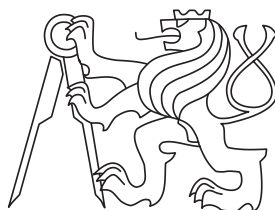


**České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební**

**Katedra technických zařízení budov
Obor: Architektura a stavitelství**



Návrh venkovního (veřejného) osvětlení

Design of outdoor lighting (public)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval: Marie Ponomarenko
Vedoucí práce: Doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.
Rok: 2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Ponomarenko</u>	Jméno: <u>Marie</u>	Osobní číslo: <u>438531</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra technických zařízení budov K11125</u>		
Studijní program: <u>Architektura a stavitelství</u>		
Studijní obor: <u>Architektura a stavitelství</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Návrh venkovního (veřejného) osvětlení</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Design of outdoor lighting (public)</u>	
Pokyny pro vypracování: Provést rozbor zadání z hlediska vymezení dílčích částí řešení BP. Provést výpočty venkovního osvětlení z hlediska ČSN a energetické náročnosti v souvislosti řízení venkovního osvětlení. Navrhnout vhodné světelné zdroje z urbanistického hlediska s koncepcí Smart Cities. Navrhnout dimenzi a jištění a ukládání elektrických rozvodů včetně možnosti aplikace OZE. Vypracovat projektovou dokumentaci venkovního (veřejného) osvětlení včetně vypracování technické zprávy.	
Seznam doporučené literatury:	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>20.2.2018</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>27.5.2018</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>20.2.2018</u> Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
---	---------------------

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....
Marie Ponomarenko

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Bohumíru Garlíkovi, CSc. za vedení bakalářské práce a za podnětné návrhy, které ji obohatily. Dále děkuji Ing. Filipovi Vaňkovi a Janu Horákovi z firmy SATHEA za poskytnutí podkladů nutných pro zpracování práce. Děkuji panu Dvořákovi a Hurníkovi z Technických služeb města Chomutov za cenné připomínky z pozice správce soustavy VO v Chomutově. V neposlední řadě také děkuji svým rodičům za neskonalou trpělivost a podporu.

Marie Ponomarenko

Abstrakt:

Návrh veřejného osvětlení je komplexním úkonem vyžadujícím znalosti z oblasti legislativy, světelné techniky, stavební fyziky či stavební mechaniky. Tato bakalářská práce si klade za cíl sdružit základní portfolio podkladů a informací nutných pro orientaci v problematice osvětlování pozemních komunikací. Poznatky teoretické přípravy jsou využity při návrhu nového úseku soustavy veřejného osvětlení.

Klíčová slova:

Venkovní (veřejné) osvětlení, návrh osvětlení, řízení osvětlení, smart cities

Abstract:

The act of designing public lighting is a complex process which requires knowledge from such fields as legislation, lighting technology, building physics or structural mechanics. This bachelor's thesis is intended to group basic portfolio of publications and information necessary for orientation in the field of public lighting. Knowledge based on theoretical preparation is used to design a new section of public lighting system.

Keywords:

Outdoor (public) lighting, design of lighting, lighting control, smart cities

Obsah

1 Úvod	13
2 Legislativní rámec	15
2.1 Požadavky na VO	15
2.1.1 Normy	15
2.1.2 Vyhlášky a předpisy	16
2.1.3 Požadavky investora (obce)	17
2.1.4 Limity území	17
2.2 Plánování rozvoje VO	18
2.2.1 Pasport VO	18
2.2.2 Zatřídění komunikací	18
2.2.3 Rozvojový plán	19
2.2.4 Obecní směrnice pro VO	19
2.2.5 Dotace na VO a energetický posudek	20
3 Prvky soustavy VO	21
3.1 Světelné zdroje	21
3.1.1 Parametry světelných zdrojů	22
3.1.2 Světelné zdroje ve VO	30

3.2 Svítidla	34
3.2.1 Opticky činné části	34
3.2.2 Elektrické části	36
3.2.3 Konstrukční části	37
3.3 Podpůrná infrastruktura	38
3.4 Elektroinstalace	40
3.4.1 Typ sítě	40
3.4.2 Jmenovité proudové zatížení	41
3.4.3 Velikost úbytku napětí a ztrát	42
3.4.4 Mechanické namáhání	42
3.4.5 Ochrana před úrazem el. proudem	44
4 Spínání, regulace, řízení	45
4.1 Spínání VO	45
4.2 Regulace VO	46
4.2.1 Stmívání	46
4.2.2 Způsoby regulace VO	47
4.3 Řízení VO	49
4.3.1 Pevně naprogramované řízení VO	49
4.3.2 Dynamické řízení VO	50
4.4 Finanční náročnost soustavy VO	52
4.5 Smart city koncept a skutečné problémy VO	54
5 Praktická část - návrh osvětlení	56
5.1 Požadavky na VO	56

5.1.1	Popis území	56
5.1.2	Požadavky investora	57
5.1.3	Limity území	57
5.2	Světelný výpočet	59
5.2.1	Zatřídění komunikací	59
5.2.2	Požadavky na osvětlení	61
5.2.3	Výběr světelných zdrojů	62
5.2.4	Výpočet	62
5.3	Elektroinstalace	63
5.3.1	Parametry sítě	63
5.3.2	Ochrana před úrazem el. proudem	63
5.3.3	Nároky na el. energii	64
5.3.4	Rozvodný kabel	64
5.3.5	Prívodní kabel	65
5.3.6	Uzemnění	65
5.4	Podpůrná infrastruktura	65
5.4.1	Stožáry a stožárové základy	66
5.4.2	Výložníky	66
5.5	Spínání a řízení	67
5.5.1	Spínání	67
5.5.2	Řízení	67
5.5.3	OZE	67
5.5.4	Aplikace konceptu Smart city	68

6 Závěr	69
Seznam použitých zdrojů	70
Přílohy	74

Seznam obrázků

3.1	Struktura třídění světelných zdrojů [1]	21
3.2	Vymezení prostorového úhlu [2]	23
3.3	Vyobrazení příkladu celého fotometrického prostoru a řez s vyznačenou křivkou svítivosti [2]	24
3.4	Příklad křivky svítivosti LED svítidla [3]	24
3.5	Definice jasu [2]	25
3.6	Teplota chromatičnosti	26
3.7	Poměrné spektrální složení světla žárovek a denního světla D65 [1]	27
3.8	Lineární zářivka T8 a příklad jejího spektra [2]	30
3.9	Vysokotlaká rtuťová výbojka a příklad jejího spektra [2]	31
3.10	Vysokotlaká sodíková výbojka a příklad jejího spektra [2]	32
3.11	Halogenidová výbojka a příklad jejího spektra [2]	32
3.12	Základní konstrukční uspořádání LED diody [1]	33
3.13	Rozložení světleného toku [2]	34
3.14	Základní typy světelně aktivních ploch [2]	35
3.15	Ukázka použití čočkové optiky v LED svítidle VO	35
3.16	Ukázka použití mikroreflektorkové optiky v LED svítidle VO [3]	36
3.17	Zapalovač, tlumivka	36

3.18 Předřadník pro CDM (halogenidové) výbojky	37
3.19 Napájecí zdroj	37
3.20 Ukázka stožárů	39
3.21 Prefabrikované ŽB patky pro vetknuté stožáry [3]	39
3.22 Příklad kabelu typu AES a CYKY	43
3.23 Řezy kabelovou rýhou dle [4]	43
5.1 Situace (Zdroj: <i>Mapy.cz</i>)	56

Seznam tabulek

3.1	Vlnové délky spektrálních barev [1]	22
3.2	Vliv teplé a studené barvy na člověka [1]	27
3.3	Barevné vzorky používané ke stanovení R_a (CRI) [1]	28
3.4	Měrný výkon základních skupin světelných zdrojů [1]	29
3.5	Životnost světelných zdrojů [2]	29
5.1	Parametry pro výběr třídy osvětlení P dle [5]	60
5.2	Navazující třídy osvětlení [6]	61

1 Úvod

Veřejné osvětlení (VO) je pojem zahrnující osvětlení komunikací a prostranství stálého i mimořádného charakteru (např. vánoční výzdoba), nasvětlení významných objektů, apod. Tento druh osvětlení patří mezi nekomerční (neplacené) služby obce obyvatelům, obec je majitelem soustavy veřejného osvětlení (včetně svítidel, rozvodů elektrické energie a podpůrné infrastruktury), údržba a provoz osvětlení je hrazen z obecního rozpočtu. Svým charakterem významně přispívá k bezpečnosti dopravy i obyvatel, může významně dotvářet ráz obce (místa).

Krom kladů jsou v souvislosti s venkovním (a hlavně veřejným) osvětlením v posledních letech skloňovány i problémy, které se k osvětlení váží - světelné znečištění (světelný smog), ovlivnění cirkadiánního rytmu člověka, negativní dopady všudypřítomného osvětlení na přírodu, používání světelných zdrojů s příliš vysokou teplotou chromatičnosti (studené bílé světlo). Soustava VO v ČR je také z velké části za hranicí životnosti (běžně uvažována 20 let, v některých obcích a městech jsou stále používány soustavy, jejichž stáří přesahuje i 50 let); jednou z příčin je i značné podfinancování údržby soustav VO.

Tato bakalářská práce by měla sloužit jako podklad vhodný k orientaci v problematice návrhu veřejného osvětlení. Teoretický základ nutný ke správnému návrhu osvětlovací soustavy je poměrně rozsáhlý, krom obecných znalostí ze stavební fyziky, systémů TZB, světelné techniky či statiky a stavební mechaniky je nutné mít při návrhu nových soustav (a opravách starých) přehled o nových trendech ve výstavbě soustav VO. Cílem je návrh soustavy, která bude krom základních požadavků na funkčnost a vzhled splňovat i současné požadavky na řízení osvětlení a další práci se soustavou VO. Nově vznikající osvětlení by nemělo být již v době realizace zastaralé.

