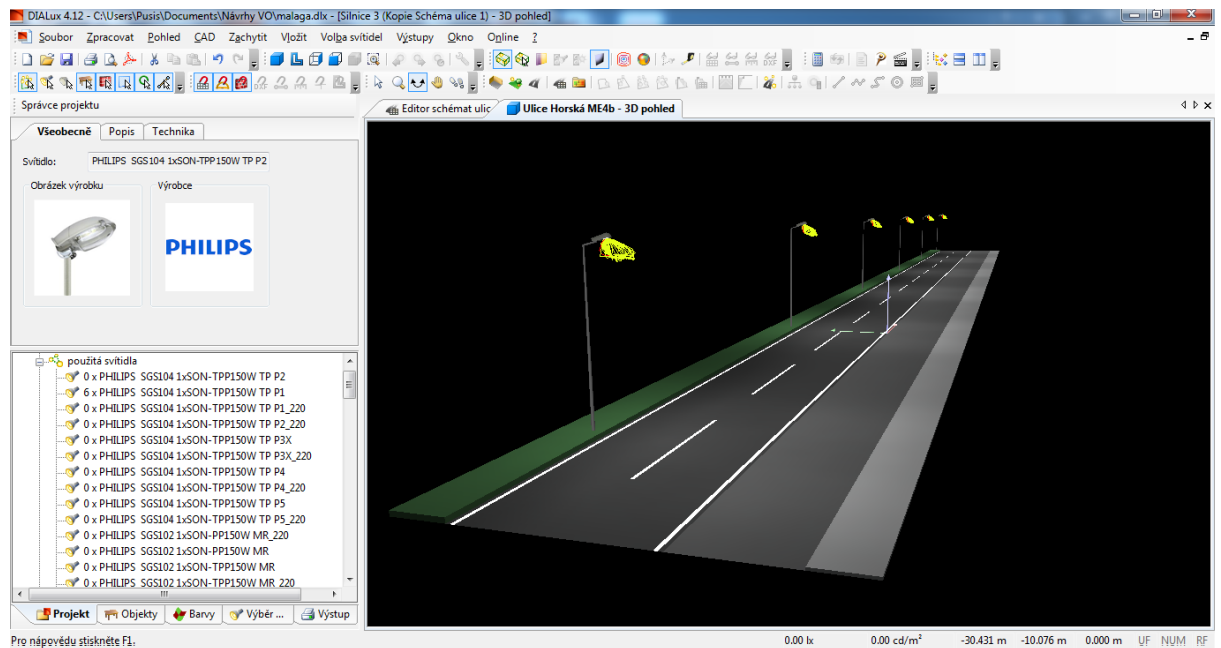
Požadavku na co nejkratší stožár, výložník a náklon ramene vyhovovaly 4 výsledky. Rozdíl v jednotlivých fotometrických parametrech byl minimální a oko člověka by nezaznamenalo žádný rozdíl. Vybráno bylo svítidlo PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1.

Svítidlo	1		2	
	Zvolená svítidla: 24	Zvolená svítidla: 24	Zvolená svítidla: 24	Zvolená svítidla: 24
Název:	PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1	PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1	PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1	PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1
Standard:	CIE 140 / EN 13201	CIE 140 / EN 13201	CIE 140 / EN 13201	CIE 140 / EN 13201
Vzdálenost sloupů [m]	30.000	30.000	30.000	30.000
Výška zavěšení osvětlovacího zdroje [m]	8.000	8.000	8.000	8.000
Sklon [°]	10	10	10	10
Vzdálenost osvětlovacího zdroje nad vozovkou [m]	0.500	0.500	0.500	0.500
Vzdálenost sloup-vozovka [m]	0.500	0.500	0.500	0.500
Délka ramene [m]	0.945	0.945	0.945	0.945
Vyhodnocovací pole Vozovka 1 (ME4)				
Lm [cd/m²]	≥0.75	1.17	≥0.75	1.03
U0	≥0.40	0.55	≥0.40	0.55
U1	≥0.50	0.58	≥0.50	0.52
TI [%]	≤15	9	≤15	8
SR	≥0.50	0.68	≥0.50	0.75
Vyhodnocovací pole Parkovací pás 1 (CE4)				
Em [lx]	≥10.00	15.35	≥10.00	15.65
U0	≥0.40	0.66	≥0.40	0.69
Emin (pv) [lx]	≥2.00	4.38	≥2.00	4.72
Vyhodnocovací pole Chodník 1 (S3)				
Em [lx]	≥7.50 (≤11.25)	8.07	≥7.50 (≤11.25)	9.12
Emin [lx]	≥1.50	6.57	≥1.50	7.65
Emin (pv) [lx]	≥1.50	2.88	≥1.50	3.30

Obr. 5.10: Postup v programu Dialux 10. krok

11) Vtvořená scéna ulice

Po výběru konkrétního svítidla následuje již jen vytvoření scény ulice.



Obr. 5.11: Postup v programu Dialux 11. krok

5.6 Výstup z programu Dialux

Z programu Dialux je možné dostat velké množství výstupů. Mezi ty podstatné a vypovídající o navržené osvětlovací soustavě jsou:

- Plánovací údaje: uvádějí profil ulice, činitel údržby, rozmístění svítidel včetně světelného toku a výkonu svítidla.
- Kusovník svítidel: v případě použití editoru schémat ulic nezobrazuje kusovník informaci o počtu svítidel, jelikož simulace probíhá pro úsek, jehož délka není specifikována. Kusovník v tomto případě lze považovat spíše za datový list svítidla.
- Světelně technické výsledky: nabízejí soupis vyhodnocovacích polí s přehledem splněných fotometrických požadavků.
- A dále: Ztvárnění 3D, renderování nepravými barvami, isolinie (E), isolinie (L) stupně šedi (E), stupně šedi (L), graf hodnot (E), graf hodnot (L), tabulka (E) a tabulka (C).

Příklad výstupu z programu Dialux je uveden v příloze B.

5.7 Vybudování osvětlovacího místa

Soupis prací a materiálu je uveden pro jedno světelné místo. Platí pro všechny varianty (A,B,C) svítidel i pro oba úseky (A,B), protože se jednotlivé navržené varianty liší pouze v druhu použitého svítidla.

5.7.1 Soupis prací demontáže stávající OS

Demontáž provádí dva pracovníci za použití vysokozdvizné plošiny, jeřábu a běžného nářadí. Před započítáním demontáže se musí dostatečně zabezpečit zapínací místo před nemožností připojení k napájecí síti. Následně dochází k odstrojení veškerých součástí ze stožáru, který je poté vytažen jeřábem. Přestože rekonstruovaný úsek čítá 12 světelných míst, demontováno bude 10 stožáru. Stožáry Zb7-1 a Zb9-5 byly vyměněny v předchozím roce.

Tab. 5.6: Soupis prací a cena demontáže

Popis		MJ	Množství celkem	Cena jednotková ¹	Cena celkem
Zajištění zapínacího místa před sepnutím obvodu		h	0,5		400,00 Kč
Odstrojení osvětlovacího stožáru	Odkopání zeminy v okolí stožáru	h	0,75	800,00 Kč	600,00 Kč
	Demontáž patice				
	Rozpojení a sundání svorkovnice				
	Demontáž svítidla				
Vytažení stožáru jeřábem		kpl	1	500,00 Kč	500,00 Kč
Cena za demontáž stožáru					1 500,00 Kč
Cena za demontáž stávající OS					15 000,00 Kč

¹ cena za dva pracovníky dohromady

5.7.2 Soupis prací montáže nové OS

Kompletní vybudování nového světelného místa se týká 10 míst. U stožárů Zb7-1 a Zb9-5 dojde pouze k osazení stožáru výložníkem a svítidlem.

Tab. 5.7: Soupis prací a cena montáže

Popis		MJ	Množství celkem	Cena jednotková ¹	Cena celkem
Uprava místa pro uložení nového stožáru		h	0,2		160,00 Kč
Prodloužení starého kabelového vedení		h	1		800,00 Kč
Příprava otvorů ve stožáru pro vložení kabelů		h	0,1		80,00 Kč
Stavba stožáru	Uchycení stožáru	h	0,75	800,00 Kč	600,00 Kč
	Vyzvednutí stožáru nad místo uložení				
	Zavedení kabelů do stožáru				
	Spuštění stožáru do připraveného místa				
	Upevnění stožáru zasypaním betonem				
Osazení stožáru výložníkem		h	0,1		80,00 Kč
Uchycení svítidla		h	0,2		160,00 Kč
Zapojení svorkovnice		h	0,5		400,00 Kč
Připojení zemnicí pásky ke stožáru		h	0,1		80,00 Kč
Odzkoušení funkčnosti		h	0,2		160,00 Kč
Revize		kpl	1	350,00 Kč	350,00 Kč
Cena za montáž stožáru					2 870,00 Kč
Cena za montáž nové OS					29 250,00 Kč

¹ cena za dva pracovníky dohromady

5.7.3 Soupis použitého materiálu

Cena za světelné místo platí pro všechna místa kromě stožárů Zb7-1 a Zb9-5 u kterých bude použit pouze výložník a kabel CYKY-J 3x1,5.

Tab. 5.8: Soupis a cena materiálu

Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem
Stožár UZN-8 - 133/108/89	ks	10	7 230,00 Kč	72 300,00 Kč
Výložník UZD-1 - 1000	ks	12	794,00 Kč	9 528,00 Kč
Svorkovnice SR481-14 Z/Un	ks	10	404,99 Kč	4 049,90 Kč
Kabel AYKY-J 4x25	m	40	48,00 Kč	1 920,00 Kč
Kabel CYKY-J 3x1,5	m	108	9,40 Kč	1 015,20 Kč
Chránička dvouplášťová zemní- Trubka KOPOFLEX 50-červená- ohebná	m	30	18,50 Kč	555,00 Kč
Kabelová spojka teplem smrštitelná SVCZ 25/35	ks	20	236,64 Kč	4 732,80 Kč
Páska zemnicí FeZn 30x4	m	18	32,03 Kč	576,61 Kč
Beton B 20 40kg	ks	25	97,50 Kč	2 437,50 Kč
Svorka FeZn pro zemnicí pásku 30x4	ks	10	14,80 Kč	148,00 Kč
Cena za světelné místo				9 510,94 Kč
Cena za OS				97 263,01 Kč

5.8 Varianta A

Varianta A označovaná jako obyčejná je navržena se svítidly řady Malaga. Je to všestranné svítidlo vyznačující se výborným poměrem cena/výkon. Instalován může být světelný zdroj v podobě vysokotlaké výbojky i halogenidové výbojky. Pro možnost dosažení co nejnižší pořizovací ceny je možnost volby mezi elektromagnetickým a elektronickým předřadníkem. Tělo svítidla je ze stabilizovaného polypropylenu. Oblast použití je od osvětlení pozemních komunikací, průmyslových prostorů až po obytné čtvrti. Bližší specifikace jsou uvedeny v příloze C.

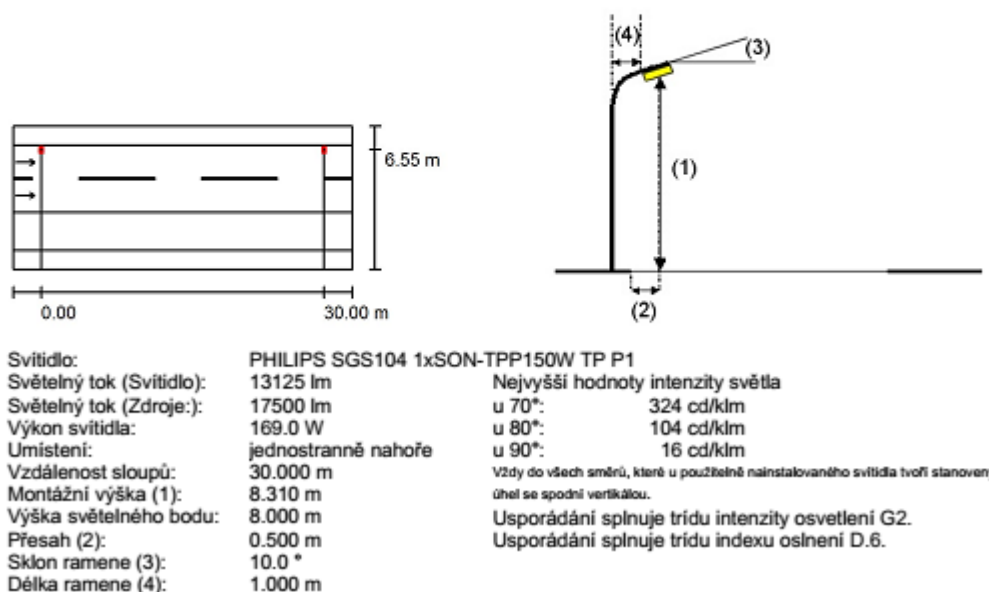
5.8.1 Geometrie OS

Profil ulice

Zelený pás	(Šířka: 2.000 m)
Vozovka úsek A	(Šířka: 7.000 m, Počet jízdních pruhů: 2, Povrch: R3, q0: 0.070)
Parkovací pás	(Šířka: 4.000 m)
Chodník	(Šířka: 2.000 m)

Činitel údržby: 0.80

Rozmístění svítidel

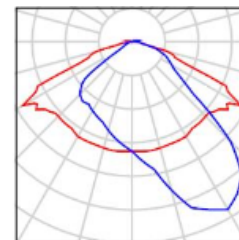


Obr. 5.12: Varianta A - geometrie osvětlovací soustavy

5.8.2 Zvolená svítidla

- **Pro úsek A**

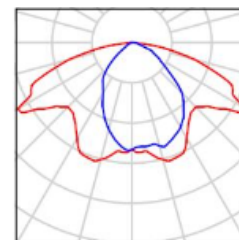
PHILIPS SGS104 1xSON-TPP150W TP P1
C. výrobku:
Světelný tok (Svítidlo): 13125 lm
Světelný tok (Zdroje): 17500 lm
Výkon svítidla: 169.0 W
Klasifikace svítidel dle CIE: 99
Kód CIE Flux Code: 39 76 96 99 75
Osazení: 1 x SON-TPP150W (Opravný faktor 1.000).



Obr. 5.13: Varianta A - svítidlo pro úsek A

- **Pro úsek B**

PHILIPS SGS101 1xSON-TPP70W 3P-UK
C. výrobku:
Světelný tok (Svítidlo): 4554 lm
Světelný tok (Zdroje): 6600 lm
Výkon svítidla: 80.0 W
Klasifikace svítidel dle CIE: 100
Kód CIE Flux Code: 43 74 95 100 69
Osazení: 1 x SON-TPP70W (Opravný faktor 1.000).