První část práce je věnována teoretické přípravě nutné ke zpracování komplexního světelně-technického projektu - základního stanovení požadavků na soustavu (požadavky dané lokalitou a investorem), výběr světelných zdrojů, návrh elektroinstalací, analýza možnosti využití OZE. Prostor je věnován i trendu Smart cities.

Ve druhé části práce jsou dílčí poznatky teoretické přípravy aplikovány na předmětnou oblast, která je v této části podrobně rozebrána - konkrétní stanovení vstupních požadavků návrhu, výběr třídy osvětlenosti komunikace, výběr způsobu řízení, výpočet náročnosti soustavy na elektrickou energii.

Výstupem práce je světelně-technický projekt na nový úsek veřejného osvětlení složený z textové (technická zpráva) a výkresové části.

2 Legislativní rámec

2.1 Požadavky na VO

2.1.1 Normy

Podkladem pro návrh osvětlení je především soubor norem ČSN EN 13 201: *Osvětlení pozemních komunikací*:

- ČSN CEN/TR 13 201-1: *Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení* (ed. 2018 - norma byla začátkem roku 2018 aktualizována, došlo ke změně dělení tříd osvětlení a způsobu stanovení třídy osvětlení komunikace, v textu pracuji s aktualizovanou verzí normy);
- ČSN EN 13 201-2: *Část 2: Požadavky* (ed. 2016);
- ČSN EN 13 201-3: *Část 3: Výpočet osvětlení* (ed. 2016);
- ČSN EN 13 201-4: *Část 4: Metody měření* (ed. 2016);
- ČSN EN 13 201-5: *Část 5: Ukazatelé energetické náročnosti* (ed. 2016). [6]

Na národní úrovni je soubor výše zmíněných norem upraven a rozšířen předběžnou technickou normou ČSN P 36 0455: *Osvětlení pozemních komunikací – Doplnující informace* (ed. 2017). [6]

Návrh osvětlení venkovních pracovních prostor je řízen normou ČSN EN 12464-2: *Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory*. [7]

Základním souborem technických požadavků na návrh osvětlovacích soustav jsou v českém prostředí tzv. TKP 15 – *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komuni-*

kací, kapitola 15 - Osvětlení pozemních komunikací, kterou schválilo Ministerstvo dopravy. [7]

Normy nejsou obecně právně závazné, nicméně je doporučeno se jimi při návrhu osvětlovacích soustav řídit, především pokud je záměrem investora (obce) žádat na financování realizace projektu státní dotaci (v současnosti se jedná především o dotační program EFEKT vypisovaný Ministerstvem průmyslu a obchodu, který pro roky 2017-2021 požaduje návrh osvětlení na normu). [8]

Právně závaznými se normy stávají ve chvíli, kdy se na ně odkazuje právní předpis (vyhláška, zákon):

- dle § 45a nařízení vlády č. 361/2007 Sb. *Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*, musí umělé osvětlení venkovních pracovišť a spojovacích cest odpovídat náročnosti vykonávané práce na zrakovou činnost a ochranu zdraví v souladu s normovými hodnotami a požadavky české technické normy na osvětlení venkovních pracovních prostor, závazné jsou normy ČSN EN 124 64-2 a ČSN EN 13201-1 až 4; [8]
- dle § 25 vyhláška č. 104/1997 Sb. *Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů*, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, je povinnost osvětlovat dálnice a silnice v zastavěném území obce. Jako doporučující jsou uváděny normy ČSN 36 0400, ČSN 36 0410 a ČSN 36 0411, jež byly všechny nahrazeny normou ČSN EN 13201-1 až 5. [8]

2.1.2 Vyhlášky a předpisy

Z hlediska legislativy neexistuje ucelený právní předpis věnovaný veřejnému osvětlení, pojem se (krom výše zmíněných) objevuje v několika zákonech a vyhláškách:

- § 103 zákona č. 183/2006 Sb. *Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*;
- § 13, § 14 a § 35 zákona 13/1997 Sb. *Zákon o pozemních komunikacích*;
- vyhláška č. 499/2006 Sb. *Vyhláška o dokumentaci staveb*;

- příloha č. 1 k vyhlášce č.398/2009 Sb. *Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb*;
- příloha k vyhlášce č. 233/2010 Sb. *Vyhláška o základním obsahu technické mapy obce*;
- další vyhlášky či předpisy (např. vyhláška č. 410/2009 Sb. nebo pravidla provozu na pozemních komunikacích). [7]

2.1.3 Požadavky investora (obce)

Při každém návrhu rekonstrukce či výstavby nového úseku VO by měl být kladen důraz i na požadavky investora a majitele veřejného osvětlení, tedy obce. Jedná se o základní požadavky na typy svítidel či stožárů (směrnice obce pro návrh a výstavbu VO), umístění svítidel, zohlednění místního systému řízení osvětlení, apod.

Ve všech případech však platí, že by dodržení parametrů a hodnot stanovených normou mělo být žádoucí. Podobně jako při návrhu jiných stavebních objektů je i zde nutné zvážit veškeré existující okolnosti a vynasnažit se najít nejvhodnější řešení za daných podmínek.

2.1.4 Limity území

Především návrh nových úseků veřejného osvětlení může být do značné míry ovlivněn požadavky vycházejícími z limitů zadaného území - podzemní i nadzemní trasy technické infrastruktury a jejich ochranná pásma, území se zvláštním druhem ochrany (památkové zóny/rezervace, chráněná krajinná území, atd.), místní geologické podmínky a další. Rozsah limitů určují normy, vyhlášky a předpisy vztahené k dílčím limitům, mezi mnohými například:

- norma ČSN 73 6005: *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*;
- zákon č. 458/2000 Sb. *Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)*;
- zákon č. 20/1987 Sb. *Zákon České národní rady o státní památkové péči*;
- zákon č. 114/1992 Sb. *Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny*.

2.2 Plánování rozvoje VO

2.2.1 Pasport VO

Pasport VO slouží ke zhodnocení aktuálního stavu předmětného úseku soustavy VO. Skládá se ze zaměření stávajících světelných míst (např. pomocí GMSS nebo GPS) a zhodnocení stavu dílčích prvků soustavy (tj. svítidel, stožárů, elektroinstalací, rozvodů el. energie, spínacích míst). Součástí pasportu může být i automatizované měření osvětlenosti komunikací - na českém trhu nabízeno prozatím pouze firmou SATHEA; výsledkem měření jsou tzv. heatmapy osvětlenosti, které pomáhají lépe znázornit rovnoměrnost osvětlení či málo nebo příliš nasvětlená místa komunikací. [2] [3]

Výstupem pasportizace je dokument, který by měl poskytnout ucelený soubor informací o stavu soustavy a pomoci vedení obce stanovit oblasti se zvýšenou mírou priority investic do údržby a oprav.

Požadavek na evidenci technické infrastruktury je vlastníkově předepsán § 161 stavebního zákona 183/2006 Sb. [2]

2.2.2 Zatřídění komunikací

Někdy též označováno jako ‚Generel komunikací‘. Výběru světelných tříd komunikací je věnována celá norma ČSN CEN/TR 13201-1, ve které jsou popsána kritéria nutná pro správné stanovení světelné třídy komunikace (např. dopravní a časové okolnosti, funkce pozemní komunikace, návrhová rychlost, geometrie komunikace, atd.) a přesný postup výběru. Na základě stanovené třídy jsou druhou částí normy ČSN EN 13201 dále určeny požadavky na osvětlení komunikací dílčích tříd. Na národní úrovni upravuje požadavky norma ČSN P 36 0455. [6] [2] [5]

S novým vydáním normy ČSN CEN/TR 13201-1 počátkem roku 2018 došlo k úpravě dělení a značení tříd osvětlení, metoda stanovení třídy též byla značně zjednodušena. Nově mohou být komunikace zařazeny do tří hlavních tříd:

- **M** - třídy pro motorovou dopravu, návrhovým parametrem je jas suchého povrchu pozemní komunikace;
- **C** - třídy pro konfliktní oblasti (oblasti křížení motorové dopravy, výskyt chodců na komunikaci pro motorová vozidla, apod.), hlavním návrhovým parametrem je jas, kde nelze použít jako parametr jas, lze použít pro hodnocení osvětlenost (metoda převodu uvedena v ČSN P 36 0455);
- **P** - třídy komunikací primárně pro pěší a cyklisty, hlavním návrhovým parametrem je horizontální osvětlenost (minimální a průměrná hodnota). [5]

2.2.3 Rozvojový plán

Někdy též označováno jako ‚Generel VO‘. Jedná se o jeden ze základních dokumentů pro plánování rozvoje soustavy VO, jež je zpracováván s výhledem na 5-10 let. Zpravidla zahrnuje plán investic do soustavy VO vycházející z informací získaných z pasportu VO, investice mohou být rozděleny na okamžité, krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé. Mohou zde být uvedeny konkrétní oblasti vyžadující obnovu, nebo oblasti plánované výstavby. [2]

2.2.4 Obecní směrnice pro VO

Obecní směrnice či standardy veřejného osvětlení umožňují obci definovat požadavky na budoucí projekty obnovy či výstavby veřejného osvětlení. Vydání standardů pro VO by mělo obci, jakožto majiteli soustavy, zaručit dodržování určité úrovně projektů, výstavby a použitých materiálů; usměrňují a sjednocují vývoj, kterým soustava VO prochází. Východisky pro sestavení standardů jsou pasport VO a generel komunikací, dále též mohou být zpracovány a zúročeny zkušenosti správce soustavy VO (ve městech např. technické služby města). [9]