Obr. 5.14: Varianta A - svítidlo pro úsek B

5.8.3 Fotometrické parametry

<p>Vozovka úsek A Délka: 30.000 m, Šířka: 7.000 m Rastr: 10 x 6 Body Příslušející silniční prvky: Vozovka úsek A. Povrch: R3, q0: 0.070 Zvolená třída osvětlení: ME4b</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Požadované hodnoty podle třídy:	1.03	0.55	0.52	8	0.75
Splněno/nesplněno:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
	✓	✓	✓	✓	✓
<p>Chodník Délka: 30.000 m, Šířka: 2.000 m Rastr: 10 x 3 Body Příslušející silniční prvky: Chodník . Zvolená třída osvětlení: S3 Dodatečná třída osvětlení ES: ES6</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.) (Ne všechny fotometrické požadavky jsou splněny.)					
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (poloválc.) [lx]		
Požadované hodnoty podle třídy:	8.97	7.43	3.24		
Splněno/nesplněno:	≥ 7.50	≥ 1.50	≥ 1.50		
	✓	✓	✓		
<p>Parkovací pás Délka: 30.000 m, Šířka: 4.000 m Rastr: 10 x 3 Body Příslušející silniční prvky: Parkovací pás . Zvolená třída osvětlení: CE4</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
Skutečné hodnoty podle výpočtu:				E_m [lx]	U0
Požadované hodnoty podle třídy:				15.65	0.69
Splněno/nesplněno:				≥ 10.00	≥ 0.40
				✓	✓
<p>Vozovka úsek B Délka: 33.000 m, Šířka: 7.000 m Rastr: 11 x 6 Body Příslušející silniční prvky: Vozovka úsek B. Povrch: R3, q0: 0.070 Zvolená třída osvětlení: ME5</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Požadované hodnoty podle třídy:	0.54	0.42	0.44	11	0.59
Splněno/nesplněno:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
	✓	✓	✓	✓	✓

Obr. 5.15: Varianta A - přehled splněných fotometrických požadavků

5.8.4 Vyhodnocení

Celkový instalovaný příkon:

dozazením do rovnice (12) dostaneme celkový instalovaný příkon OS:

$$P_c = 8 \cdot 169 + 4 \cdot 80 = 1672 \text{ W}$$

Náklady na spotřebovanou el. energii

dosazením do rovnice (13) dostaneme celkové náklady na spotřebovanou el. energii za rok:

$$N_E = 4200 \cdot 1,672 \cdot 2,74 = 19241,38 \text{ Kč}$$

Náklady na údržbu svítidel

dosazením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro jedno svítidlo úseku A:

$$N_A = \frac{291}{7} + \frac{1815}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{7} = 85,60 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro jedno svítidlo úseku B:

$$N_B = \frac{203,55}{6} + \frac{1650}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{6} = 84,08 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (15) dostaneme celkové náklady na údržbu OS za rok:

$$N_{\dot{U}} = 8 \cdot 85,60 + 4 \cdot 84,08 = \mathbf{1021,10 \text{ Kč}}$$

Provozní náklady

dosazením do rovnice (16) dostaneme provozní náklady na OS za rok:

$$N_{PR} = 19241,38 + 1021,10 = \mathbf{20262,48 \text{ Kč}}$$

Investiční výdaje na jeden světelný bod

$$N_i = N_d + N_m + N_M + N_s \quad [K\check{c}] \quad (17)$$

kde

N_d ...cena demontáže

N_m ...cena montáže

N_M ...cena materiálu

N_s ...cena svítidla

dosazením do rovnice (17) dostaneme pro jeden světelný bod úseku A:

$$N_{iA} = 1500 + 2870 + 9510,94 + 3470 = \mathbf{17350,94 \text{ Kč}}$$

dosazením do rovnice (17) dostaneme pro jeden světelný bod úseku B:

$$N_{iB} = 1500 + 2870 + 9510,94 + 2437 = \mathbf{16317,94 \text{ Kč}}$$

za světelný bod Zb7-1 jsou investiční výdaje ve výši $N_{i7} = 4573,6 \text{ Kč}$

za světelný bod Zb9-5 jsou investiční výdaje ve výši $N_{i9} = 3540,6 \text{ Kč}$

Celkové investiční výdaje na rekonstrukci:

$$N_i = (n_A \cdot N_{iA} + n_B \cdot N_{iB}) + N_{i7} + N_{i9} \quad [K\check{c}; -, K\check{c}, -, K\check{c}] \quad (18)$$

kde

- n_A ... počet světelných bodů úseku A
 N_{iA} ... investiční výdaje na jeden světelný bod úseku A
 n_B ... počet světelných bodů úseku B
 N_{iB} ... investiční výdaje na jeden světelný bod úseku B

dosazením do rovnice (18) dostaneme:

$$N_i = (7 \cdot 17350,94 + 3 \cdot 16317,94) + 4573,6 + 3540,6 = \mathbf{178524,6 \text{ Kč}}$$

Tab. 5.9: Přehled varianta A

Popis	Typ svítidla	
	Úsek A	Úsek B
Svítidlo řady MALAGA	PHILIPS SGS104 1xSON-TTP150W TP P1	PHILIPS SGS101 1xSON-TTP70W 3P- UK
Počet [ks]	8	4
Příkon vč. předřadníku [W]	169	80
Celkový instalovaný příkon [W]	1672	
Náklady na spotřebovanou el. energii za rok	19 241,38 Kč	
Náklady na údržbu za rok	85,60 Kč	84,08 Kč
Celkové náklady na údržbu za rok	1 021,10 Kč	
Provozní náklady na OS za rok	20 262,48 Kč	
Celková cena za světelných míst	141 016,60 Kč	
Cena svítidla vč. Zdroje	3 470,00 Kč	2 437,00 Kč
Cena za svítidla celkem	37 508,00 Kč	
Investiční náklady na jeden světelný	17 350,94 Kč	16 317,94 Kč
Celkové investiční výdaje na OS	178 524,60 Kč	

5.9 Varianta B

Je střední variantou se svítidly řady Iridium² patřící do kvalitnějšího segmentu svítidel. Vyznačují se vysokou modularitou, kdy jako světelný zdroj lze využít jak výbojky, tak i LED. Svítidlo je možné pořídit v levnější variantě se sodíkovou výbojkou, přičemž lze následně

kdykoliv dokoupit LED modul a svítidlo přezbrojit. Svítidlo má velmi jednoduchou konstrukci, čímž je dosažena snadná montáž, údržba a změna světelného zdroje. Tělo svítidla je celohliníkové. Slouží pro širokou oblast použití pro osvětlení pozemních komunikací, komunikace pro chodce, cyklostezky a parkoviště. Bližší specifikace jsou uvedeny v příloze D.

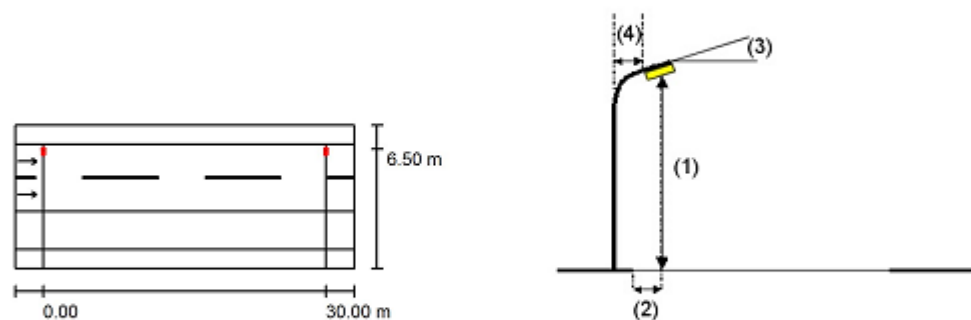
5.9.1 Geometrie OS

Profil ulice

Zelený pás	(Šířka: 2.000 m)
Vozovka úsek A	(Šířka: 7.000 m, Počet jízdních pruhů: 2, Povrch: R3, q0: 0.070)
Parkovací pás	(Šířka: 4.000 m)
Chodník	(Šířka: 2.000 m)

Činitel údržby: 0.86

Rozmístění svítidel



Svítidlo:	PHILIPS SGP352 1xCPO-TW90W EB FX1 P3H2V_840	
Světelný tok (Svítidlo):	8976 lm	Nejvyšší hodnoty intenzity světla
Světelný tok (Zdroje):	10560 lm	u 70°: 601 cd/klm
Výkon svítidla:	99.0 W	u 80°: 84 cd/klm
Umístění:	jednostranně nahoře	u 90°: 0.60 cd/klm
Vzdálenost sloupů:	30.000 m	Vždy do všech směrů, které u použitelně nainstalovaného svítidla tvoří stanovený úhel se spodní vertikálou.
Montážní výška (1):	7.953 m	Žádná svítivost nad 95°.
Výška světelného bodu:	8.000 m	Uspřádání splňuje třídu intenzity osvětlení G3.
Přesah (2):	0.927 m	Uspřádání splňuje třídu indexu oslnění D.6.
Sklon ramene (3):	5.0 °	
Délka ramene (4):	1.000 m	

Obr. 5.16: Varianta B - geometrie osvětlovací soustavy

Poznámka: Přestože vzdálenost sloup-vozovka je 0,5 m a délka vyložený 1 m stejně, jako v ostatních dvou případech je přesah (2) 0,927 m a nikoliv správných 0,5 m. Rozkol je dán tím, že svítidla Iridium mají vytvořeny přesné 3D modely společně se stožáry. Tento 3D model je následně přenesen z nástroje Product Selector 5.2.8.1 od společnosti Philips do softwaru Dialux . Tím dojde k tomu, že Dialux neuvažuje přesah (2) od hrany vozovky, ale od místa vetknutí stožáru.

5.9.2 Zvolená svítidla

- **PHILIPS SGP352 1xCPO-TW90W EB FX1 P3H2V_840**

PHILIPS SGP352 1xCPO-TW90W EB FX1 P3H2V_840

C. výrobku:

Světelný tok (Svítidlo): 8976 lm

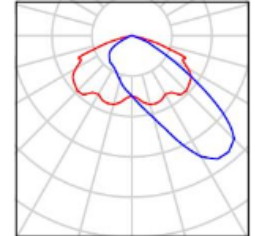
Světelný tok (Zdroje): 10560 lm

Výkon svítidla: 99.0 W

Klasifikace svítidel dle CIE: 100

Kód CIE Flux Code: 35 74 97 100 85

Osazení: 1 x CPO-TW90W/840 (Opravný faktor 1.000).



Obr. 5.17: Varianta B - svítidlo pro úsek A

- **PHILIPS SGP352 1xCPO-TW60W EB FX1 P10H1V_840**

PHILIPS SGP352 1xCPO-TW60W EB FX1 P10H1V_840

C. výrobku:

Světelný tok (Svítidlo): 5897 lm

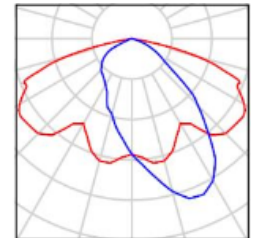
Světelný tok (Zdroje): 7020 lm

Výkon svítidla: 67.0 W

Klasifikace svítidel dle CIE: 100

Kód CIE Flux Code: 40 74 97 100 84

Osazení: 1 x CPO-TW60W/840 (Opravný faktor 1.000).



Obr. 5.18: Varianta B - svítidlo pro úsek B

5.9.3 Fotometrické parametry

Vozovka úsek A Délka: 30.000 m, Šířka: 7.000 m Rastr: 10 x 6 Body Příslušející silniční prvky: Vozovka úsek A. Povrch: R3, q0: 0.070 Zvolená třída osvětlení: ME4b					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.78	0.59	0.65	9	0.79
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
Splněno/nesplněno:	✓	✓	✓	✓	✓
Chodník Délka: 30.000 m, Šířka: 2.000 m Rastr: 10 x 3 Body Příslušející silniční prvky: Chodník . Zvolená třída osvětlení: S3 Dodatečná třída osvětlení ES: ES6					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.) (Ne všechny fotometrické požadavky jsou splněny.)					
	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (poloválc.) [lx]		
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	8.64	6.88	3.02		
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 7.50	≥ 1.50	≥ 1.50		
Splněno/nesplněno:	✓	✓			✓
Parkovací pás Délka: 30.000 m, Šířka: 4.000 m Rastr: 10 x 3 Body Příslušející silniční prvky: Parkovací pás . Zvolená třída osvětlení: CE4					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
		E_m [lx]	U0		
Skutečné hodnoty podle výpočtu:		14.23	0.75		
Požadované hodnoty podle třídy:		≥ 10.00	≥ 0.40		
Splněno/nesplněno:		✓	✓		
Vozovka úsek B Délka: 33.000 m, Šířka: 7.000 m Rastr: 11 x 6 Body Příslušející silniční prvky: Vozovka úsek B. Povrch: R3, q0: 0.070 Zvolená třída osvětlení: ME5					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.74	0.57	0.68	11	0.51
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Splněno/nesplněno:	✓	✓	✓	✓	✓

Obr. 5.19: Varianta B - přehled splněných fotometrických požadavků

5.9.4 Vyhodnocení

Celkový instalovaný příkon:

dosazením do rovnice (12) dostaneme celkový instalovaný příkon OS:

$$P_c = 8 \cdot 99 + 4 \cdot 67 = 1060 \text{ W}$$

Náklady na spotřebovanou el. energii

dosazením do rovnice (13) dostaneme celkové náklady na spotřebovanou el. energii za rok:

$$N_E = 4200 \cdot 1,06 \cdot 2,74 = 12198,48 \text{ Kč}$$

Náklady na údržbu svítidel

dosazením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro jedno svítidlo úseku A:

$$N_A = \frac{900}{7} + \frac{2000}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{7} = 173,72 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro jedno svítidlo úseku B:

$$N_B = \frac{725}{7} + \frac{1963}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{7} = 148,62 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (15) dostaneme celkové náklady na údržbu OS za rok:

$$N_{\text{ú}} = 8 \cdot 173,72 + 4 \cdot 148,62 = \mathbf{1984,24 \text{ Kč}}$$

Provozní náklady

dosazením do rovnice (16) dostaneme provozní náklady na OS za rok:

$$N_{PR} = 12198,48 + 1984,24 = \mathbf{14182,72 \text{ Kč}}$$

Investiční výdaje na jeden světelný bod:

dosazením do rovnice (17) dostaneme pro jeden světelný bod úseku A:

$$N_{iA} = 1500 + 2870 + 9510,94 + 10010 = \mathbf{23890,94 \text{ Kč}}$$

dosazením do rovnice (17) dostaneme pro jeden světelný bod úseku B:

$$N_{iB} = 1500 + 2870 + 9510,94 + 10420 = \mathbf{24300,94 \text{ Kč}}$$

za světelný bod Zb7-1 jsou investiční výdaje ve výši $N_{i7} = 11113,6 \text{ Kč}$

za světelný bod Zb9-5 jsou investiční výdaje ve výši $N_{i9} = 11523,6 \text{ Kč}$

Celkové investiční výdaje na rekonstrukci:

dosazením do rovnice (18) dostaneme celkové investiční :

$$N_i = (7 \cdot 23890,94 + 3 \cdot 24300,94) + 11113,6 + 11523,6 = \mathbf{262776,6 \text{ Kč}}$$

Tab. 5.10: Přehled varianta B

Popis	Typ svítidla	
	Úsek A PHILIPS SGP352 1xCPO-TW90W EB FX1 P3H2V_840	Úsek B PHILIPS SGP352 1xCPO-TW60W EB FX1 P10H1V_840
Svítidlo řady IRIDIUM ²		
Počet [ks]	8	4
Příkon vč. předřadníku [W]	99	67
Celkový instalovaný příkon [W]	1060	
Náklady na spotřebovanou el. energii za rok	12 198,48 Kč	
Náklady na údržbu za rok	173,72 Kč	148,62 Kč
Celkové náklady na údržbu za rok	1 984,24 Kč	
Provozní náklady na OS za rok	14 182,72 Kč	
Celková cena světelných míst	141 016,60 Kč	
Cena svítidla vč. Zdroje	10 010,00 Kč	10 420,00 Kč
Cena za svítidla celkem	121 760,00 Kč	
Investiční výdaje na jeden bod OS ¹	23 890,94 Kč	24 300,94 Kč
Celkové investiční výdaje na OS	262 776,60 Kč	

5.10 Varianta C

Označena jako nejluxusnější varianta se svítidly řady SpeedStar. Jedná se o klasické svítidlo založené na LED technologii. Tím je možné docílit moderního plochého tvaru. Tělo svítidla je celohliníkové. Používá se pro osvětlení silnic a ulic. Svítidlo se vyznačuje minimálními emisemi uhlíku, vynikající energetickou účinností, snadnou údržbou a vysokou spolehlivostí. Bližší specifikace jsou uvedeny v příloze E.