Směrnice mohou čerpat z doporučených postupů a požadavků stanovených normami (normy na osvětlování, požadavky na tech. infrastrukturu, vlastností materiálů, apod.), které tímto pro své území mohou učinit závaznými. Specifikace prvků a zařízení technické infrastruktury v nich uvedené jsou přesnější nežli informace a pokyny uvedené

v rozvojovém plánu či energetické koncepci a týkají se především charakteristik technických parametrů a bližšího popisu způsobu provedení pokládky vedení či provedení základů stožárů VO, apod. [9] [10]

Směrnice určují základní úroveň provedení osvětlení a osvětlovací soustavy v obci, neměla by však nastat situace, kdy by na základě směrnic došlo k diskriminaci zhotovitele staveb sítě VO (případ, kdy uvedené specifikace může splnit pouze jeden dodavatel). [9]

2.2.5 Dotace na VO a energetický posudek

Dotace v oblasti VO řeší v ČR především dotační titul EFEKT, který vyhláší Ministerstvo průmyslu a obchodu (MPO). VO je v rámci titulu zastoupeno v kategorii 1A - *Opatření ke snížení energetické náročnosti veřejného osvětlení*, která je vyhlášována každý rok. Dotace cílí především na úsporu energie skrze výměnu starých výbojkových svítidel za nová svítidla s LED světelnými zdroji, ke zhodnocení investic slouží energetický posudek, který je nedílnou součástí každé žádosti o dotaci na obnovu sítě VO. [11]

Energetický posudek je zpracováván v souladu s vyhláškou č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku, ve znění pozdějších předpisů (vyhláška č. 309/2016 Sb.). Zabývá se částí soustavy, pro kterou je dotace žádána. V posudku je na základě dat z pasportu (typy světelných zdrojů) a z vyúčtování energií vyhodnocena průměrná spotřeba úseku soustavy. Je navrženo řešení obnovy soustavy (výměna zdrojů, apod.), u něhož je dále vyhodnocena úspora na energiích a návratnost řešení. [12]

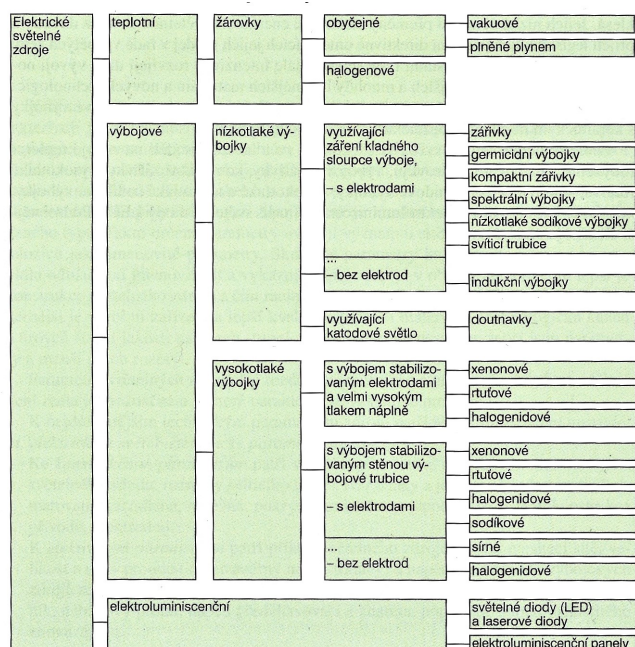
Pro roky 2017-2021 je nově vyžadováno nasvětlení komunikací dle normy ČSN EN 13201 a ČSN P 36 0455. Dotace je určena pouze na úhradu projekčních prací a světelných zdrojů (nevztahují se tedy na výměnu infrastruktury). [11]

V rámci krajů jsou nepravidelně vypisovány i další dotační tituly (především programy na obnovu venkova), v rámci kterých lze požádat o dotaci na obnovu sítě VO samostatně či v rámci jiných projektů (např. oprava povrchů vozovek či pochozích ploch, apod.). Dílčí podmínky dotačních titulů (např. míra spoluúčasti či velikost obce, která může o dotaci požádat) se v závislosti na kraji liší, nicméně platí, že se dotace vztahují na projekty jakožto celky - tedy včetně obnovy infrastruktury sítě VO, výkopových prací, apod. [13]

3 Prvky soustavy VO

3.1 Světelné zdroje

Tělesa vyzařující elektromagnetické záření v převážně viditelném spektru. Mohou být přírodní (slunce, blesk) nebo umělé (knot svíčky, plasma v plynové lampě, žárovka, výbojka, světelná dioda - LED, apod.). Základní dělení světelných zdrojů je na *primární* zdroje (tj. takové, ve kterém přímo vzniká světlo přeměnou energie a lze je tedy nazvat světelným zdrojem) a *sekundární* (tedy takové, které světlo zčásti propouští či odráží a nelze je tedy označit za světelný zdroj). Další dělení je na teplotní (žárovky), výbojové (zářivky, výbojky) a elektroluminescenční (LED). Struktura třídění světelných zdrojů je zřejmá z obrázku 3.1 [1]



Obrázek 3.1: Struktura třídění světelných zdrojů [1]

3.1.1 Parametry světelných zdrojů

Světelné zdroje lze klasifikovat na základě řady parametrů, které lze primárně dělit na parametry *konstrukční* (tj. vnější a připojovací rozměry, hmotnost a rozměry tělesa, konstrukce přívodů, elektrod, apod.), *elektrické* (příkon světelného zdroje, napětí napájecí sítě, velikost a druh proudu, napětí na zdroji, zápalné napětí, napětí výbojky apod.) a *světelnětechnické*, které charakterizují vlastnosti světla vyzařovaného těmito světelnými zdroji (světelný tok, svítivost, náhradní teplota chromatičnosti T_c nebo index podání barev R_a).




Především světelnětechnické parametry jsou využívány při návrhu osvětlení dle souboru norem ČSN EN 13201, je jim proto dále věnován širší prostor. V textu jsou uvedeny poměrně stručné popisy dílčích charakteristik, veličin a jednotek tak, aby bylo docíleno základního pochopení dále uváděných a v textu využívaných pojmů. Pro širší popis problematiky světelnětechnických veličin, světelných zdrojů a jejich vlastností je doporučována publikace [1], která je spolu s [2] také primárním zdrojem této podkapitoly.

Světelné záření

Světlo je elektromagnetické záření, které je schopno prostřednictvím zrakového orgánu vybudit zrakový vjem, lze jej charakterizovat frekvencí nebo vlnovou délkou. Vlnové délky viditelného záření se nachází v rozmezí 380-770 nm.

Tabulka 3.1: Vlnové délky spektrálních barev [1]

Rozmezí vlnových délek (nm)	Barevný tón spektrální barvy
380 až 430	fialová
430 až 465	modrofialová
465 až 490	modrá
490 až 500	modrozelená
500 až 560	zelená
560 až 575	zelenožlutá
575 až 585	žlutá
585 až 620	oranžová
620 až 770	červená



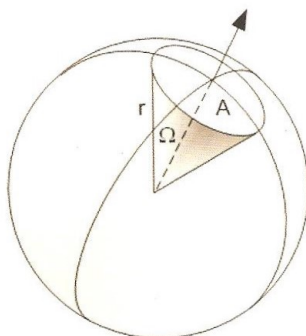
Světelnětechnické veličiny

Světelný tok Φ

Zářivý tok Φ_e představuje velikost výkonu, které záření přenáší, vysílá nebo přijímá; jednotkou je watt (W). Veličina světelný tok Φ vyjadřuje schopnost zářivého toku ϕ_e způsobit zrakový vjem, resp. kolik světelné energie vyzáří světelný zdroj do okolí; jednotkou je lumen (lm). [1]

Prostorový úhel Ω

Velikost prostorového úhlu je určena velikostí plochy vytřáté obecnou kuželovou plochou na povrchu jednotkové koule (o poloměru 1 m), přičemž střed kuželové plochy je shodný se středem jednotkové koule. Pokud je vytřátá plocha rovna 1 m² (jde tedy o jednotkovou plochu), je velikost tohoto prostorového úhlu rovna 1 steradián (sr). [1]



Obrázek 3.2: Vymezení prostorového úhlu [2]

Obecně lze prostorový úhel Ω (sr), pod nímž je ze středu koule o poloměru r (m) vidět plocha A (m²) vytřátá na povrchu koule, odvodit pomocí vztahu 3.1 [1]

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad (3.1)$$

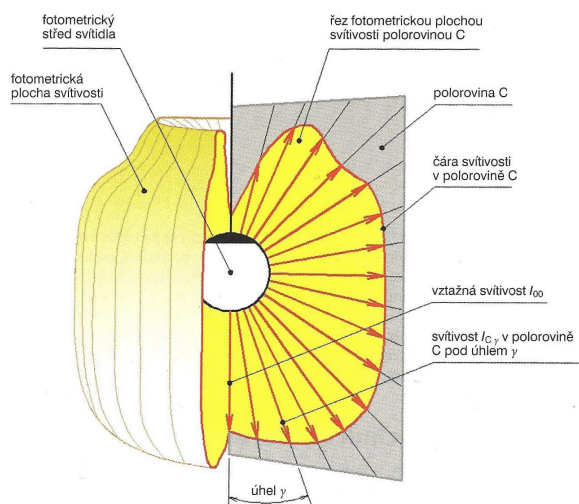
Svítivost I

Svítivost I je veličina popisující distribuci světelného záření do prostoru, neboli hustotu světelného toku v různých směrech. Lze ji stanovit pro bodový světelný zdroj (potažmo svítidlo). Svítivost I je dána vztahem 3.2 [1]

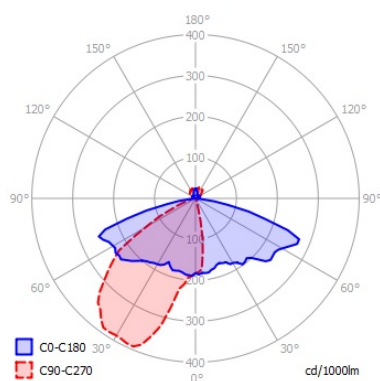
$$I = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (3.2)$$

kde Φ (lm) je světelný tok obsažený v jednotkovém prostorovém úhlu Ω (sr). Jednotkou svítivosti I je kandela (cd). [1]

Hodnoty svítivosti tvoří v prostoru kolem bodového světelného zdroje tzv. *fotometrickou plochu svítivosti*, viz. obrázek 3.3, při běžném navrhování osvětlení jsou využívány pouze řezy hlavními rovinami procházejícími bodovým zdrojem (jeho příčnou či podélnou osou); vzniknou tak *křivky (čáry) svítivosti*, ze kterých lze graficky vyčíst rozložení světelného toku v prostoru. [1]



Obrázek 3.3: Vyobrazení příkladu celého fotometrického prostoru a řez s vyznačenou křivkou svítivosti [2]



Obrázek 3.4: Příklad křivky svítivosti LED svítidla [3]

Osvětlenost E

Osvětlenost (také intenzita osvětlení) E je definována jako plošná hustota světelného toku Φ (lm) dopadlého na plochu A (m²), viz. vztah 3.3. Jednotkou E je lux (lx), definovaný jako 1 lm·m⁻².

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (3.3)$$

Norma 14 stanovuje požadavky na hodnoty osvětlenosti jako hlavní kritérium pro návrh osvětlení komunikací třídy P (a výjimečně třídy C - viz. 2.2.2). 14

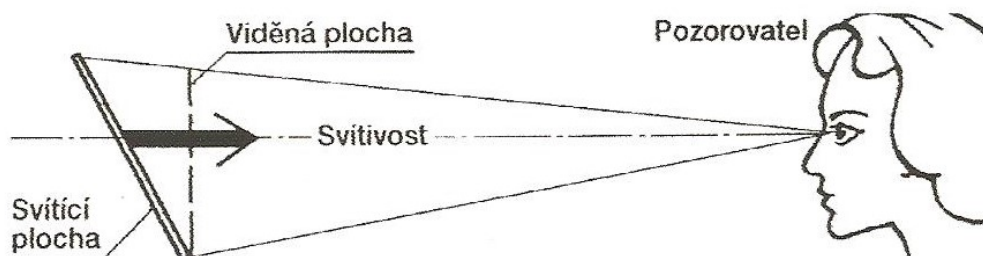
Jas L

Jas L je definován jako měrná svítivost. Lze jej vypočítat z podílu svítivosti I (cd) a průmětu svítící plochy S_p (m²) - vztah 3.4. Pokud plochu vidíme pod určitým úhlem, bude průmět této plochy menší než skutečná plocha. Jednotkou L je cd·m⁻². 1

$$L = \frac{I}{S_p} \quad (3.4)$$

Jas je veličina, na níž lidské oko přímo reaguje (přesněji reaguje na kontrast jasu). Je ovlivněn polohou pozorovatele a směrem jeho pohledu. Při hodnocení jasu nezáleží, zda jas svazku paprsků vychází přímo ze zdroje záření nebo je odražen od libovolné plochy. 2

Jas je klíčovým parametrem při návrhu osvětlení komunikací tříd M a C. 14



Obrázek 3.5: Definice jasu 2

Kolorimetrické vlastnosti světla

Teplota chromatičnosti T_c

Teplota chromatičnosti T_c je popisována jako teplota černého tělesa (zářiče), vyjádřená v kelvinech (K), na kterou by muselo být toto černé těleso zahřáto, aby jeho záření vykazovalo tutéž chromatičnost (tedy teplotu barvy) jako posuzované záření. [1]

U většiny světelných zdrojů využívaných ve VO (např. výbojky či LED), které vykazují výrazné výkyvy spektrálního složení vyzařovaného světla, je využívána *náhradní teplota chromatičnosti* T_n , která (zjednodušeně řečeno) „převádí“ skutečné hodnoty teploty chromatičnosti světelného toku předmětného světelného zdroje na hodnoty teploty chromatičnosti černého tělesa. [1]

Veličina T_c je často využívána pro vyjádření teploty světla („zabarvení“ světla do modra či do žluta) vyzařovaného světelným zdrojem (méně přesně - svítidlem), nicméně bez znalosti významu veličiny může být její použití matoucí. Teplota chromatičnosti se nerovná vyhodnocení psychologického působení barvy na pozorovatele (tedy dělení barev na teplé a studené) - s rostoucí hodnotou T_c je vyzařované světlo z psychologického hlediska chladnější a naopak.



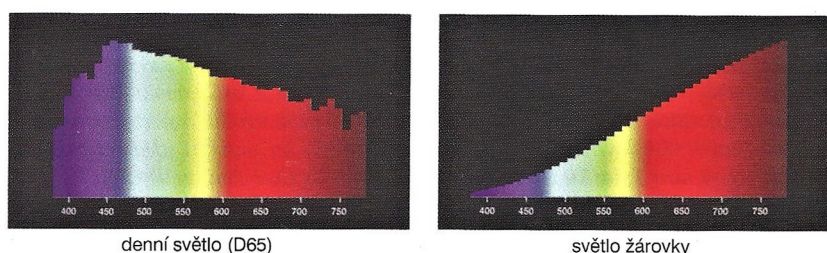
Obrázek 3.6: Teplota chromatičnosti

(zdroj: <https://www.sterixretro.cz/>)

Index podání barev R_a (CRI)

Věrnost barevného vjemu osvětlovaného předmětu ve světle různých typů světelných

zdrojů je úzce spjata s fyzikálními vlastnostmi těchto zdrojů - především se spektrálním složením světla zdrojů, který lze charakterizovat pomocí vlnových délek spektrálních barev a výskytu a množství dílčích barev ve spektru vyzařovaného světla. [1]



Obrázek 3.7: Poměrné spektrální složení světla žárovek a denního světla D65 [1]
(D65 - teplota chromatičnosti denního světla je blízká 6500 K)

Individuální vyhodnocení barev (tedy schopnost barvu popsat, vyhodnotit její sytost či teplotu - nezaměňovat s T_c) není fyzikální vlastnost, ale fyziologicky subjektivní vyhodnocení barevného vjemu, který úzce závisí na citlivosti oka k různým barvám či schopnosti adaptace zraku podle převládajícího druhu osvětlení zorného pole. [1]

Tabulka 3.2: Vliv teplé a studené barvy na člověka [1]

Vliv na	Účinek barvy	
fyzickou aktivitu	oranžové	modrozelené
	tlumící (pasivní)	povzbuzující (aktivní)
jasově-optický dojem	světlý	temný
	vystupující	odstupující
citový (psychologický) dojem	teplý	studený
	suchý	vlažný
	zdůrazňující	uklidňující
	aktivní (povzbuzující)	pasivní (tlumící)
	dráždivý	uklidňující

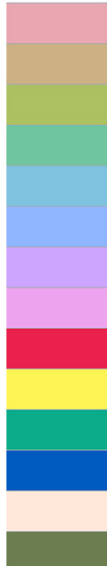
Poznámka: Při hladinách osvětlenosti nad 2 000 lx začínají teplé barvy psychologicky působit nepříjemně, zatímco studené barvy příjemně.

Vliv spektrálního složení světla zdrojů na vjem barvy osvětlených předmětů (bez uvážení estetických, psychologických či fyziologických vlivů) charakterizuje *podání barev*. K číselnému vyjádření jakosti podání barev se využívá *index podání barev*, který vyjadřuje stupeň shodnosti vjemu barvy předmětů osvětlených uvažovaným zdrojem (posuzovaný světelný zdroj, např. žárovka či výbojka, apod.) a barvy týchž předmětů osvětlených smluvním srovnávacím zdrojem světla za stanovených podmínek pozorování (např. pro osvětlené zdroje s T_c do 5000 K se používá černý zářič, tedy tepelný zdroj). [1]

Podání barev je testováno na osmi (někdy čtrnácti) smluvených barevných vzorcích, hodnocení je založeno na číselném vyjádření rozdílu vjemu barvy vybraného souboru vzorků. Výpočtem je stanoven *všeobecný index podání barev* R_a (v anglické literatuře CRI - Color Rendering Index), který nemá jednotku, a jehož hodnoty se pohybují mezi 0 a 100, přičemž nejvyšší hodnota $R_a = 100$ charakterizuje stav, kdy jsou barvy vnímány nejvěrněji (tedy za přírodního denního světla), naopak $R_a = 0$ vyjadřuje stav, kdy nejsou barvy vnímány vůbec (osvětlení monochromatickým žlutým světlem nízkotlakých sodíkových výbojek). Pro přesnější zhodnocení vlivu spektrálního rozložení světla na dílčí barvy mohou být stanovovány *speciální indexy podání barev* R_1, R_2 , atd. [11]

Tabulka 3.3: Barevné vzorky používané ke stanovení R_a (CRI) [11]