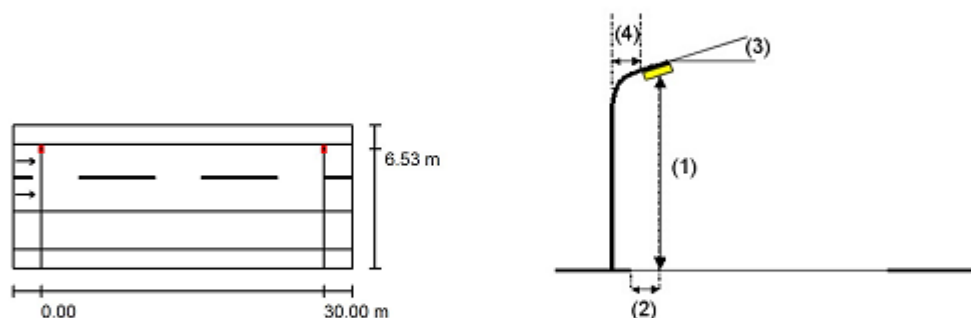
5.10.1 Geometrie OS

Profil ulice

Zelený pás	(Šířka: 2.000 m)
Vozovka úsek A	(Šířka: 7.000 m, Počet jízdních pruhu: 2, Povrch: R3, q0: 0.070)
Parkovací pás	(Šířka: 4.000 m)
Chodník	(Šířka: 2.000 m)

Činitel údržby: 0.93

Rozmístění svítidel



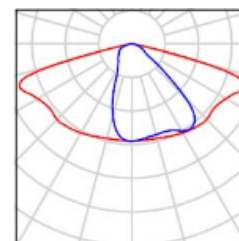
Svítidlo:	PHILIPS BGP322 T35 1xGRN78-3S/740 DM	Nejvyšší hodnoty intenzity světla
Světelný tok (Svítidlo):	7380 lm	u 70°: 606 cd/klm
Světelný tok (Zdroje):	8200 lm	u 80°: 339 cd/klm
Výkon svítidla:	60.0 W	u 90°: 17 cd/klm
Umístění:	jednostranně nahoře	Vždy do všech směrů, které u použitelně nainstalovaného svítidla tvoří stanovený úhel se spodní vertikálou.
Vzdálenost sloupů:	30.000 m	Usporádání splňuje třídu indexu oslnění D.6.
Montážní výška (1):	8.126 m	
Výška světelného bodu:	8.000 m	
Přesah (2):	0.500 m	
Sklon ramene (3):	15.0 °	
Délka ramene (4):	1.000 m	

Obr. 5.20: Varianta C - geometrie osvětlovací soustavy

5.10.2 Zvolená svítidla

- PHILIPS BGP322 T35 1xGRN78-3S/740 DM**

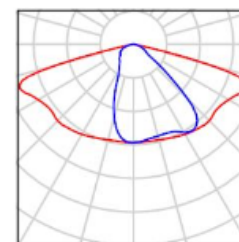
PHILIPS BGP322 T35 1xGRN78-3S/740 DM
 C. výrobku:
 Světelný tok (Svítidlo): 7380 lm
 Světelný tok (Zdroje): 8200 lm
 Výkon svítidla: 60.0 W
 Klasifikace svítidel dle CIE: 100
 Kód CIE Flux Code: 42 76 97 100 90
 Osazení: 1 x GRN78-3S/740 (Opravný faktor 1.000).



Obr. 5.21: Varianta C - svítidlo pro úsek A

- PHILIPS BGP322 T35 1xGRN39-3S/740 DM**

PHILIPS BGP322 T35 1xGRN39-3S/740 DM
 C. výrobku:
 Světelný tok (Svítidlo): 3731 lm
 Světelný tok (Zdroje): 4100 lm
 Výkon svítidla: 32.0 W
 Klasifikace svítidel dle CIE: 100
 Kód CIE Flux Code: 42 76 97 100 91
 Osazení: 1 x GRN39-3S/740 (Opravný faktor 1.000).



Obr. 5.22: Varianta C - svítidlo pro úsek B

5.10.3 Fotometrické parametry

<p>Vozovka úsek A Délka: 30.000 m, Šířka: 7.000 m Rastr: 10 x 6 Body Příslušející silniční prvky: Vozovka úsek A. Povrch: R3, q0: 0.070 Zvolená třída osvětlení: ME4a</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.93	0.64	0.80	10	0.52
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Splněno/nesplněno:	✓	✓	✓	✓	✓
<p>Chodník Délka: 30.000 m, Šířka: 2.000 m Rastr: 10 x 3 Body Příslušející silniční prvky: Chodník . Zvolená třída osvětlení: S3 Dodatečná třída osvětlení ES: ES6</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.) (Ne všechny fotometrické požadavky jsou splněny.)					
	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (poloválc.) [lx]		
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	7.96	6.98			3.93
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 7.50	≥ 1.50			≥ 1.50
Splněno/nesplněno:	✓	✓			✓
<p>Parkovací pás Délka: 30.000 m, Šířka: 4.000 m Rastr: 10 x 3 Body Příslušející silniční prvky: Parkovací pás . Zvolená třída osvětlení: CE5</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
			E_m [lx]	U0	
Skutečné hodnoty podle výpočtu:			11.28	0.79	
Požadované hodnoty podle třídy:			≥ 7.50	≥ 0.40	
Splněno/nesplněno:			✓	✓	
<p>Vozovka úsek B Délka: 33.000 m, Šířka: 7.000 m Rastr: 11 x 6 Body Příslušející silniční prvky: Vozovka úsek B. Povrch: R3, q0: 0.070 Zvolená třída osvětlení: ME5</p>					
(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)					
	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.53	0.54	0.81	11	0.61
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Splněno/nesplněno:	✓	✓	✓	✓	✓

Obr. 5.23: Varianta C - přehled splněných fotometrických požadavků

5.10.4 Vyhodnocení

Celkový instalovaný příkon:

dozazením do rovnice (12) dostaneme celkový instalovaný příkon OS:

$$P_c = 8 \cdot 60 + 4 \cdot 32 = 608 \text{ W}$$

Náklady na spotřebovanou el. energii:

dosazením do rovnice (13) dostaneme celkové náklady na spotřebovanou el. energii za rok:

$$N_E = 4200 \cdot 0,608 \cdot 2,74 = 6996,86 \text{ Kč}$$

Náklady na údržbu svítidel

dosazením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro jedno svítidlo úseku A:

$$N_A = \frac{7000}{14} + \frac{1188}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{14} = 523,42 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (14) dostaneme náklady na údržbu pro jedno svítidlo úseku B:

$$N_B = \frac{6400}{14} + \frac{1188}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{14} = 480,56 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (15) dostaneme celkové náklady na údržbu OS za rok:

$$N_{\text{ú}} = 8 \cdot 523,42 + 4 \cdot 480,56 = \mathbf{6109,60 \text{ Kč}}$$

Provozní náklady

dosazením do rovnice (16) dostaneme provozní náklady na OS za rok:

$$N_{PR} = \mathbf{6996,86 + 6109,60 = 13106,46 \text{ Kč}}$$

Investiční výdaje v za jeden světelný bod

dosazením do rovnice (17) dostaneme pro jeden světelný bod úseku A:

$$N_{iA} = 1500 + 2870 + 9510,94 + 17500 = \mathbf{31380,94 \text{ Kč}}$$

dosazením do rovnice (17) dostaneme pro jeden světelný bod úseku B:

$$N_{iB} = 1500 + 2870 + 9510,94 + 16000 = \mathbf{29880,94 \text{ Kč}}$$

za světelný bod Zb7-1 jsou investiční výdaje ve výši $N_{i7} = 18603,6 \text{ Kč}$

za světelný bod Zb9-5 jsou investiční výdaje ve výši $N_{i9} = 17103,6 \text{ Kč}$

Celkové investiční výdaje na rekonstrukci:

dosazením do rovnice (18) dostaneme celkové investiční :

$$N_i = (7 \cdot 31380,94 + 3 \cdot 29880,94) + 18603,6 + 17103,6 = \mathbf{345016,6 \text{ Kč}}$$

Tab. 5.11: Přehled varianta C

Popis	Typ svítidla	
	Úsek A	Úsek B
Svítilno řady SPEEDSTAR	PHILIPS BGP322 T35 1xGRN78-3S/740 DM	PHILIPS BGP322 T35 1xGRN39-3S/740 DM
Počet [ks]	8	4
Příkon vč. předřadníku [W]	60	32
Celkový instalovaný příkon [W]	608	
Náklady na spotřebovanou el. energii za rok	6 996,86 Kč	
Náklady na údržbu za rok	523,42 Kč	480,56 Kč
Celkové náklady na údržbu za rok	6 109,60 Kč	
Provozní náklady na OS za rok	13 106,46 Kč	
Celková cena světelných míst	141 016,60 Kč	
Cena svítidla vč. zdroje	17 500,00 Kč	16 000,00 Kč
Cena za svítidla celkem	204 000,00 Kč	
Investiční výdaje na jeden bod OS ¹	31 380,94 Kč	29 880,94 Kč
Celkové investiční výdaje na OS	345 016,60 Kč	

5.11 Porovnání celkových ročních nákladů na osvětlení

Výsledné celkové roční náklady zahrnují investici do pořízení svítidel, údržbu, opravy a náklady na el. energii.

Varianta A:

Roční náklady na osvětlení:

$$N_c = n \cdot \frac{N_s}{T_s} + \frac{N_z}{T_z} + \frac{N_p}{T_p} \cdot \left(1 - \frac{T_p}{T_s}\right) + \frac{N_o \cdot T_o}{I_o} + \frac{P_s \cdot T_e \cdot N_e}{1000} \quad (19)$$

kde

n	...počet svítidel
N_s	...cena svítidla [Kč]
T_s	...doba života svítidla [rok]
N_z	...cena světelného zdroje [Kč]
T_z	...doba života světelného zdroje [rok]
N_p	...cena předřadníku [Kč]
T_p	...doba života předřadníku [rok]
N_o	...cena údržby nebo opravy [Kč]
T_o	...předpokládaná doba údržby nebo opravy [rok]
I_o	...přepokládaný interval údržby nebo opravy [rok]
P_s	...příkon svítidla [W]
T_e	...doba provozu (svícení) za rok [h]
N_e	...cena elektrické energie [Kč]

dosazením do rovnice (19) dostaneme pro svítidla úseku A roční náklady na osvětlení :

$$N_{cA} = 8 \cdot \frac{3470}{20} + \frac{291}{7} + \frac{1815}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{7} + \frac{167 \cdot 4200 \cdot 2,74}{1000} = 17447,76 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (19) dostaneme pro svítidla úseku B roční náklady na osvětlení:

$$N_{cB} = 4 \cdot \frac{2437}{20} + \frac{203,55}{6} + \frac{1650}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{6} + \frac{80 \cdot 4200 \cdot 2,74}{1000} = 4506,36 \text{ Kč}$$

Celkové roční náklady na osvětlení:

$$N_c = N_{cA} + N_{cB} \quad [Kč; Kč, Kč] \quad (20)$$

dosazením do rovnice (20) dostaneme:

$$N_c = 17447,76 + 4506,36 = \mathbf{21954,12 \text{ Kč}}$$

Varianta B:

dosazením do rovnice (19) dostaneme pro svítidla úseku A roční náklady na osvětlení :

$$N_{cA} = 8 \cdot \frac{10010}{20} + \frac{900}{7} + \frac{2000}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{7} + \frac{99 \cdot 4200 \cdot 2,74}{1000} = 14503,38 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (19) dostaneme pro svítidla úseku B roční náklady na osvětlení:

$$N_{cB} = 4 \cdot \frac{10420}{20} + \frac{725}{6} + \frac{1963}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{6} + \frac{67 \cdot 4200 \cdot 2,74}{1000} = 5760,24 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (20) dostaneme:

$$N_c = 14503,38 + 5760,24 = \mathbf{20263,52 \text{ Kč}}$$

Varianta C:

dosazením do rovnice (19) dostaneme pro svítidla úseku A roční náklady na osvětlení :

$$N_{cA} = 8 \cdot \frac{17500}{20} + \frac{7000}{14} + \frac{1188}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{14} + \frac{60 \cdot 4200 \cdot 2,74}{1000} = 16711,2 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (19) dostaneme pro svítidla úseku B roční náklady na osvětlení:

$$N_{cB} = 4 \cdot \frac{16000}{20} + \frac{6400}{14} + \frac{1650}{19} \cdot \left(1 - \frac{19}{20}\right) + \frac{550 \cdot 0,5}{14} + \frac{32 \cdot 4200 \cdot 2,74}{1000} = 6595,2 \text{ Kč}$$

dosazením do rovnice (20) dostaneme:

$$N_c = 16711,2 + 6595,2 = \mathbf{23306,4 \text{ Kč}}$$

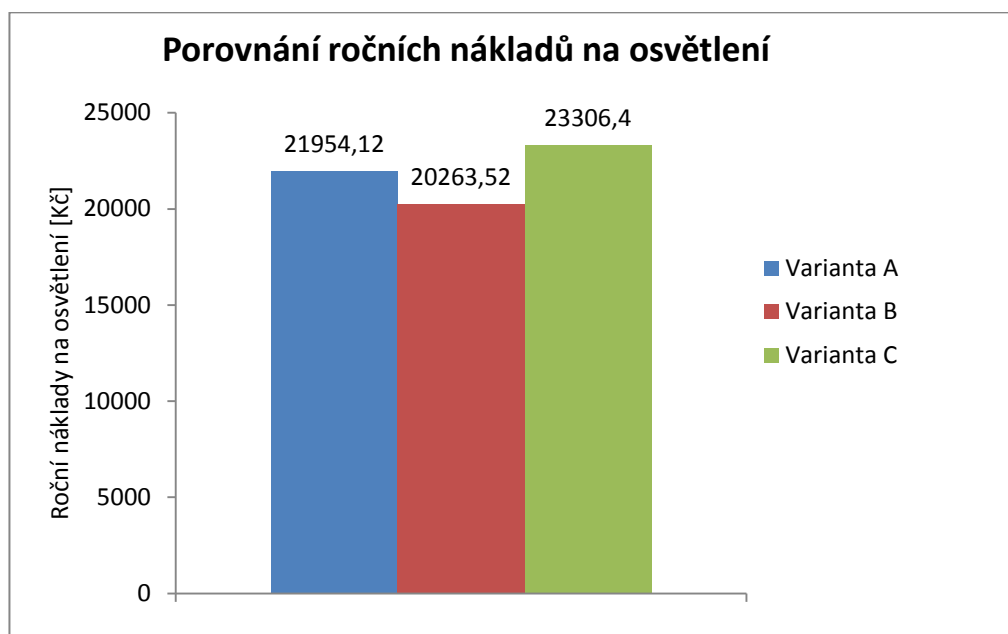
Shrnutí:

Při porovnávání variant nově navržených svítidel lze porovnávat náklady na elektrickou energii, náklady na údržbu a investiční výdaje na pořízení. Při porovnání každého aspektu zvlášť nedostáváme vypovídající údaje. Nelze porovnávat pouze cenu svítidel nebo jejich příkon. Je nutné zahrnout aspekty jako dobu života a cenu předřadných zařízení a světelných zdrojů. Z porovnání bylo zjištěno, že nejlepší variantou je varianta B. Použití kvalitního svítidla s halogenidovou výbojkou se jeví z těchto tří variant jako nejvhodnější, je ale nutné dodat, že jsou porovnávaná svítidla z výrazně odlišných cenových kategorií. U varianty C bylo zvoleno vcelku drahé svítidlo řady SpeedStar. A i když kvalita odpovídá vysoké ceně, v neprospěch této varianty hraje vysoká cena nového světelného zdroje. To by mohla kompenzovat rostoucí cena elektrické energie v letech budoucích. Odhad přesné ceny elektrické energie na mnoho let dopředu není prakticky možné. Této neznalosti využívají nereseriózní prodejci svítidel, kteří zákazníky straší výrazným nárůstem cen elektrické energie. Díky tomu následně demonstrují výhodnost svého řešení. Pro objektivnější porovnání není nutné se pouštět do slepých odhadů cen energie, ale porovnávat svítidla pro současné a reálné ceny. U varianty A se ukazuje, že i přes nízké pořizovací náklady za svítidla vyjdou ve

výsledku roční náklady na osvětlení vyšší než u varianty B. To je dáno vyšším příkonem svítidel.

Tab. 5.12: Porovnání ročních nákladů na osvětlení

Porovnání ročních nákladů na osvětlení		
Popis	Roční náklady na osvětlení	Rozdíl
Varianta A	21 954,12 Kč	+1690,6
Varianta B	20 263,52 Kč	0
Varianta C	23 306,40 Kč	+3042,88



Obr. 5.24: Graf porovnání ročních nákladů na osvětlení

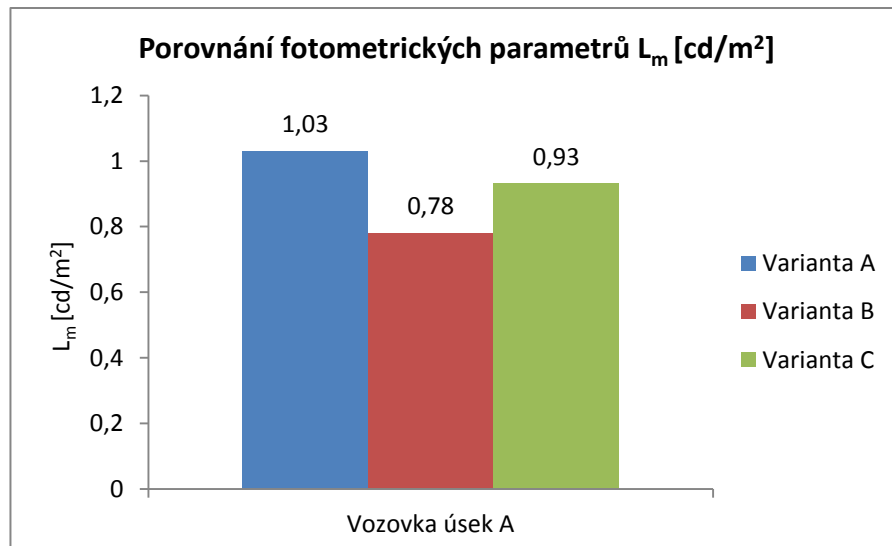
Poznámka: Veškeré ceny jsou uvedeny bez DPH. Vstupní cenové údaje byly vyhledány pomocí internetových stránek prodejců osvětlení. Kromě cen svítidla Iridium a SpeedStar, které poskytl přímo výrobce Philips pro účely této diplomové práce. Všechny ceny jsou maloobchodní a při odběru jednoho kusu. Dá se očekávat při odběru více kusů či dlouhodobější spolupráci značné snížení cen.

5.12 Porovnání vybraných fotometrických parametrů

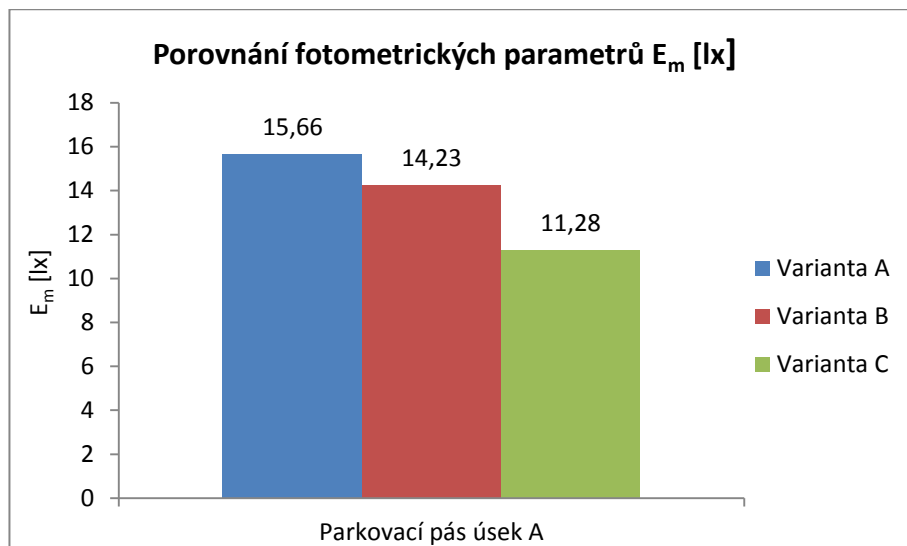
K porovnání byly zvoleny základní fotometrické ukazatele vypovídající o kvalitě osvětlení komunikace. U vozovek jím je průměrný jas povrchu komunikace L_m . Největšího průměrného jasu na vozovce úseku A dosahuje varianta A a u úseku B varianta B. U parkovacího pásu a chodníku jsou porovnávány průměrné osvětlenosti povrchu E_m . Největší průměrné osvětlenosti na parkovacím pásu i chodníku dosahuje varianta A. Na počátku je třeba konstatovat, že všechny varianty splňují požadavky normy. Z tohoto pohledu je naprosto jedno, která z přestavených variant bude zvolena. Avšak měla by být vybrána ta nejlepší varianta, která poskytne co nejkvalitnější světelné podmínky na ulici, bude jí varianta A se svítidly řady Malaga. Nutno podotknout u variant (A a B) s výbojovými světelnými zdroji je při výběru projektant omezen výkonovými řadami, v nichž jsou výbojové světelné zdroje vyráběny. Proto nalézt takovou variantu, kdy budou splněny normativní požadavky a přitom zbytečně (nehospodárně) ulici nepřesvětlovat je komplikované. Tento problém odpadl s nástupem svítidel využívající LED světelné zdroje. Tato svítidla poskytují širokou škálu výkonových řad, čímž je snadnější vybrat tu vhodnou pro konkrétní situaci. Za přesvětlené oblasti se považují ty, kde by třída osvětlení (ME4b) vyhověla stupni vyššímu (ME3c). K tomu dochází u varianty A v případě vozovky a parkovacího pásu v úseku A. Poté je možné konstatovat, že nejlepší variantou bude varianta B.

Tab. 5.13: Porovnání vybraných fotometrických parametrů

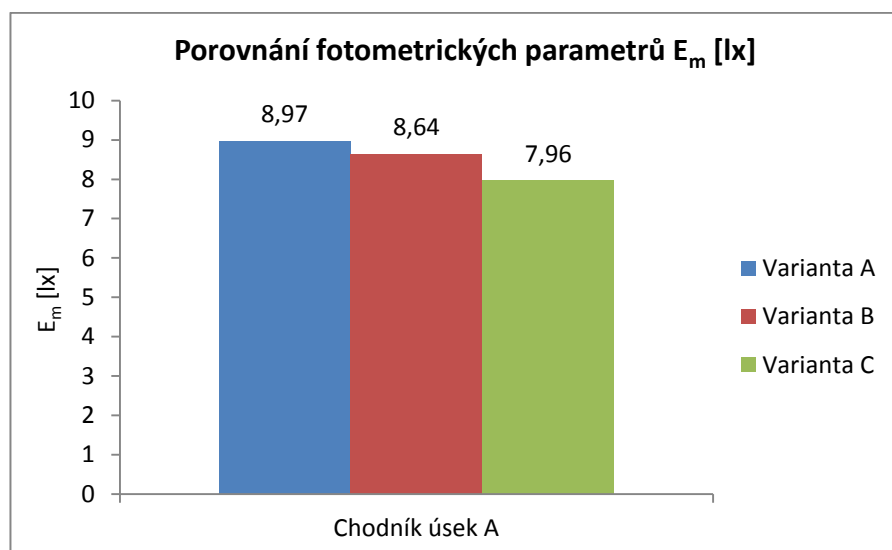
Porovnání fotometrických parametrů				
Popis	Úsek A			Úsek B
	L_m [cd/m^2] vozovka	E_m [lx] parkovací pás	E_m [lx] chodník	L_m [cd/m^2] vozovka
Varianta A	1,03	15,66	8,97	0,54
Varianta B	0,78	14,23	8,64	0,74
Varianta C	0,93	11,28	7,96	0,53



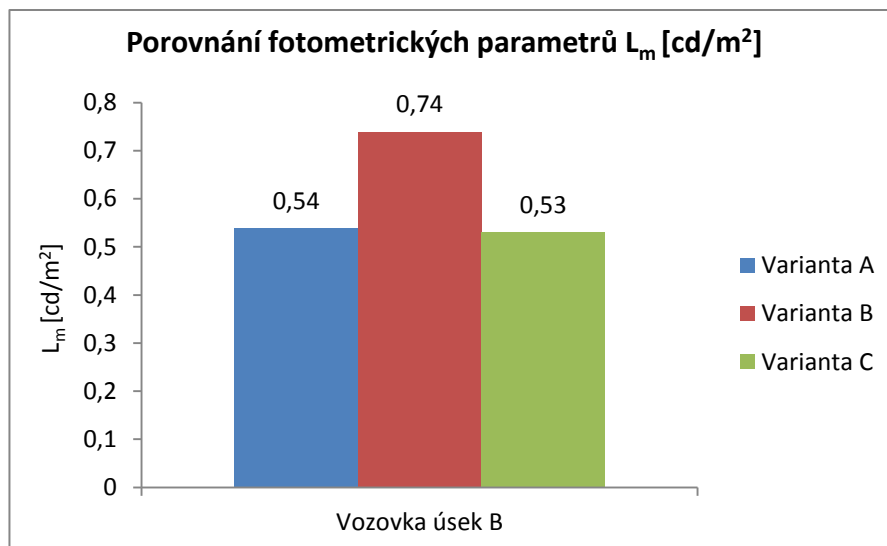
Obr. 5.25: Graf porovnání L_m [cd/m^2] na vozovce úseku A



Obr. 5.26: Graf porovnání E_m [lx] parkovacího pásu



Obr. 5.27: Graf porovnání E_m [lx] chodníku



Obr. 5.28: Graf porovnání na vozovce úseku B

6 Porovnání stávající a navržené osvětlovací soustavy VO

6.1 Porovnání osvětlenosti vozovky

Pro porovnání byly využity tabulky osvětlenosti naměřených hodnot a výstupů ze softwaru Dialux. K lepší názornosti byly tabulky doplněny o škálu barev značící míru osvětlenosti na vozovce. Nejvyšší osvětlenost (54 lx) značí barva červená, která postupně přechází ve žlutou až k barvě modré, která značí místa s nejnižší hladinou osvětlenosti (4,32 lx). Při pohledu na tabulky je zcela patrné, že nejvyšší osvětlenost je v levém a pravém kraji tabulky, tedy v místech vozovky, nad kterou je umístěno svítidlo. Se zvyšující vzdáleností od svítidla osvětlenost klesá a to jak v podélném, tak i příčném směru k ose vozovky. Není tomu, ale u nově navržených OS, jelikož svítidla jsou uchycena na nakloněném výložníku. Tím dojde k vychýlení světelného toku dopadajícího na vozovku. Nejvyšší osvětlenost se u navrhovaných OS nachází v polovině šířky vozovky. Náklon výložníku způsobí, že oblast s nejnižší osvětleností se nachází mezi svítidly na straně vozovky, nad kterou se svítidla nacházejí. Z porovnání je patrné, že nejlépe je osvětlena vozovka současnými svítidly. Ze strany osvětlenosti tomu jistě je, nikoliv už ze strany hospodárnosti. Je však třeba uvést že současná OS se soustředí pouze na osvětlení vozovky a nikoliv už na osvětlení přilehlého parkovacího stání a chodníku. Z posledního řádku tabulky (hranice mezi vozovkou a parkovacím stáním) je patrné, že hodnota osvětlenosti stávající i navržených OS je srovnatelná. Lze předpokládat, že pokles osvětlenosti u stávající OS v příčném směru bude takový, že prostor parkovacího stání a chodníku není dostatečně osvětlen. U navržených variant nové OS je prostor parkovacího stání osvětlen dostatečně dle požadavků normy. U

nových OS není bráno v úvahu cizorodé světlo a překážky v šíření světla. Při porovnání je nutné brát v potaz fakt, že výložníky současné OS nejsou nikterak nakloněny.