Číslo barevného vzorku	Označení barvy podle Munsellova atlasu	Specifikace podle CIE			Orientační pojmenování podle barevného tónu	
		x	y	Y	česky	anglicky
1	7,5 R 6/4	0,375	0,331	29,9	světle šedočervený	light grayish red
2	5 Y 6/4	0,385	0,395	28,9	tmavě šedožlutý	dark grayish yellow
3	5 DY 6/8	0,373	0,464	30,4	sytě žlutozelený	strong yellow green
4	2,5G 6/6	0,287	0,4	29,2	středně žlutozelený	moderate yellowish green
5	10 GB 6/4	0,258	0,306	30,7	světle modrozelený	light bluish green
6	5 PB 6/8	0,241	0,243	29,7	světle modrý	light blue
7	2,5 P 6/8	0,284	0,241	29,5	světle fialový	light violet
8	8/6/2007 22:00	0,325	0,262	31,5	světle červenopurpurový	light reddish purple
9	4,5 R 4/13	0,567	0,306	11,4	sytě červený	strong red
10	5 Y 8/10	0,438	0,462	59,1	sytě žlutý	strong yellow
11	4,5 G 5/8	0,254	0,41	20	sytě zelený	strong green
12	3 PB 3/11	0,155	0,16	6,4	sytě modrý	strong blue
13	5YR 8/4	0,372	0,352	57,3	světle žltorůžová, barva pleti	light yellowish pink, caucasian complexion
14	5 GY 4/4	0,353	0,432	11,7	středně olivově zelený, listová zeleň	moderate olive green, leal green



Měrný výkon světelných zdrojů η_p

Veličina charakterizuje efektivnost přeměny elektrické energie na světelnou, jde tedy o velmi podstatný ukazatel jakosti zdroje. Hodnotu měrného výkonu lze získat podílem světelného toku Φ (lm) a elektrického příkonu P (W) - viz. vztah [3.5]. Jednotkou je lumen na watt (lm/W). U světelných zdrojů využívajících předřadníků (zářivky, výbojky, LED) je při výpočtu η_p nutné uvažovat hodnotu příkonu navýšenou o výkon spotřebovaný předřadníkem svítidla.

$$\eta_p = \frac{\Phi}{P} \quad (3.5)$$

Rozsah hodnot η_p moderních světelných zdrojů se pohybuje mezi 10 a 200 lm/W, přičemž hodnota měrného výkonu závisí na typu světelného zdroje, geometrických parametrech, příkonu svítidla, atd. Hodnota η_p může být velmi různorodá i v rámci jednoho typu světelného zdroje (v závislosti na výrobci zdroje a kvalitě zpracování). [1]

Tabulka 3.4: Měrný výkon základních skupin světelných zdrojů [1]

Světelný zdroj	Měrný výkon (lm/W)
obyčejné žárovky	10 až 18
halogenové žárovky	20 až 30
světelné diody (LED)	60 až 160 *)
směšové výbojky	20 až 28
vysokotlaké rtuťové výbojky	40 až 60
indukční výbojky	60 až 97
kompaktní zářivky	40 až 87
lineární zářivky	50 až 104
halogenidové výbojky	50 až 130
sírné výbojky	135
vysokotlaké sodíkové výbojky	70 až 150
nízkotlaké sodíkové výbojky	100 až 200

*) Tato skupina světelných zdrojů zaznamenává v posledním období bouřlivý rozvoj, takže lze očekávat, že uváděné hodnoty měrného výkonu budou v krátké době opět významně překonány (v oficiální zprávě firmy CREE z počátku r. 2011 je uvedeno, že u jednotlivých čipů v laboratorních podmínkách bylo již dosaženo hodnoty 230 lm/W).

Životnost světelných zdrojů

V souvislosti se světelnými zdroji lze hovořit o užitečné životnosti (tj. doba, po kterou si parametry světelných zdrojů zachovávají hodnoty v určitých stanovených mezích) či fyzické životnosti (tj. doba svícení do okamžiku úplné ztráty jeho provozuschopnosti).

Tabulka 3.5: Životnost světelných zdrojů [2]

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

V souvislosti s životností lze dále hovořit o *činiteli stárnutí* světelných zdrojů, *činiteli znečištění* světelných zdrojů nebo *činiteli spolehlivosti* světelných zdrojů; hodnoty všech činitelů lze vyjádřit procentuálně, pomocí těchto činitelů je při světelných výpočtech uvažováno stárnutí světelných zdrojů v čase. [1]

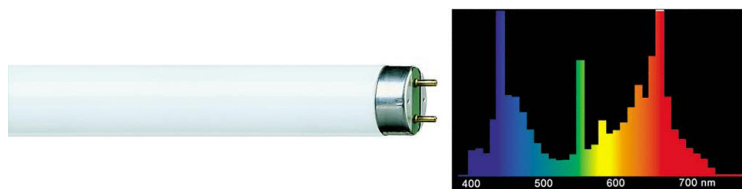
Na životnost má značný vliv především údržba světelných zdrojů (potažmo svítidel), přičemž preventivní údržba (tedy plánovaná opakovaná činnost zajišťující správnou funkčnost soustavy VO) je nejekonomičtější formou údržby a značně ovlivňuje dobu funkčnosti soustavy. Ne zřídka však dochází pouze k běžné údržbě (tedy takové, při které jsou okamžitě řešeny nastalé problémy v soustavě, např. nefunkční výbojka) nebo řešení situací vymykajících se běžné poruchovosti zdrojů a soustavy (např. vandalismus). [2]

3.1.2 Světelné zdroje ve VO

Výčet světelných zdrojů uvedený v této podkapitole není úplný - z řady existujících světelných zdrojů (viz. obrázek 3.1) je prostor věnován především těm, které lze v současnosti nejčastěji nalézt na území ČR.

Zářivky (nízkotlaké rtuťové výbojky)

Světlo v nízkotlakých rtuťových výbojkách vzniká přeměnou neviditelného UV záření (emitováno párami rtuti, které jsou vybuzeny vlivem elektrického pole mezi elektrodami) na viditelné pomocí luminoforu (např. fosforu) naneseného na vnitřní straně skleněné trubice. Zabarvení světla nebo hodnotu R_a lze ovlivnit volbou luminoforu. [2]



Obrázek 3.8: Lineární zářivka T8 a příklad jejího spektra [2]

Zářivky jsou schopny dobře přeměnit elektrickou energii na světelnou (až 100 lm/W), hodnoty R_a běžně dosahují až 80, světelné zdroje jsou nabízeny v široké škále příkonů

i náhradních teplot chromatičnosti. Nedostatkem zářivek je závislost světelného toku na teplotě okolí, nutnost předřadných a startovacích obvodů, které snižují měrný výkon osvětlovací soustavy, nebo obsah toxické rtuti. [1]

Na území ČR jsou svítidla využívající nízkotlakých sodíkových výbojek jako zdroje světla velmi populární - především se jedná o svítidlo českého výrobce Modus, typ LV, které se sice vyznačuje velmi nízkou pořizovací cenou, nicméně bývá velmi poruchové (což je primárně způsobeno spíše ne zcela odolnou konstrukcí svítidla než nekvalitním světelným zdrojem).

Vysokotlaké rtuťové výbojky

Viditelné záření vzniká u těchto zdrojů obloukovým výbojem v parách rtuti při tlaku 0,1 MPa ve výbojové trubici z křemenného skla. Jejich světlo je modrobílé až zelené, červená složka světla chybí. K ustálení výboje dochází po 3-5 minutách. Výhodou těchto výbojek je malý pokles světelného toku během života (životnost výbojky 12000 - 15000 h), odolnost vůči otřesům a změnám teploty. Mají nízký index podání barev. [2]

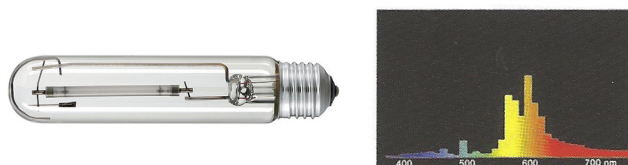


Obrázek 3.9: Vysokotlaká rtuťová výbojka a příklad jejího spektra [2]

Svítidla s vysokotlakými rtuťovými výbojkami byla v minulosti hojně využívána (světelný zdroj populární v osvětlovacích soustavách ze 70. a 80. let minulého století), na území ČR je jejich použití již spíše na ústupu - z osvětlování komunikací a venkovních ploch byly postupně vytlačeny vysokotlakými sodíkovými výbojkami (větší měrný výkon), nově také LED světelnými zdroji. Stále ale zůstávají často využívaným světelným zdrojem např. v Německu.

Vysokotlaké sodíkové výbojky

Primární výboj vzniká ve výbojové trubici v plynném argonu a neonu, výboj má neonovou barvu. Po zahřátí a změně skupenství sodíku z pevného na plynné dochází k vyzařování světla ve žluté oblasti spektra vyzařování. Na jmenovitý světelný tok nabíhá až po cca 30 minutách. Za výkyvů venkovních teplot nedochází ke kolísání světelného toku.