Osvětlovací soustava stávající

Tab. 6.1: Stávající OS - hodnoty osvětlenosti E [lx] na vozovce

31	29	23	18	15	15	19	26	50	54
28	27	23	17	15	15	18	26	48	51
25	23	22	17	15	15	19	24	41	46
22	20	20	16	14	14	20	23	36	38
19	17	14	13	12	12	15	20	29	30
16	14	12	11	11	12	15	19	23	28

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
22,67	11	54	0,49	0,204

Osvětlovací soustava varianta A

Tab. 6.2: Varianta A - hodnoty osvětlenosti E [lx] na vozovce

31	23	13	8,26	7,3	7,3	8,26	13	23	31
33	23	13	8,85	8,26	8,26	8,85	13	23	33
34	25	15	10	8,77	8,77	10	15	25	34
38	27	16	12	11	11	12	16	27	38
38	28	18	16	13	13	16	18	28	38
32	26	18	16	14	14	16	18	26	32

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
19	7.30	38	0.375	0.194

Osvětlovací soustava varianta B

Tab. 6.3: Varianta B - hodnoty osvětlenosti E [lx] na vozovce

21	15	10	6,2	4,32	4,32	6,2	10	15	21
25	16	12	7,57	5,29	5,29	7,57	12	16	25
27	16	13	8,84	6,53	6,53	8,84	13	16	27
28	17	14	10	7,92	7,92	10	14	17	28
27	18	15	12	9,44	9,44	12	15	18	27
25	18	16	13	11	11	13	16	18	25

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
15	4.32	28	0.297	0.156

Osvětlovací soustava varianta C

Tab. 6.4: Varianta C - hodnoty osvětlenosti E [lx] na vozovce

26	18	11	6,42	4,71	4,71	6,42	11	18	26
32	23	14	9,09	7,2	7,2	9,09	14	23	32
30	23	16	10	8,45	8,45	10	16	23	30
26	21	15	11	8,99	8,99	11	15	21	26
22	18	14	11	9,3	9,3	11	14	18	22
19	16	13	10	9,3	9,3	10	13	16	19

E_m [lx]
15

E_{min} [lx]
4.71

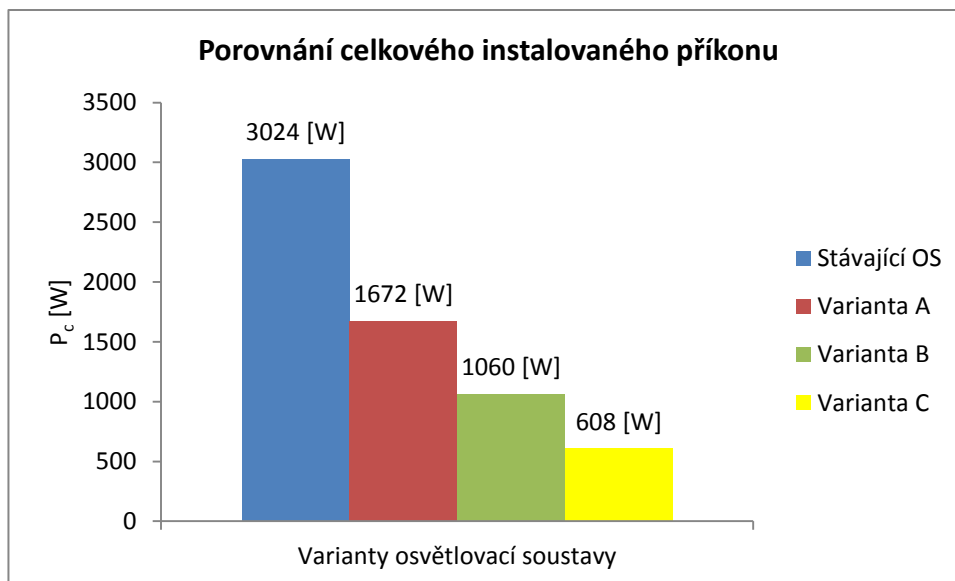
E_{max} [lx]
32

E_{min} / E_m
0.305

E_{min} / E_{max}
0.149

6.2 Porovnání celkového instalovaného příkonu

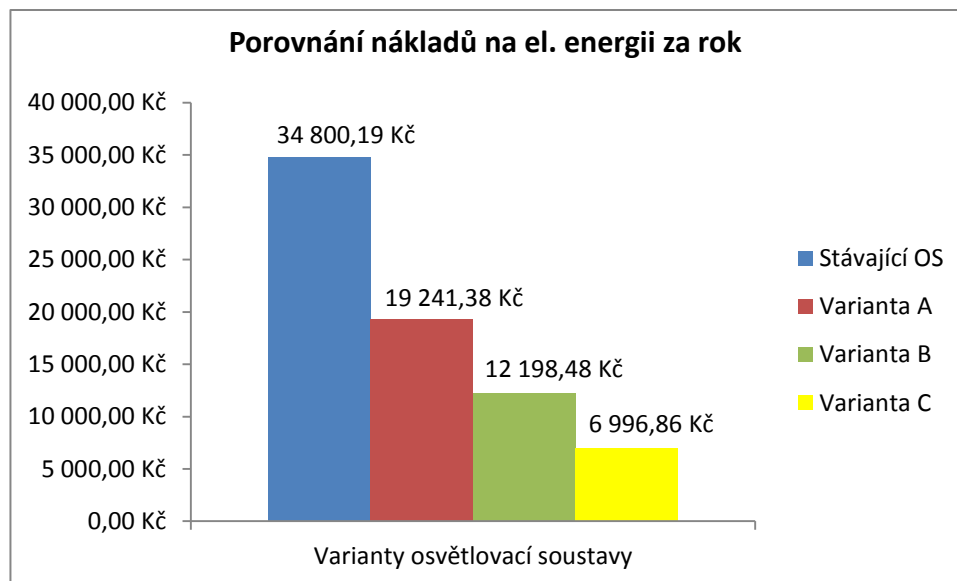
Dle předpokladu dosahuje stávající OS největšího instalovaného příkonu 3024 W. Všechny nově navržené varianty představují výraznou úsporu. Z nově navržených OS má největší instalovaný příkon varianta A s vysokotlakými sodíkovými výbojkami. Přesto je přibližně dvojnásobně (1,81krát) celkový instalovaný příkon nižší než i stávající OS. U varianty B s halogenidovými výbojkami je pokles instalovaného příkonu přibližně trojnásobně (2,85krát) nižší oproti původní OS. Naprosto nejmarkantnější rozdíl je vidět mezi stávající OS a variantou C se světelnými diodami. U varianty C je celkový instalovaný výkon pětinašobně (4,97krát) nižší proti stávajícímu stavu. Při výběru varianty OS s důrazem na co nejnižší instalovaný příkon (nejnižší náklady na elektrickou energii) je nejvhodnější varianta C.



Obr. 6.1: Graf porovnání celkového instalovaného příkonu

6.3 Porovnání nákladů na el. energii

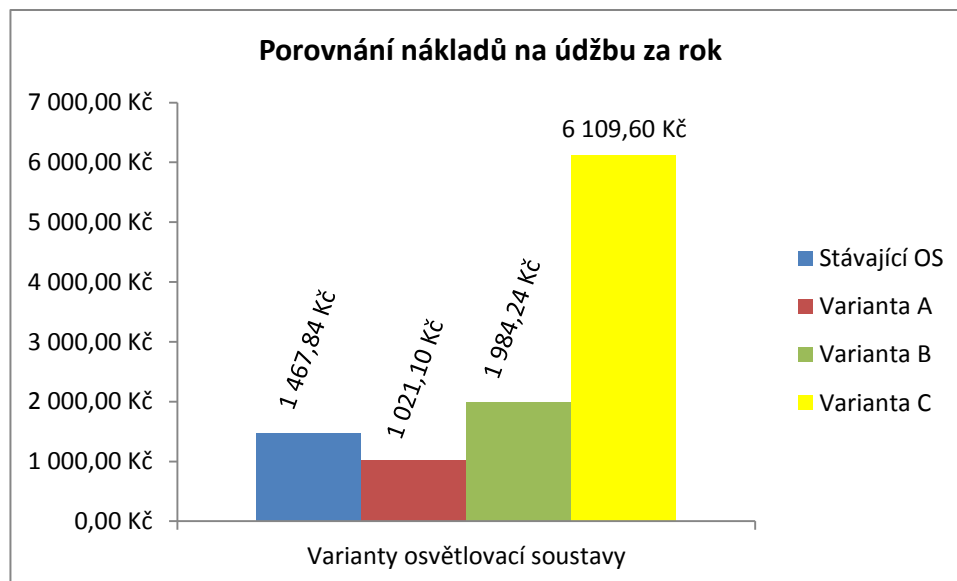
Náklady na spotřebovanou elektrickou energii za rok jsou přímo úměrné celkovému instalovanému příkonu konkrétní OS. Tvorba ceny za elektrickou energii, pro kterou je proveden výpočet, je uvedena v kapitole 4.5.2. Cena je stanovena zjednodušeným výpočtem pro rok 2015. Z důvodu rizikové oblasti před bývalým obchodním střediskem není v soustavě počítáno s regulací osvětlení během noci. Přesto jsou všechna svítidla vybavena elektronickými předřadníky, které stmívání umožňují. Po vyhodnocení stavu osvětlení během noci může správce VO kdykoliv přistoupit k následné úpravě regulace. Tím by bylo dosaženo ještě výraznějších úspor za elektrickou energii. Rozdíl nákladů na spotřebovanou elektrickou energii mezi stávající OS a variantou C činí 27803,33 Kč/rok. Výše úspory se blíží investičním výdajům na vybudování jednoho nového osvětlovacího místa včetně svítidla u varianty C.



Obr. 6.2: Graf porovnání nákladů na el. energii

6.4 Porovnání nákladů na údržbu za rok

Náklady nelze brát tak, že budou proinvestovány každý rok, ale částka se střeďá do doby výměny světelného zdroje nebo předřadného zařízení. Nejsou uvažovány náklady na osvětlovací místa (stožár, svorkovnice atd.). Tím, že jsou tyto náklady pro každou variantu OS shodné, nebudou pro porovnání uvažovány. Výši nákladů na údržbu svítidel ovlivňuje cena a životnost použitých světelných zdrojů a předřadných zařízení. Další položkou v nákladech na údržbu je cena za údržbu, doba údržby a interval. Výše nákladů na údržbu stávající OS je do jisté míry zavádějící, neboť pro zjednodušení ve výpočtu není uvažováno se stářím soustavy. Náklady na údržbu stávající OS budou reálně vyšší. Rozdílovým faktorem v ceně údržby nově navržených variant je cena světelného zdroje (ceny předřadných zařízení jsou srovnatelné). Ekonomicky nejnáročnější bude údržba varianty C. Je to dáno vysokou cenou světelného zdroje (LED modulu). Cena světelného zdroje pro variantu C je přibližně sedminásobně vyšší než cena halogenidové výbojky. Nejlevnějším světelným zdrojem je vysokotlaká sodíková výbojka čímž se varianta A stává nejméně nákladnou na údržbu.



Obr. 6.3: Graf porovnání nákladů na údržbu

6.5 Návratnost investice - prostá

Prostá návratnost nerespektuje náklady spojené s údržbou zařízení. Nemá takovou vypovídající hodnotu jako porovnání ročních nákladů na osvětlení. Proto je nutné na ní nahlížet s odstupem a v práci má pouze orientační charakter. Na základě prosté návratnosti investice není vybrána nejlepší varianta. Prostá doba návratnosti se vypočte pomocí následujícího vzorce:

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad [\text{rok}; \text{kč}, \text{kč} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (21)$$

kde

T_s ...doba návratnosti

IN ...investiční výdaj

CF ...roční úspora nákladů

Varianta A:

dosazením do rovnice (21) dostaneme dobu návratnosti investice:

$$T_s = \frac{178524,60}{15558,81} = \mathbf{11,47 \text{ roku}}$$

Varianta B

dosazením do rovnice (21) dostaneme dobu návratnosti investice:

$$T_s = \frac{262776,60}{22601,71} = \mathbf{11,62 \text{ roku}}$$

Varianta C

dosazením do rovnice (21) dostaneme dobu návratnosti investice:

$$T_s = \frac{345016,60}{27803,33} = \mathbf{12,41 \text{ roku}}$$

7 Závěr

Z výsledků práce vychází jako nejvhodnější varianta při srovnání ekonomických a světelně technických parametrů varianta B se svítidly řady Iridium². Tato volba je jakýmsi kompromisem mezi počátečními investičními výdaji a náklady na spotřebovanou elektrickou energii. Tyto dva ukazatele bývají pro případné investory (nejčastěji města a obce) při rozhodování mezi různými variantami nejdůležitější. Proto byly připraveny tři odlišné varianty. Varianta A se svítidly řady Malaga představuje pro zákazníka nejmenší počáteční investici. Nicméně náklady na spotřebovanou elektrickou energii jsou v tomto případě nejvyšší. Varianta C přináší zákazníkovi nejnižší náklady na spotřebovanou elektrickou energii avšak za cenu přibližně dvojnásobné počáteční investice oproti variantě A. Pokud by se rozhodovalo na základě těchto dvou ukazatelů, nebylo by nutné připravovat další variantu. Projektant či světelný technik by ale měl upozornit investora, že na výběr vhodného svítidla a světelného zdroje je nutné nahlížet komplexněji. Tento komplexní pohled nabízí porovnání celkových ročních nákladů na osvětlení. Z tohoto porovnání vychází nejlépe varianta B, která je o 1690,60 Kč/rok výhodnější oproti variantě A a o 3042,88 Kč/rok výhodnější oproti variantě C. Se všemi třemi navrženými variantami budou seznámeni zástupci města Tanvald, kde jako nejvhodnější varianta bude prezentována varianta B. V této variantě slouží jako světelný zdroj halogenidová výbojka. Z toho je parné, že stále nenastala doba, kdy volba světelného zdroje v podobě světelných diod bude naprosto jednoznačná a nebude třeba uvažovat dalších světelných zdrojů.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] HABEL, Jiří. *Světlo a osvětlování*. Praha: FCC Public, 2013, 622 s. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [2] SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, Zdeněk BLÁHA, Zbyněk CARBOL, Daniel DIVIŠ, Blahoslav SOCHA, Jaroslav ŠNOBL, Jan ŠUMPICH a Petr ZÁVADA. *Světelná technika*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011, 255 s. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [3] ČESKÝ ROZHLAS. 2007. *Z historie techniky - veřejné osvětlení* [online]. [cit. 2015-02-02].
Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/vedaarchiv/technologie/_zprava/388100
- [4] KOTEK, Jaroslav. *Proč a jak musí svítit veřejné osvětlení* [online]. [cit. 2015-04-01]. ISSN 1212-0812.
Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/proc-a-jak-musi-svitit-verejne-osvetleni--16860>
- [5] SOKANSKÝ, Karel a kolektiv. *Metodické pokyny pro obnovu, provoz a údržbu veřejného osvětlení* [online]. 2008 [cit. 2015-02-26].
Dostupné z: <http://www.kr-kralovehradecky.cz/assets/rozvoj-kraje/uzemni-planovani/Prirucka.pdf>
- [6] Zákon o obcích. In: *č.128/2000 Sb.* 2000.
Dostupné z: [http://www.zakonycr.cz/seznamy/128-2000-sb-zakon-o-obcich-\(obecni-zrizeni\).html](http://www.zakonycr.cz/seznamy/128-2000-sb-zakon-o-obcich-(obecni-zrizeni).html)
- [7] ELECTROSUN, s.r.o. *Normy ČSN pro veřejné osvětlení* [online]. 2007 [cit. 2015-01-17].
Dostupné z: <http://www.electrosun.cz/html/normacsn2.html>
- [8] SEQUENS, Tomáš, Richard HAMRAN, Petra NOVÁKOVÁ. KOCIÁN ŠOLC BALAŠTÍK, advokátní kancelář, s. r. o. *Normy ve veřejném osvětlení z pohledu práva* [online]. 2012 [cit. 2015-01-17].
Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/normy-ve-verejnem-osvetleni-z-pohledu-prava--591>
- [9] SOKANSKÝ, Karel a kolektiv. *Racionalizace v osvětlování venkovních prostor* [online]. 2005 [cit. 2015-03-26].
Dostupné z: <http://www.csorsostrava.cz/publikace/racionalizace%20-%202005.pdf>
- [10] KOOOPERATIVA, v.o.d. *Katalog stožárů* [online]. 2013 [cit. 2015-03-03].