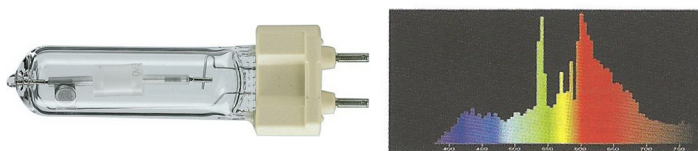


Obrázek 3.10: Vysokotlaká sodíková výbojka a příklad jejího spektra [2]

Díky postupnému vývoji vysokotlakých sodíkových výbojek došlo ke zlepšení konstrukce výbojky a navýšení měrného výkonu, což v praxi znamená významné úspory elektrické energie. Ve veřejném osvětlení mají univerzální použití - osvětlování všech typů komunikací nebo např. nasvětlení fasád. Sodíkové osvětlení je stále hojně využíváno, a díky žlutému zbarvení vyzařovaného světla bývá kladně vnímáno obyvateli obcí a měst. [2]

Halogenidové výbojky

Viditelné záření vzniká v parách rtuti (cca 10%) a zářením produktů halogenidů (tj. sloučenin halových prvků s galiem, thaliem, sodíkem, apod.; cca 90% záření). Na jmenovité parametry nabíhá výbojka asi po 10 min. [2]

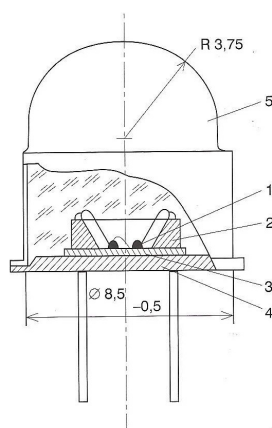


Obrázek 3.11: Halogenidová výbojka a příklad jejího spektra [2]

Díky vysokým hodnotám indexu podání barev a měrného výkonu se i přes vysokou cenu začínají prosazovat při osvětlování dopravních uzlů, přechodů nebo v průmyslu. [2]

LED diody

Světelné diody využívají jiného fyzikálního principu nežli výbojky. Primární záření polovodičového přechodu je téměř monochromatické (nejčastěji v modré oblasti), k převodu na světlo větší vlnové délky (teplejší světlo), lze použít konvektorové materiály (luminofofy, nejčastěji na bázi fosforu), vyzařované spektrum je pak složeno z luminescence modrého světla a fosforescence žlutého; nastavením vzájemných poměrů těchto složek lze optimalizovat náhradní teplotu chromatičnosti, měrný výkon a index podání barev. [2]



Obrázek 3.12: Základní konstrukční uspořádání LED diody [1]

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

Popularita LED světelných zdrojů roste především díky rychlému vývoji v oblasti technologie LED. Díky vysokému měrnému výkonu světelného zdroje lze použitím LED svítidel v soustavě VO docílit vysokých úspor energií (především při osvětlování tříd P, kde tak lze použít svítidla s velmi nízkými příkony), oproti klasickým zdrojům mají rychlejší náběh světelného toku, mají lepší mechanickou odolnost. Napájení je nutné provádět pomocí malého stejnosměrného napětí, svítidla musí být vybavena předřadníkem nebo napájecím zdrojem. [2]

Životnost LED úzce závisí na velikosti proudu, který prochází PN přechodem diody a efektivitě odvodu tepla (chlazení) přechodu. Se zvyšující se teplotou diody klesá světelný tok a dioda rychleji stárne. Životnosti LED světelných zdrojů deklarované výrobci svítidel jsou uváděny v závislosti na zkoušce LED zdrojů metodou $L_x B_x$, kde hodnota in-

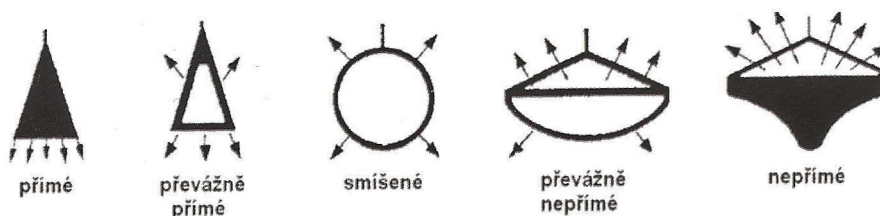
dexu parametru L (běžně L_{70}) označuje procentuální míru poklesu světelného toku a hodnota indexu parametru B (běžně B_{50}) vyjadřuje množství testovaných vzorků, u kterých k poklesu došlo. Pokud tedy výrobce uvádí životnost LED např. 70000 h při standardu $L_{80}B_{10}$, lze odvodit, že za dané životnosti dojde u 10% diod k poklesu světelného toku na 80% původní hodnoty. [15]

3.2 Svítidla

Svítidla jsou zařízení, která rozdělují, filtrují nebo mění světlo vyzařované jedním nebo více světelnými zdroji, a krom světelných zdrojů obsahují i další mechanické a konstrukční součásti, které slouží pro ochranu a upevnění zdrojů, jejich připojení do sítě, apod. [2]

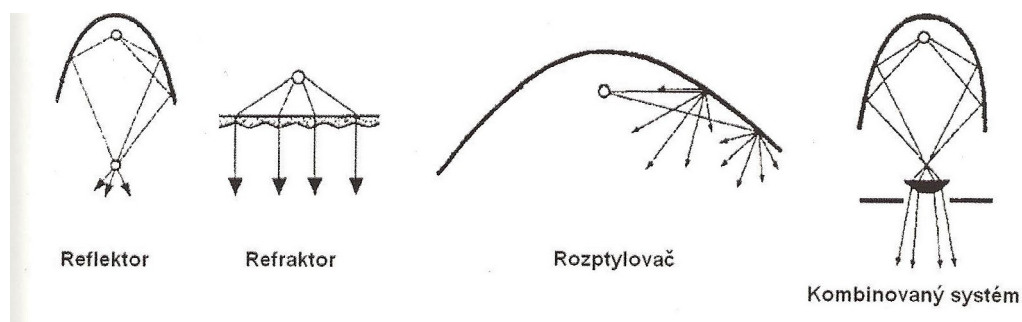
3.2.1 Opticky činné části

Opticky činné části svítidel (tedy reflektory, difuzory, čočky, světlovody či stínidla a filtry) slouží k usměrnění, směřování či rozptýlení světelného toku, omezení oslnění pozorovatele (omezení úhlu dopadu světla), filtraci spektra vyzařovaného světla. [2]



Obrázek 3.13: Rozložení světelného toku [2]

Ve svítidlech VO s výbojovými světelnými zdroji je ke směřování využíváno reflektorů, nejčastěji vyráběných z kovů (např. slitiny hliníku s příměsí stříbra), někdy i z jiných materiálů (např. plast). Směr a rozptýl světelných paprsků je dále upravován pomocí difuzorů, které mění rozložení světelného toku na základě optického zákona lomu; materiálem může být sklo či plast (např. PMMA). [2]



Obrázek 3.14: Základní typy světelně aktivních ploch [2]

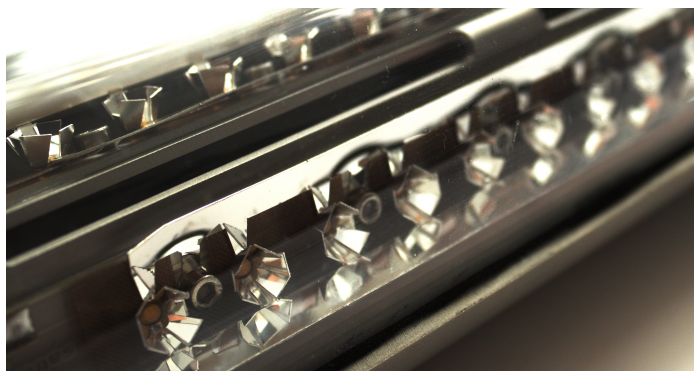
Směrování světelného toku ve většině LED svítidel VO není realizováno vůbec (směr dopadu světla je určen pouze tvarem svítidla) nebo je realizováno pomocí čoček (většinou vyráběných z PMMA), problémem při použití svítidel s čočkovou optikou (především na vyšších stožárech) může být oslnění pozorovatele (případ, kdy paprsky světla dopadají přímo do oka pozorovatele, vznikají příliš velké kontrasty jasů, oko není schopno se za daných podmínek adaptovat). Omezení světelného kužele může být realizováno druhotně, např. za použití stínících prvků na konstrukci svítidla nebo zakrytí části difuzoru, apod.



Obrázek 3.15: Ukázka použití čočkové optiky v LED svítidle VO

(zdroj: <http://www.schreder.com/>)

Český výrobce svítidel VO SATHEA VISION s.r.o. využívá ve svých svítidlech ke směrování světelného paprsku tzv. mikroreflektorků z postříbřeného hliníkového plechu, které umožňují lépe manipulovat světelný tok do míst, která vyžadují přisvětlení, a naopak omezit dopad paprsků světla do míst, kde nejsou žádoucí (např. okna obytných objektů). Díky využití této technologie mají svítidla s touto optikou velmi malé číslo ULOR bez nutnosti použití přídatných stínících prvků (ULOR = Upper Light Output Ratio, ve volném překladu do češtiny - omezení dopadu rušivého světla do horní polokoule). [3]



Obrázek 3.16: Ukázka použití mikroreflektorkové optiky v LED svítidle VO [3]

3.2.2 Elektrické části

Elektrické části (vodiče, svorkovnice, objímky, apod.) zajišťují napájení světelných zdrojů elektrickou energií. Výbojové a LED zdroje vyžadují vyšší zapalovací napětí, regulaci napájení a úpravu účinnosti pro dosažení minimálních ztrát na el. energii; k tomu jsou ve svítidlech využívána předřadná zařízení - tzv. *předřadníky*.

Konvenční (běžné - induktivní, mechanické) předřadníky, tedy tlumivky, startéry nebo zapalovače, jsou využívány především u výbojových zdrojů vyšších příkonů. Zajišťují rychlý náběh světelného toku na požadované hodnoty, udržují stabilní výboj, eliminují stroboskopický efekt, zvyšují měrný výkon světelných zdrojů. Nesplňují však současné požadavky na hospodárny provoz, jsou materiálově náročné na výrobu, proto míra jejich využití klesá.

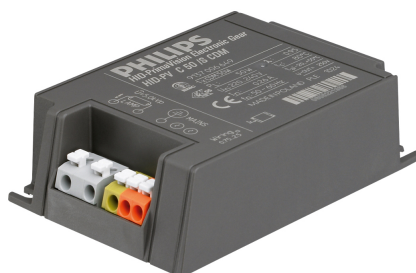


Obrázek 3.17: Zapalovač, tlumivka

(zdroj: <http://www.uvc.cz>)

Elektronické předřadníky dosahují lepších vlastností (např. okamžitý start a rychlejší

náběh světelného toku, šetrnější provoz), lze je v současnosti propojovat se systémy řízení VO (např. systém DALI - viz. podkapitola 4.3.2), regulovat tak světelný tok svítidla (např. stmívání v nočních hodinách). [2]



Obrázek 3.18: Předřadník pro CDM (halogenidové) výbojky
(zdroj: <http://www.lighting.philips.cz>)

Diody jsou napájeny stejnosměrným proudem; k převodu střídavého proudu na stejnosměrný slouží napájecí zdroj umístěný v těle svítidla (případně v tělese stožáru). Podobně jako elektronické předřadníky, mohou být i napájecí zdroje propojeny se systémy řízení VO (viz. podkapitola 4.2.2). [2]



Obrázek 3.19: Napájecí zdroj
(zdroj: <http://www.meanwell.com>)

3.2.3 Konstrukční části

Konstrukční části (těleso svítidla, montážní prvky, kryt, apod.) zajišťují ochranu světelných a elektronických částí svítidla; musí splňovat kritéria snadné montáže a údržby, dlouhé životnosti, spolehlivého odvodu tepla ze zahřátých částí světelných zdrojů. [1]

Ke konstrukčním částem (resp. kvalitě jejich provedení) je vztažena klasifikace krytí IP XX, která charakterizuje schopnost konstrukce odolávat vniknutí prachu a vody (vodních par) do tělesa svítidla, a která je jednou z klíčových charakteristik svítidel používaných v exteriéru. První číslo značí ochranu proti vniknutí prachu, druhé ochranu proti vniknutí vody, přičemž vyšší hodnota značí lepší odolnost konstrukce. Na krytí IP závisí volba činitele znečištění a stárnutí svítidel (viz. podkapitola 3.5). [2]

3.3 Podpůrná infrastruktura

Prvky podpůrné infrastruktury soustavy VO tvoří především různé typy osvětlovacích stožárů a výložníků, a dále prvky zajišťující jejich kotvení a stabilitu. Požadované vlastnosti prvků přímo závisí na situaci osvětlované komunikace (požadavek na výšku a úhel vyložení svítidla), nárocích stanovených právně (nároky na statiku a dynamiku prvků, momenty únosnosti ramen výložníků v závislosti na hmotnosti svítidla, únosnost stožáru, apod.) i požadavcích vlastníka soustavy (používané typy stožárů, výložníků, jejich barva nebo jejich kotvení mohou být vyspecifikované např. v obecních standardech VO). Nabízené možnosti jsou téměř nevyčerpatelné - z hlediska designu můžeme najít historizující i moderní komponenty, z hlediska materiálu je pro stožáry i výložníky nejčastěji využívána ocel, z kovů dále hliník; stožáry mohou být i železobetonové, laminátové či dřevěné.

Při projektování obnov i výstaveb nových osvětlovacích soustav je nutné dbát správného návrhu tělesa stožáru (např. tvar stožáru, počet stupňů a tloušťka jejich stěn) a kotvení stožáru v závislosti na typu stožárů (tedy vetknutím, pomocí příruby a další). Při výpočtu únosnosti stožáru musí být uvažována nejen tíha výložníku se svítidlem (a momentové zatížení, které tímto vzniká), ale i tlak větru, který může (v závislosti na třídě větrné oblasti) na stožár působit. Bezpečný návrh a instalaci stožáru lze zajistit dvěma způsoby:

- výrobce deklaruje v prohlášení o vlastnostech základní charakteristiky, které vycházejí z návrhu konstrukce a obsahují dovolené zatížení (náporovou plochu větru a tíhu na vrcholu), a dále lokalitu použití podle mapy větrných oblastí (referenční rychlost větru odpovídající konkrétní oblasti a kategorii terénu);
- projektant nebo investor definuje všechny nezbytné parametry pro kontrolní návrh

konstrukce, která vychází ze základních charakteristik, tedy skutečného zatížení a zatížení větrem dle lokality stanovené z mapy větrných oblastí. [16]



Obrázek 3.20: Ukázka stožárů
(ocelový / dřevěný / hliníkový / historizující)

Vhodný je návrh kotvení stožárů s využitím správně dimenzovaných prefabrikovaných kotevních prvků - základových patek. Minimální požadované rozměry základů pro dílčí stožáry (v závislosti na výšce stožáru, rozměrech tělesa a maximálním povoleném zatížení) stanovuje výrobce v technických nebo katalogových listech ke stožárům. U vetknutých stožárů musí být dodržena výška vetknutí.



Obrázek 3.21: Prefabrikované ŽB patky pro vetknuté stožáry [3]

Prefabrikáty jsou vhodné především z hlediska urychlení výstavby podpůrné infrastruktury (proces lze považovat za suchý, bez nutnosti tvorby bednění či technologických pře-stávek). Někteří výrobci již přímo nabízejí stožárové základy pro vlastní stožáry (např. výrobce Valmont). Prefabrikované základy nelze bezpodmínečně využít v každé situaci - např. umístění stožáru ve svahu nebo v oblasti se zhoršenými základovými poměry; v takových případech je nutno využít základu zhotoveného na místě stavby.

3.4 Elektroinstalace

Navrhované rozvody el. energie musí splňovat požadavky na bezpečnost stanovené právními předpisy a normami, které nejsou ani zde zcela závazné, nicméně by měly být projektanty a zhotoviteli staveb respektovány. České sdružení regulovaných elektroenergetických společností (ČSRES) také vydává vlastní *Podnikové normy energetiky pro rozvod elektrické energie*, které sdružují podmínky stanovené předpisy a normami, tyto podmínky dále rozšiřují a zajišťují tak minimální standard rozvodů el. napětí na území ČR. [17] [4]

Pro rozvody VO není ve většině případů vyžadováno zajištění dodávky el. energie náhradním zdrojem, je proto nutné, aby byly navržené rozvody spolehlivé, musí být navrženo jištění rozvodů energie prostřednictvím vhodných prvků (jistice, pojistky, apod.). Rozvody by také měly být navrhovány s důrazem na použití vhodných vodičů, kvalitních materiálů, hospodárnost (tedy správné dimenze průřezů vodičů, ale i důraz na snadnou montáž a požadovanou minimální životnost použitých vodičů). Dále je nutné dbát na správný návrh uložení vodičů v zemi a použití vhodných ochranných prvků (pro zemní vedení) či na výběr vhodných vodičů a kotevních prvků (pro nadzemní vedení). [17]

3.4.1 Typ sítě

Osvětlovací soustavy VO bývají v našich podmínkách připojeny nejčastěji k sítím typu TN (TN-C, TN-S, TN-C-S). [17]

3.4.2 Jmenovité proudové zatížení

Součtem jmenovitých příkonů el. spotřebičů (svítidel) připojených na rozvod energie vypočteme celkový příkon, ze kterého vypočteme celkový proud, který je výchozí pro volbu vhodného průřezu vodiče. Při návrhu vodiče je nutné uvažovat tzv. *účinník svítidel* - $\cos\varphi$ (bezrozměrná veličina vyjadřující poměr činného a zdánlivého elektrického výkonu v obvodu střídavého proudu a napětí). Vhodné uvažovat rezervu pro případy budoucího rozšíření soustavy, pro připojení vánočního osvětlení, apod. [17] [18]

$$S = U \cdot I = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3.6)$$

kde S (W) je zdánlivý výkon (není uvažován účinník svítidla), U (V) je proud, A (I) je napětí, P (W) je tzv. činná složka výkonu (výkon přeměněný na užitečnou práci) a Q (W) je tzv. jalová složka výkonu (energie nepřeměněná, úbytek energie)

$$P = S \cdot \cos\varphi \quad (3.7)$$

kde P (W) je činný výkon, S (W) zdánlivý výkon a $\cos\varphi$ (-) je účinník spotřebiče (svítidla)

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \quad (3.8)$$

Pokud obvod obsahuje nelineární součástky (např. polovodiče), může krom činného výkonu P (W) a jalového výkonu Q (W) vznikat i tzv. deformační složka výkonu D (W); zdánlivý výkon S (W) spotřebiče pak lze vypočíst z výše uvedeného vztahu.

$$\lambda = \frac{P}{S} \quad (3.9)$$

Pokud byla při výpočtu zdánlivého výkonu S (W) zahrnuta deformační složka výkonu, vypočteme z výše uvedeného vzorce tzv. skutečný účinník λ (někdy značeno $\cos\varphi_{ekv}$ nebo PF z anglického označení Power Factor).

Postup návrhu vodiče je realizován dle normy ČSN 33 2000-5-52: *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*,

ve které jsou uvedeny přesné specifikace návrhu včetně podkladů (tabulek) nutných k návrhu vodiče. [19]

Proud I (A), nutný pro dimenzi vodiče, je pro třífázový proud stanoven na základě vztahu 3.10 a jednofázový proud na základě vztahu 3.11.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \quad (3.10)$$

$$I = \frac{P}{U_f \cdot \cos\varphi} \quad (3.11)$$

kde U (V) je sdružená hodnota napájecího napětí a U_f (V) je fázové napětí.