- Dostupné z: <http://www.kooperativa-vod.cz/static/soubory/stranka-80/katalog-stozary-20131-10-572.pdf>
- [11] ŽÁK, Petr. *Světelné technické návrhy osvětlovací soustav veřejného osvětlení* [online]. [cit. 2015-02-07].
Dostupné z: http://www.ecservice.cz/seminarvo1/Prednaska-3_SvetelneTechnickeNavrhySoustavVO_Zak.pdf
- [12] PREISLEROVÁ, Hana, Václav HOŠEK a Milan KOZÁK. *Koncepce prevence kriminality města Tanvaldu na období 2015 až 2018* [online]. 2015 [cit. 2015-02-25].
Dostupné z:
http://www.tanvald.cz/userfiles/files/koncepce_kriminality/koncepce_kriminality.pdf
- [13] KRBAL, M. Tvorba znalostní databáze pro světelnou techniku s možností expresního zpracování dotazů. Disertační práce. Brno: Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brně, 2014. 216 stran. Vedoucí disertační práce doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D.
- [14] ELKOVO ČEPELÍK, s.r.o. *Elektronické předradníky + stmívání* [online]. 2015 [cit. 2015-04-09].
Dostupné z: <http://www.elkovo-cepelik.cz/elektronicke-predradniky-stmivani>
- [15] DVOŘÁČEK, Vladimír. *Světelné zdroje - vysokotlaké sodíkové výbojky* [online]. 2009 [cit. 2015-03-26].
Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39197.pdf>
- [16] DVOŘÁČEK, Vladimír. *Světelné zdroje - halogenidové výbojky* [online]. 2009 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/38556.pdf>
- [17] KOUDELKA, Ctirad. *Ochranné kryty elektrických zařízení a předmětů* [online]. 2004 [cit. 2015-03-31].
Dostupné z: http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/IK_kod.pdf
- [18] SPOLEČNOST PRO ROZVOJ VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ, z.s. *Doporučené standardy pro zařízení veřejného osvětlení* [online]. [cit. 2015-03-25].
Dostupné z: <http://www.srvo.cz/info-databaze/>
- [19] PETŘÍČEK, Ivo. *Světelná technika: Praktické aplikace* [online]. 2015 [cit. 2015-05-04].
Dostupné z:
https://www.pslib.cz/pe/skola/studijni_materialy/prezentace/elektricka_zarizeni/
- [20] NOVÁK, Tomáš. *Základy světelné techniky* [online]. 2010 [cit. 2015-04-05].
Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/srvo-zaklady-svetelne-techniky>

- [21] SOKANSKÝ, Karel. *Úspory energie v osvětlování při hodnocení energetické náročnosti budov* [online]. 2009 [cit. 2015-15-04].
Dostupné z:
http://www.csorsostrava.cz/publikace/Uspory_energie_v_osvetlovani_pri_hodnoceni_energeticke_narocnosti_budov/Zaverecna_zprava.pdf
- [22] TESAŘ, Jiří. *Jak projektovat veřejné osvětlení* [online]. 2005 [cit. 2015-04-15].
Dostupné z:<http://www.artmetal-cz.com/p%C5%99edn%C3%A1%C5%A1ky/publikace/Jak%20projektovat%20VO-2005.pdf>
- [23] FORTEX-AGS, a.s. *Mapa ČR* [online]. [cit. 2015-03-30].
Dostupné z:<http://www.fortex.cz/cz/o-nbsp-spolecnosti/kontakty/jak-nas-najdete/>
- [24] ČSN CEN/TR 13201-1. *Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení*. 2007.
- [25] SBĚRATELSTVÍ, světelné zdroje a svítidla veřejného osvětlení. *Velbloud - Elektrosvit 44x 2x xx* [online]. [cit. 2015-04-11].
Dostupné z: http://www.vybojky-zarovky.cz/svitidla_velbloud.html
- [26] VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ, zábavní web. *Elektrosvit* [online]. [cit. 2015-04-10].
Dostupné z:http://www.vo.wbs.cz/Elektrosvit-.html#444_231x-velbloud
- [27] HASON, Zdeněk. *Úspory elektrické energie v systémech venkovního veřejného osvětlení* [online]. 2000 [cit. 2015-04-02].
Dostupné z: <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/008156.pdf>
- [28] TOP OSVĚTLENÍ, s.r.o. *Co je DIALux ?* [online]. 2010 [cit. 2015-04-20].
Dostupné z: <http://www.top-osvetleni.cz/navrhy-osvetleni/profesionalni-navrhy-osvetleni/24-co-to-je-dialux>
- [29] DIAL GmbH. *By planners for planners* [online]. [cit. 2015-04-20].
Dostupné z: <http://www.dial.de/DIAL/en/dialux.html>
- [30] BURIŠÍN, Miroslav. *Preventivní opatření pro správnou funkci plynových zařízení II* [online]. 2009 [cit. 2015-03-29].
Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/vytapime-plynem/5802-preventivni-opatreni-pro-spravnou-funkci-plynovych-zarizeni-ii>
- [31] ROBENEK, Jan. *Světelné zdroje a svítidla pro veřejné osvětlení v roce 2012* [online]. 2013 [cit. 2015-03-20].
Dostupné z: <http://www.hw.cz/knihovnicka/svetelne-zdroje-a-svitidla-pro-verejne-osvetleni-v-roce-2012.html>

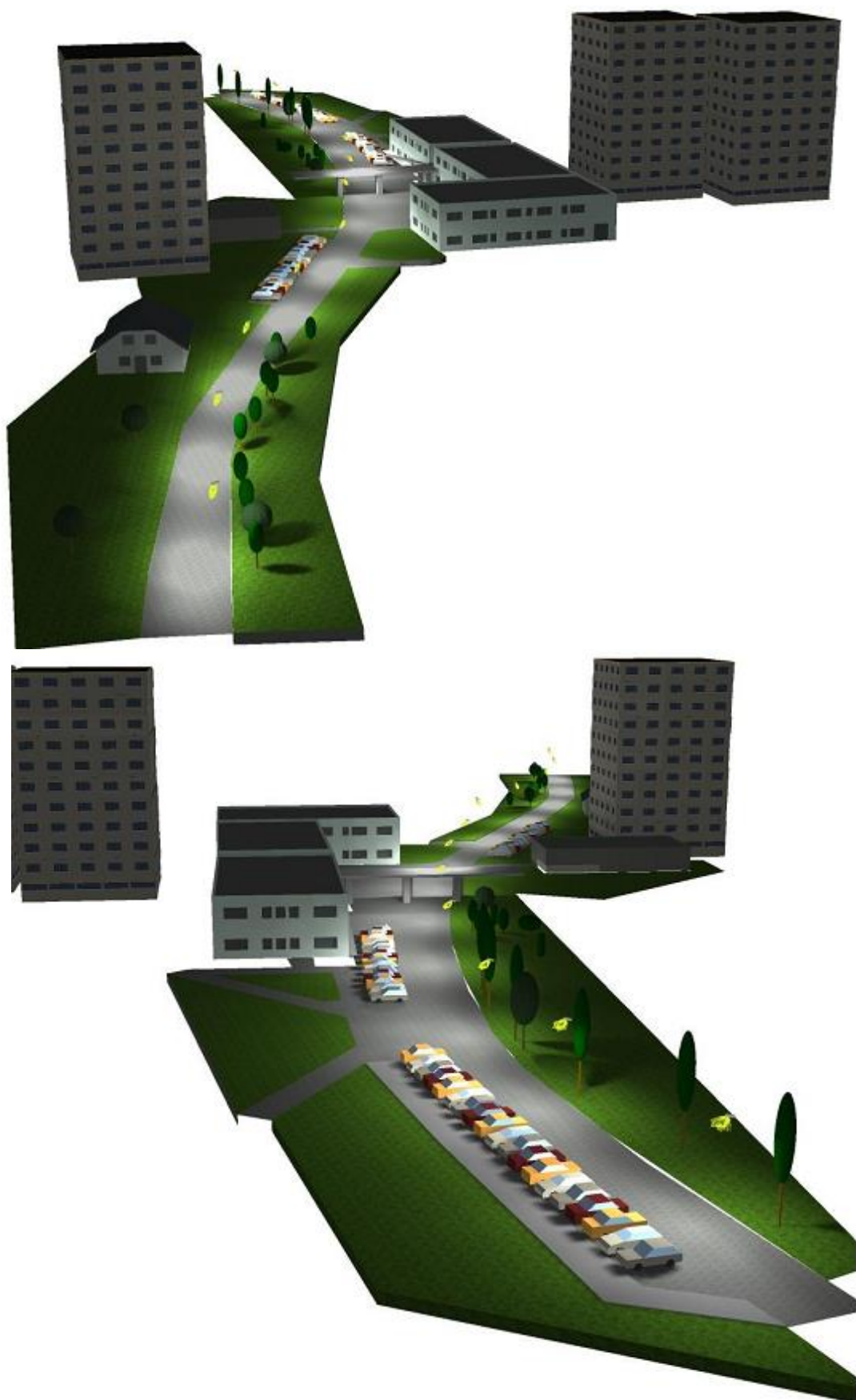
- [32] OSRAM GmbH. *Barvy světla LED diod* [online]. [cit. 2015-05-04].
Dostupné z: http://www.osram.cz/osram_cz/novinky-a-znalosti/led-domov/technicke-informace/zakladni-prehled-led/barvy-svetla/index.jsp
- [33] INDAL C&EE, s.r.o. *Technical lighting catalogue* [online]. 2010 [cit. 2015-04-18].
Dostupné z: <http://www.indal-lighting.com/ctlg.php?cat=2&merc=24>
- [34] BROM, Vladimír. *Vzájemné vzdálenosti vedení* [online]. 2004 [cit. 2015-02-20].
Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/vvvatd040521/view>
- [35] ŽÁK, Petr. *Vývojové tendence ve světelných zdrojích a svítidlech* [online]. 2012 [cit. 2015-04-10].
Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/8343-vyvojove-tendence-ve-svetelnych-zdrojich-a-svitidlech>
- [36] ČSN EN 13201-2. *Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky*. 2005.
- [37] SEZNAM.CZ, a.s. *Tanvald, Mapy.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-03-10].
Dostupné z: <http://www.mapy.cz/zakladni?x=15.3046417&y=50.7410179&z=13&source=muni&id=1812>
- [38] ČSN IEC 50 (845). *Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 845: Osvětlení*. 1996.
- [39] CZECH NATURE ENERGY, a. s. *Dnešní světelné zdroje ve veřejném osvětlení* [online]. [cit. 2015-04-22].
Dostupné z: <http://www.cne.cz/verejne-osvetleni/cesty-k-usporam-verejne-osvetleni/svetelne-zdroje/>
- [40] NIESIG, Petr. *LED - světelné diody (Light Emitting Diodes)* [online]. [cit. 2015-04-25].
Dostupné z: <http://www.elkovo-cepelik.cz/led-svetelne-diody-light-emitting-diodes>
- [41] SEVEN, o.p.s. *Veřejné osvětlení pro města a obce* [online]. 2010 [cit. 2015-04-19].
Dostupné z: <http://www.svn.cz/assets/files/informacni-materialy/2011/manual-verejneho-osvetleni.pdf>
- [42] PASEKA, Petr. *Ekonomická náročnost soustav veřejného osvětlení* [online]. [cit. 2015-04-24].
Dostupné z: <http://arotechnic-schreder.cz/cs/wp-content/uploads/Ekonomicka%20A1-n%20A1ro%20nost-soustavy-ve%20vejn%20ho-osv%20tlen%20AD.pdf>

- [43] LINDA, Josef. *Elektrické světlo I*. Vyd. 1. Plzeň: Západočeská univerzita, 1993, 78 s. ISBN 80-708-2094-2.
- [44] LINDA, Josef. *Elektrické světlo II*. Vyd. 1. Plzeň: Západočeská univerzita, 1995, 109 s. ISBN 80-708-2167-1.
- [45] LINDA, Josef. *Elektrické světlo III*. Vyd. 1. Plzeň: Západočeská univerzita, Katedra elektroenergetiky, 1995, 105 s. ISBN 80-708-2223-6.
- [46] ENCYKLOPEDIE FYZIKY. *Fotometrické veličiny* [online]. [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/535-fotometricke-veliciny>

Seznam příloh

- A. 3D simulace rekonstruovaného úseku ulice Horská
- B. Ukázka možného výstupu ze softwaru Dialux – preferovaná varianta B
- C. Katalogový list svítidla Malaga
- D. Katalogový list svítidla Iridium²
- E. Katalogový list svítidla SpeedStar
- F. Výřez ulice Horská z pasportu města Tanvald

A. 3D simulace rekonstruovaného úseku ulice Horská



B. Ukázka možného výstupu ze softwaru Dialux – preferovaná varianta B

Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A **DIALux**
26.04.2015

Zpracovatel: Pavel Prušek
Telefon:
Fax:
e-mail:

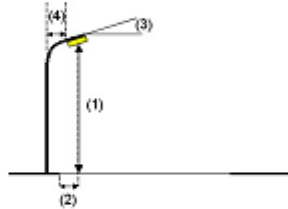
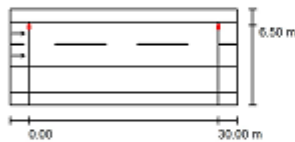
PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Plánovací údaje

Profil ulice

Zelený pás	(Šířka: 2.000 m)
Vozovka úsek A	(Šířka: 7.000 m, Počet jízdních pruhů: 2, Povrch: R3, q0: 0.070)
Parkovací pás	(Šířka: 4.000 m)
Chodník	(Šířka: 2.000 m)

Čísel údržby: 0.86

Rozmístění svítidel



Svítilna:	PHILIPS SGP352 1xCPO-TW90W EB FX1 P3H2V_840
Svítelný tok (Svítilna):	8976 lm
Svítelný tok (Zdroje):	10560 lm
Výkon svítidla:	99.0 W
Umístění:	jednosměrně nahoru
Vzdálenost sloupů:	30.000 m
Montážní výška (1):	7.953 m
Výška svítelného bodu:	8.000 m
Přesah (2):	0.927 m
Sklon ramene (3):	5.0 °
Délka ramene (4):	1.000 m

Nejvyšší hodnoty intenzity světla	
u 70°:	601 cd/km
u 80°:	84 cd/km
u 90°:	0.60 cd/km

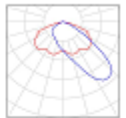
Vždy do všech směrů, také u požadované námiřovacího svítidla tuří stanovený úhel od svislé vertikály.
Žádná svítivost nad 95°.
Uspořádání splňuje třídu intenzity osvětlení G3.
Uspořádání splňuje třídu indexu oslnění D.6.

Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A **DIALux**
26.04.2015

Zpracovatel: Pavel Prušek
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Kusovník svítidel

PHILIPS SGP352 1xCPO-TW90W EB FX1
P3H2V_840
C. výrobku:
Svítelný tok (Svítilna): 8976 lm
Svítelný tok (Zdroje): 10560 lm
Výkon svítidla: 99.0 W
Klasifikace svítidel dle CIE: 100
Kód CIE Flux Code: 35 74 97 100 85
Osazení: 1 x CPO-TW90W/840 (Opravný faktor 1.000).

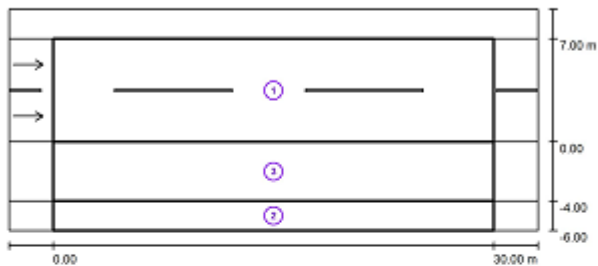


Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A

DIALux
26.06.2015

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Světelně technické výsledky



Činěná údržba: 0.85

Měřítko 1:258

Soupis vyhodnocovacího pole

1 Vozovka úsek A
Délka: 30.000 m, Šířka: 7.000 m
Rastr: 10 x 6 Body
Přislušející silniční prvky: Vozovka úsek A.
Povrch: R3, q0: 0.070
Zvolená třída osvětlení: ME4b

(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)

	L_{a} [cd/m ²]	U0	U1	TI [%]	SR
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.78	0.59	0.65	9	0.79
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
Splněno/nesplněno:	✓	✓	✓	✓	✓

Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A

DIALux
26.06.2015

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Světelně technické výsledky

Soupis vyhodnocovacího pole

2 Chodník
Délka: 30.000 m, Šířka: 2.000 m
Rastr: 10 x 3 Body
Přislušející silniční prvky: Chodník .
Zvolená třída osvětlení: S3
Dodatečná třída osvětlení ES: ES6

(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)
(Ne všechny fotometrické požadavky jsou splněny.)

	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} (polovlk.) [lx]
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	8.64	6.88	3.02
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 7.50	≥ 1.50	≥ 1.50
Splněno/nesplněno:	✓	✓	✓

3 Parkovací pás
Délka: 30.000 m, Šířka: 4.000 m
Rastr: 10 x 3 Body
Přislušející silniční prvky: Parkovací pás .
Zvolená třída osvětlení: CE4

(Jsou splněny všechny fotometrické požadavky.)

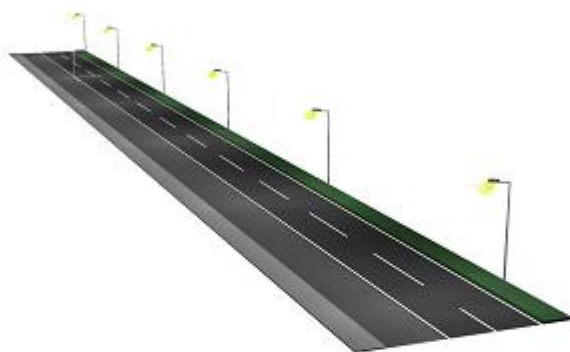
	E_{av} [lx]	U0
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	14.23	0.75
Požadované hodnoty podle třídy:	≥ 10.00	≥ 0.40
Splněno/nesplněno:	✓	✓

Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A

DIALux
20.06.2015

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Ztvárnění 3D

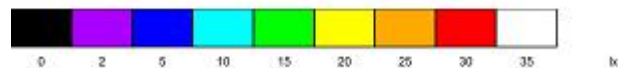
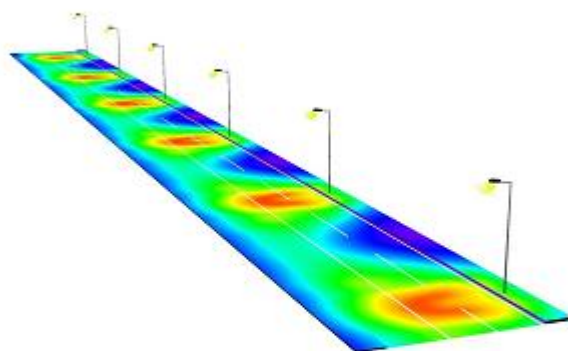


Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A

DIALux
20.06.2015

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Renderování nepravými barvami

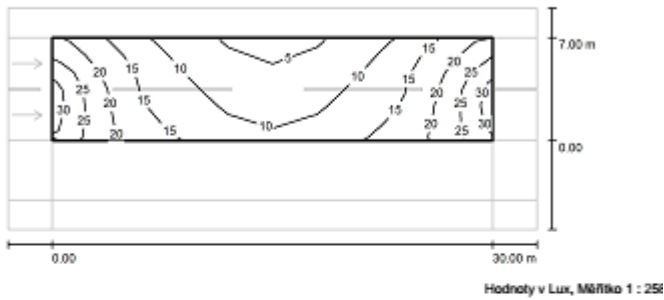


Návrh rekonstrukce veřejného osvětlení části pozemní komunikace v místě bydliště

Návrh světel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A **DIALUX**
26.04.2015

Zpracovatel Pavel Pňak
Telefon
Fax
e-mail

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Vozovka úsek A / Isolinie (E)



Hodnoty v Lux, Měřítko 1 : 258

Rastr: 10 x 6 Body

E_{m} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{m}}$	$E_{\text{max}} / E_{\text{min}}$
14	4.07	28	0.288	0.147

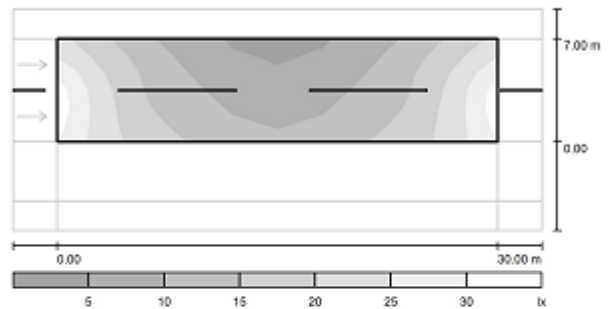
DIALux 4.12 by DIAL GmbH

Strana 1

Návrh světel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A **DIALUX**
26.04.2015

Zpracovatel Pavel Pňak
Telefon
Fax
e-mail

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Vozovka úsek A / Stupně šedi (E)



Měřítko 1 : 258

Rastr: 10 x 6 Body

E_{m} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{m}}$	$E_{\text{max}} / E_{\text{min}}$
14	4.07	28	0.288	0.147

DIALux 4.12 by DIAL GmbH

Strana 2

Návrh rekonstrukce veřejného osvětlení části pozemní komunikace v místě bydliště

Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul. Horská úsek A



Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul. Horská úsek A

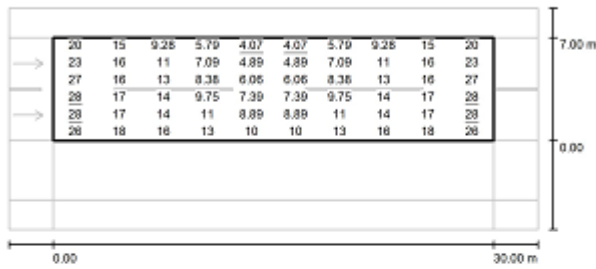


Zpracovatel Pavel Pnatek
Telefon
Fax
e-mail

Zpracovatel Pavel Pnatek
Telefon
Fax
e-mail

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 PB_840 / Vozovka úsek A / Graf hodnot (E)

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 PB_840 / Vozovka úsek A / Tabulka (E)



Hodnoty v Lux, Měřítko 1 : 258



6.417	20	15	9.28	5.79	4.07	4.07	5.79	9.28	15	20
5.250	23	16	11	7.09	4.89	4.89	7.09	11	16	23
4.083	27	16	13	8.38	6.06	6.06	8.38	13	16	27
2.917	28	17	14	9.75	7.39	7.39	9.75	14	17	28
1.750	28	17	14	11	8.89	8.89	11	14	17	28
0.583	28	18	16	13	10	10	13	16	18	28
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Pozn: Souřadnice se vztahují na výše uvedený graf. Hodnoty v Lux.

Rastr: 10 x 6 Body

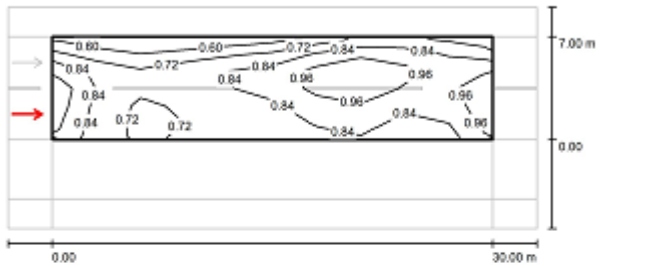
E_{in} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{in}	E_{min} / E_{max}
14	4.07	28	0.288	0.147

Rastr: 10 x 6 Body

E_{in} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{in}	E_{min} / E_{max}
14	4.07	28	0.288	0.147

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Vozovka úsek A / Pozorovatel 1 / Isolinie (L)



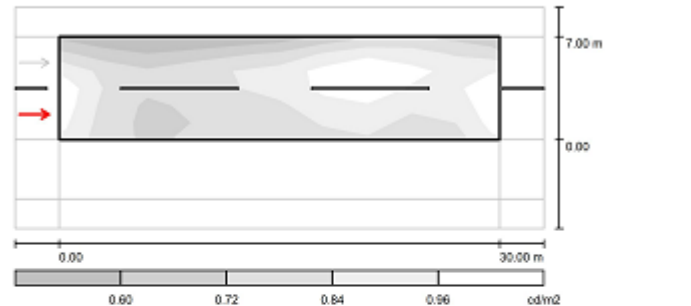
Hodnoty v Candela/m², Měřítko 1 : 258

Rastr: 10 x 6 Body
Pozice pozorovatele: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)
Povrch: R3, q₀: 0.070

	L _m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.82	0.59	0.70	9
Požadované hodnoty podle třídy ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Splňuje/nespĺňuje:	✓	✓	✓	✓

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Vozovka úsek A / Pozorovatel 1 / Stupně šedi (L)



Měřítko 1 : 258

Rastr: 10 x 6 Body
Pozice pozorovatele: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)
Povrch: R3, q₀: 0.070

	L _m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.82	0.59	0.70	9
Požadované hodnoty podle třídy ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Splňuje/nespĺňuje:	✓	✓	✓	✓

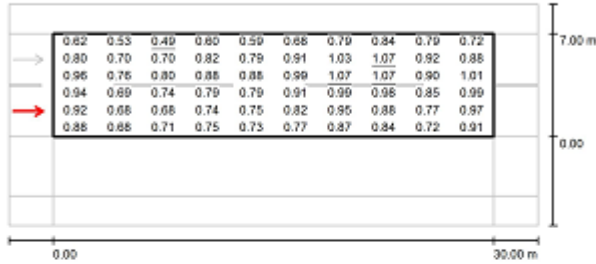
Návrh rekonstrukce veřejného osvětlení části pozemní komunikace v místě bydliště

Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A

DIALux
26.06.2016

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Vozovka úsek A / Pozorovatel 1 / Graf hodnot (L)



Hodnoty v Candela/m², Měřítko 1 : 258

Rastr: 10 x 6 Body
Pozice pozorovatele: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)
Povrch: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.82	0.59	0.70	9
Požadované hodnoty podle třídy ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Splňno/hesplňno:	✓	✓	✓	✓

Návrh svítidel pro rekonstrukci VO ul.Horská úsek A

DIALux
26.06.2016

Zpracovatel: Pavel Pražák
Telefon:
Fax:
e-mail:

PHILIPS SGP611 CUR 1xCPO-TW90W EB R100 P8_840 / Vozovka úsek A / Pozorovatel 1 / Tabulka (L)



6.417	0.62	0.53	0.49	0.60	0.59	0.68	0.79	0.84	0.79	0.72
5.250	0.80	0.70	0.70	0.82	0.79	0.91	1.03	1.07	0.92	0.88
4.083	0.96	0.76	0.80	0.88	0.88	0.99	1.07	1.07	0.90	1.01
2.917	0.94	0.69	0.74	0.79	0.79	0.91	0.99	0.98	0.85	0.99
1.750	0.92	0.68	0.68	0.74	0.75	0.82	0.95	0.88	0.77	0.97
0.583	0.88	0.68	0.71	0.75	0.73	0.77	0.87	0.84	0.72	0.91
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Pozor: Souřadnice se vztahují na výše uvedený graf. Hodnoty v Candela/m².

Rastr: 10 x 6 Body
Pozice pozorovatele: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)
Povrch: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Skutečné hodnoty podle výpočtu:	0.82	0.59	0.70	9
Požadované hodnoty podle třídy ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Splňno/hesplňno:	✓	✓	✓	✓

C. Katalogový list svítidla Malaga

2015, leden 30
Změna údajů vyhrazena



Malaga – moderní styl

Malaga SGS101

Malaga je všestranné svítidlo veřejného osvětlení. Nabízí moderní styl a kvalitní osvětlení komunikací pro bezpečné a pohodlné řízení vozidel. Ale také pro plošné osvětlení s nízkými pořizovacími náklady i nízkými náklady na údržbu. Optický systém byl navržen tak, aby umožňoval kvalitní řízení světla a dobrou účinnost. Svítidlo Malaga poskytuje optimální osvětlení a dobrou rovnoměrnost, pokud se montážní výška přibližně rovná šířce silnice a rozteče sloupů představují zhruba 3,5násobek šířky silnice. Je vhodné pro montáž na sloup i výložník; k dispozici je také konzola pro montáž na stěnu.

Výhody

- Versatile road lighting luminaire offering modern styling and quality lighting for safe, comfortable driving and for area illumination
- Optical system delivers good beam control and light output, with optimal illuminance and good uniformity
- Designed for low investment and maintenance costs

Vlastnosti

- Moderní styl
- Účinné řízení paprsku a stejnoměrný rozptyl světla
- Vhodné pro montáž na vrchol sloupu a montáž s bočním vstupem; k dispozici je také konzola pro montáž na stěnu

Aplikace

- Obytné čtvrti
- Pozemní komunikace
- Parkoviště
- Průmysl

PHILIPS

Malaga SGS101

2

Specifikace

• Typ	SGS/HGS101	• Materiál	Těleso: UV-stabilizovaný polypropylen vyztužený skleněnými vlákny Kryt: polykarbonátový, odolný vůči UV záření
• Světelné zdroje	SGS101: SON-T (50, 70 W), SON-WE (50, 70 W), CDO-TT 70 W HGS101: HPL-N (80, 125 W)	• Instalace	Montáž na výložník nebo stožár o průměr 34 - 60 mm
• Včetně zdroje	Standardní dostupná verze	• Hlavní užití	Průmyslové oblasti, obytné zóny, vedlejší komunikace, místní komunikace, parkoviště, kruhové objezdy
• Předřadník	Elektromagnetický - SGS101: BSN - HGS101: BHL		
• Optika	Trojdišný hliníkový reflektor		
• Barva	Šedá (RAL 7035)		
• Typ	SGS101 (malá verze)	• Barva	Šedá, RAL 7035
• Světelný zdroj	Výbojky: - 1 x MASTER SON-T PIA Plus / E27 / 50, 70 W - 1 x SON / E27 / 50, 70 W - 1 x SON-I / E27 / 50, 70 W - 1 x SON-T / E27 / 50, 70 W - 1 x HPL-N / E27 / 80, 125 W	• Instalace	Montáž na výložník: boční vstup ø 42 / 60 mm Montáž na sloup: osový vstup ø 42 / 60 mm Montážní třmen jak pro montáž na výložník tak i na sloup Doporučená montážní výška: 6 m Standardní úhel sklonu na vrcholu sloupu: 15° Nastavitelný úhel sklonu: není k dispozici Nastavitelná vyzářovací charakteristika: není k dispozici Max. plocha náporu větru: 0,09 m ² Max. hodnoty Cx ze strany: 0,04 m ²
• Včetně zdroje	Ano (K) Ne	• Údržba	Zavěšený kryt s rychloupínacími sponami a snadno odnímatelný plech předřadníku
• Předřadník	Elektromagnetický (nízkofrekvenční), 230 nebo 240 V / 50 Hz - Indukční (IN)	• Příslušenství	Redukce pro výložník 34-42mm a sloup 76mm Konzola pro montáž na stěnu
• Napájecí napětí	230 nebo 240 V	• Hlavní použití	Obytné zóny, silnice, parkoviště, průmyslové zóny
• Optika	Trojdišná optika z hliníku s povrchovou úpravou stucco		
• Kryt optiky	Polykarbonátová kryt		
• Zapalovač	Semiparalelní (SP) Semiparalelní, se samočinným odpojičem (ST)		
• Voltelné	Forobuřka: zísuvka NEMA (P1), Mini-cell (P3)		
• Materiály a povrchové úpravy	Kryt: polypropylen vyztužený skelným vláknem, UV stabilizovaný Kryt optiky: polykarbonát Montážní třmen: hliník litý pod tlakem, nekorodující Nosník předřadníku: polykarbonát vyztužený skelným vláknem		

Podobné výrobky



Malaga SGS101, světlidlo veřejného osvětlení, montáž na výložník



Malaga SGS101, světlidlo veřejného osvětlení, montáž na výložník

2015, Leden 30
Změna údajů vyhrazena

D. Katalogový list svítidla Iridium²



2015, Leden 30
Změna údajů vyhrazena

Iridium² – osvětlení cesty před sebou

Iridium² Medium

Iridium² je řada uličních svítidel zkonstruovaná pro výkon a trvalou udržitelnost. Zákazníci mohou v závislosti na způsobu použití a rozpočtu začít s LED, výbojkami s elektronickým předřadníkem nebo spojením obou těchto technologií ve stejném svítidle. Bez ohledu na počáteční volbu, modularita svítidla Iridium² umožňuje zákazníkům své systémy modernizovat (z LED na LED nebo z výbojek na LED) jednoduchou výměnou výzbroje. Integrace modulu LEDGINE, zcela nové optiky pro výbojky, elektronického předřadníku a ovládacích prvků je reakcí na rostoucí poptávku po úsporách energie. Nová optika Iridium² HID je navržena tak, aby zajišťovala nejvyšší výkon osvětlení ve své třídě a současně nabízela obrovskou flexibilitu pro daný způsob použití. Všechny tyto vlastnosti ve spojení se snadností montáže a údržby svítidla Iridium² zajišťují, že zákazníci se budou moci těšit z nízkých provozních nákladů.

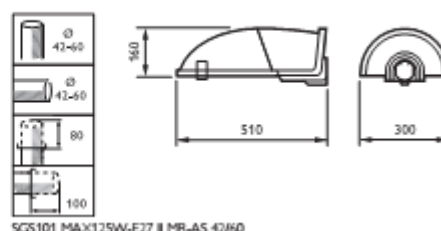
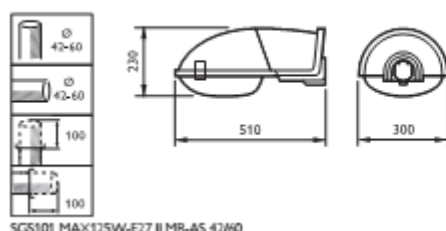
Výhody

- Svítidlo, které je připraveno na budoucnost: údržba je velmi snadná; pro modernizaci LED nejsou vyžadovány žádné nástroje
- Program vysoce účinného osvětlení díky plochému sklu žádný kompromis na úkor jakosti osvětlení
- Plná flexibilita pro pokrytí všech způsobů využití, řada různých cenových úrovní a technologie

Vlastnosti

- S modulem LEDGINE™

Rozměrové výkresy



2015, Leden 30
Změna údajů vyhrazena

Iridium² Medium

2

Aplikace

- Pozemní komunikace: dálnice a motorizovaná doprava v rámci měst i mezi nimi
- Ulice: smíšené ulice s dopravou i bydlením
- Cesty pro chodce, cyklostezky, parkoviště, kruhové objezdy

Specifikace

• Typ	SGP352	• Materiály a povrchová úprava	Těleso: hliník litý pod tlakem Vysoce odrazivá optika (sestavená optika) Sklo: extra čiré, tvrzené, tloušťka 5 mm
• Světelný zdroj	Výbojky: - MASTER CosmoWhite CPO-TW / PGZ12 / 60, 140 W - MASTER SON-T PIA Plus / E27 / 50, 70 W - MASTER SON-T PIA Plus / E40 / 100, 150 W - MASTER CityWhite CDO-TT / E40 / 100, 150 W	• Barva	RAL 7035 nebo stříbrošedí (jako RAL 9006) jako standard Barvy RAL nebo AKZO k dispozici na vyžádání
• Napájecí napětí	220-240 V / 50-60 Hz	• Příslušenství	Zadní mřížka ZGP352
• Optika	Flexibilní optika (FX1) pro Cosmopolis Flexibilní optika (FX2) pro Cosmopolis Flexibilní optika (FX1) pro SON Flexibilní optika (FX2) pro SON		
• Optický kryt	Ploché sklo s úpravou DynaClean (FGD) Ploché sklo, mimořádně čiré		
• Volitelné	Regulace světla: - Samostatné stmívání Lumistep - Samostatné stmívání Dynadimmer - Stmívání prostřednictvím SDU - Externí stmívání 1-10 V - Externí stmívání Dali - Stmívání prostřednictvím Telemanagement 1-10 V - Stmívání prostřednictvím Telemanagement Dali - Stmívání prostřednictvím Telemanagement RF Fotobuňka: Zásuvka NEMA, Minicell Pojistky Předem zapojené svítidlo		

Podobné výrobky



Iridium² e-HID SGP352 road-lighting luminaire

Iridium² Medium

3

Rozměrové výkresy



SGP352 SON-TPPS0W K II FX1 FG AL GR.

Detaily o výrobku



Easy installation



Setting the lamp position



Gear tray replacement without use of tools (disconnection)



Gear tray replacement without use of tools (removing the gear tray)



Re-lamping



Smooth shape of Iridium²

E. Katalogový list svítidla SpeedStar

2015, Březen 26
Změna údajů vyhrazena



SpeedStar – LED diody zajišťují bezpečnou cestu domů

SpeedStar

Obce jsou pod tlakem, aby splňovaly cíle v úsporách energie snížením své energetické spotřeby a množství emisí a současně dodržovaly normy a předpisy pro osvětlení. Naše svítidlo SpeedStar založené na LED diodách řeší tyto základní problémy a poskytuje řešení, které snižuje dopad na naše životní prostředí. SpeedStar je energeticky účinné svítidlo vyžadující minimální údržbu osazené systémem LEDGINE, který umožňuje další budoucí modernizaci a které lze připojit k systémům regulace osvětlení a zajistit tak další úspory energie. Toto svítidlo, které představuje minimální emise uhlíku, je ideálním řešením pro funkční osvětlení komunikací.

Výhody

- Vynikající energetická účinnost
- Snadná údržba a nadčasové provedení; možnost modernizace/ provedení servisu během jediné minuty
- Inovační design, který je neutrální z hlediska emisí CO₂

Vlastnosti

- Osazeno systémem LEDGINE pro špičkový výkon a spolehlivost po celou dobu životnosti
- Flexibilní systém – kompatibilní se všemi řešeními ovládní osvětlení pro ještě větší úspory energie
- Speciální design pro systém LEDGINE
- Dlouhodobá životnost s nízkými nároky na údržbu
- Celkové řešení včetně sloupů a výložníků

Aplikace

- Osvětlení silnic a ulic

PHILIPS

Specifikace

<ul style="list-style-type: none"> • Typ • Světelný zdroj • Počet LED diod • Světelný tok • Barva světla • Příkon • Proud předřadníku • Náběhový proud • Předřadník (integrovaný) • Optika • Kryt optiky • Volitelné 	<p>BGP322 (střední verze) BGP323 (velká verze)</p> <p>LEDGINE: GreenLine, ComfortLine, EconomyLine</p> <p>Verze BGP322: 16 - 80 LED diod Verze BGP323: 88 - 160 LED diod</p> <p>Různý (závisí na kombinaci proudu předřadníku, počtu LED diod, barvě LED diod)</p> <p>Teplá bílá, 3000 K Neutrální bílá, 4000 K Studená bílá, 5500 K</p> <p>Verze BGP322: min. 20 W, max. 150 W Verze BGP323: min. 110 W, max. 300 W</p> <p>350 - 410 - 530 mA</p> <p>105A / 250 μs</p> <p>220-240 V / 50-60 Hz</p> <p>Střední (DM) Široká (DW) Mimořádně široká (DX) Comfort (DC)</p> <p>Ploché sklo</p> <p>Lumístep 6 h / 8 h / 10 h Konstantní světelný výkon Dynamimmer 1-10V SDU Ochrana proti rázům 10kV Zásuvka Nema Miniaturní fotocelka Minicell 30 - 50 - 75 lx OLC PLM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Připojení • Materiál • Barva • Montáž • Údržba • Životnost • Poznámky • Hlavní způsoby použití 	<p>Vícepólový konektor</p> <p>Těleso: hliník litý pod vysokým tlakem, lakovaný Těsnění: silikonová pryž, odolná vůči teplu Optika: plast Kryt: tepelně tvrzené sklo</p> <p>Matná stříbrošedá (bližší se odstínu RAL 9006) Ultra tmavě šedá (10714) Ostatní barvy RAL nebo AKZO k dispozici na požádání</p> <p>Na vyložník: 42-60 mm Montáž na sloup: 60/76 mm Integrovaný nástavec, flexibilní instalace s přepážkou ve tvaru měsíce Teplota okolí: -40 °C < T_a < 50 °C Doporučená montážní výška: 6-12 m Standardní úhel sklonu při montáži na vrchol sloupu: 0 nebo 5° Standardní úhel sklonu na vyložníku: 0 stupňů Nastavitelný úhel sklonu: není Verze BGP322: max. plocha vystavená větru: 0,059 m² Verze BGP323: max. plocha vystavená větru: 0,070 m²</p> <p>Zespolu, otevřením krytu pomocí jediné rychloupínací spony</p> <p>Min. 60 000 hodin (86 % jmenovitého světelného toku při T_a = 25 °C)</p> <p>CO₂neutrální, 0 cd</p> <p>Osvětlení silnic a ulic v obytných zónách</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



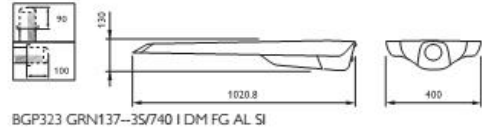
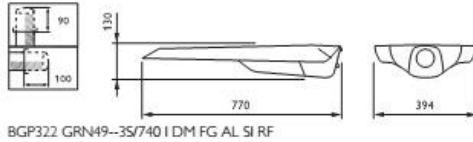
© 2015 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)
Všechna práva vyhrazena

Změna specifikací bez upozornění. Ochranné známky jsou vlastnictvím Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) nebo jejich příslušných majitelů.

www.philips.com/lighting

2015, Březen 26
Změna údajů vyhrazena

Dimensional drawing



Product details



Patented optics for optimal light distribution



Dedicated design for LED resulting in an extremely thin luminaire



Flat glass cover – high maintenance factor and easy cleaning



Flexifit mounting system: side-entry 42-60 mm at 0° or post-top 60/76 mm at 0 and 5°



BGP322 can fit from 16 up to 80 LEDs



© 2015 Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips)
Všechna práva vyhrazena

Změna specifikací bez upozornění. Ochranné známky jsou vlastnictvím Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) nebo jejich příslušných majitelů.

www.philips.com/lighting

2015, Březen 26
Změna údajů vyhrazena

F. Výřez ulice Horská z pasportu města Tanvald