3.4.3 Velikost úbytku napětí a ztrát

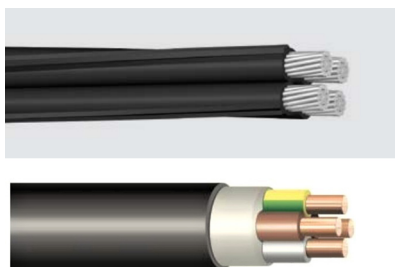
Dovolený úbytek napětí pro rozvody veřejného osvětlení, způsobený výpočtovým zatížením smí být max. 5% jmenovitého napětí sítě (dle ČSN 360400). Velikost napětí v rozvodu VO má vliv na velikost světelného toku výbojového světelného zdroje (při poklesu napětí o 1% může klesnout světelný tok o 3%), to lze částečně kompenzovat instalací kompenzačního kondenzátoru do obvodu svítidla (většina nových svítidel je již továrně kompenzována). Úbytek napětí je také potřeba ověřovat u rozsáhlých a dlouhých rozvodů el. energie. [17]

3.4.4 Mechanické namáhání

U kabelových zemních rozvodů VO má na mechanické namáhání vliv způsob a hloubka uložení vedení, ochrana vedení (použité chráničky apod.) a způsob zatěžování povrchu (pojezd vozidel, zemědělských strojů apod.). V případě nadzemních venkovních vedení je potřeba ověřit zejména namáhání vodičů tíhou námrazku, silou větru a vlastní vahou vodičů (tíha námrazku a zatížení větrem nejsou uvažovány současně, je nutno stanovit dominantní hodnotu a tu uvažovat). [17]

Při stavbě či výměně nadzemního vedení jsou kvůli vyšší spolehlivosti, menšímu na-

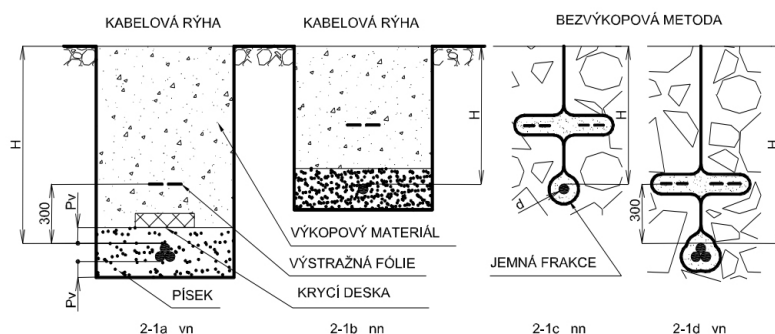
máhání opěrných bodů, jednodušší práci pod napětím nebo vyšší bezpečnosti před úrazem el. proudem navrhovány rozvody el. energie pomocí samonosných izolovaných vodičů typu AES. [17]



Obrázek 3.22: Příklad kabelu typu AES a CYKY

Značení fází na AES je realizováno pomocí jednoho až tří podélných výstupků, ochranná žíla je bez výstupku – je značená po celé délce grafickou značkou pro uzemnění. Žíly kabelu CYKY jsou značeny barevně (fáze - šedá/hnědá/černá, PEN - zeleno-žlutá).

Při ukládání kabelů do země je nutné volit druh vodiče se zřetelem k prostředí, hloubce a způsobu uložení, zatěžování, elektromagnetické kompatibilitě a nebezpečným vlivům ostatních vedení. Prochází-li kabel bez přerušení různým prostředím, druh kabelu a typ ochrany je zvolen podle nejnepríznivějšího místa. Při ukládání kabelů je nutné respektovat předepsané minimální hloubky krytí kabelů a vzdálenost od ostatních sítí (předepsáno normou ČSN 73 6005: *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*), mocnost pískového lože, typ výstražného značení kabelu (pomocí folie nebo desek), apod. [4]



H = hloubka uložení

V = hloubka výkopu rýhy = $H + d + Pv$

Pv = písková vrstva 80 mm do 35 kV včetně

Obrázek 3.23: Řezy kabelovou rýhou dle [4]

3.4.5 Ochrana před úrazem el. proudem

Základní požadavky na ochranu před úrazem el. proudem a její provedení najdeme v ČSN 33 2000-4-41: *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem* a dalších souvisejících normách. Ochrana samočinným odpojením od zdroje v sítích TN spočívá v tom, že všechny neživé části el. zařízení jsou spojeny ochranným vodičem s nulovým bodem zdroje. Podmínkou ochrany je, aby při zkratu mezi fázovým vodičem a neživou částí vznikl takový vypínací proud, který je vyšší nebo roven vybavovacímu proudu předřazeného jistícího prvku pro daný čas odpojení. K tomu ve VO jsou nejčastěji využívány jističe či pojistky. Další požadavky, upřesnění či omezení pro zařízení venkovního osvětlení jsou uvedeny v ČSN 33 2000-7-714: *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-714: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Venkovní světelné instalace.* [17]

4 Spínání, regulace, řízení

4.1 Spínání VO

Spínání soustavy VO je zpravidla realizováno jednotně pro všechna světelná místa pomocí zařízení umístěného v rozvaděči VO. Normou ČSN P 36 0455 odst. 4.3.1 je doporučováno spínat VO především pomocí fotobuňky, která je umístěná na konstrukci rozvaděče a při poklesu intenzity přirozeného (denního) osvětlení spíná soustavu. Fotobuňky jsou doporučované pro rychlou reakci na povětrnostní podmínky (např. předčasné sepnutí VO kvůli silné oblačnosti), lze je dobře uplatnit v rozlehlých městech (nerovnoměrný pokles světla na velké ploše města, fotobuňky osvětlení spínají postupně), je však nutné je pravidelně udržovat a mohou se velmi snadno stát terčem vandalů (zakrytí či zamalování fotobuňky). [6]

Osvětlení je často spínáno pomocí spínacích hodin (tzv. astrohodiny). Spínání probíhá dle předem definovaného programu, je však nutno nastavit časový plán dle lokality, ve které se soustava VO nachází, v opačném případě nemusí dojít ke včasnému sepnutí soustavy. Časový plán lze dle místních podmínek a požadavků dále upravit nastavením korekcí časů spínání. Při správném nastavení je zaručena vysoká funkčnost astrohodin, nejsou vystaveny vandalismu, nicméně nemohou pružně reagovat na okamžité povětrnostní podmínky. [6]

Osvětlení je možno spínat i pomocí hromadného dálkového ovládání (zkráceně HDO) - v rozvaděči je umístěn přijímač, který reaguje na informaci o sepnutí vyslanou z centrálního vysílače. Toto řešení je v praxi uplatňováno spíše výjimečně. Systém je běžně využíván distributory elektrické energie pro spínání spotřebičů či přepínání mezi jednotlivými tarify elektrické energie. [20] [21]

Spínací místa by měla být vybavena ručními spínači soustavy VO - tento druh spínání by neměl být primárním a jediným způsobem spínání soustavy, je nicméně vhodné každý rozvaděč ručním spínačem vybavit.

V případech, kdy je nutné zásobovat soustavu VO elektrickou energií celodenně, vzniká potřeba řešit spínání svítidel lokálně, pomocí modulů či jednotek instalovaných přímo ve svítidlech či stožárech VO. Téma lokálního spínání svítidel je aktuální zejména v kontextu rostoucího trendu Smart cities, kdy jsou na stožáry VO instalovány další prvky (kamerový systém, různé druhy čidel), které mohou být napájeny ze sítě VO. [2] [21] [22]

4.2 Regulace VO

4.2.1 Stmívání

Norma ČSN P 36 0455, která na národní úrovni upravuje požadavky na osvětlování pozemních komunikací, velí provádět výběr třídy komunikace na základě dat platných pro maximální intenzitu dopravy na komunikaci, data jsou proto směrodatná pouze pro některé časové úseky dne - ranní a večerní dopravní špičky. V pozdních nočních a ranních hodinách zpravidla dochází k útlumu provozu na komunikaci, norma ČSN CEN/TR 13201-1 proto umožňuje zatřídit komunikaci v několika časových intervalech (např. dělení na tři intervaly - interval pro večerní špičku, noční hodiny klidu a ranní špičku, lze dle situace alternovat). Dle výsledného zatřídění lze navrhnout osvětlení, které lépe reaguje na provoz na komunikaci. Technicky lze různých intenzit osvětlení v dílčích časových úsecích dosáhnout pomocí regulace veřejného osvětlení. [6] [5]

Klíčovým aspektem stmívání je úspora spotřeby elektrické energie, které lze stmíváním svítidel v nočních hodinách dosáhnout. Výrazná úspora může nastat např. v soustavě s vysokotlakými sodíkovými výbojkami - dle [2] se může celková míra uspořené elektrické energie ročně pohybovat na 20-30% (snížení světelného toku na 50% mezi 23:00 a 5:00 - 20:00 hod za rok a snížení příkonu v této době cca na polovinu). [2]

V soustavách s LED svítidly je úspora elektrické energie stmíváním v nočních hodi-

nách úzce spjata s třídou komunikace, na které k výměně svítidel dochází - obecně platí, že u tříd M budou použita LED svítidla s vyššími příkony (80 W a vyšší) nežli na třídách P, kde postačí nižší příkony (20-60 W). U komunikací a oblastí se svítidly vyšších příkonů má stmívání v nočních hodinách smysl, protože během noci dochází k významnému poklesu intenzity dopravy a požadavek na jas či osvětlenost komunikace může poklesnout o několik tříd (např. z M 2 na M 4); to je ostatně zohledněno i v normě ČSN CEN/TR 13 201-1, která dovoluje posuzovat jednu komunikaci v několika časových intervalech (např. večerní/ranní špička a noční klid). Úspory se ale nemusí tolik projevit u tříd P, kde při použití velmi nízkých příkonů (např. 20 W) přestává mít stmívání smysl, ba naopak je požadováno celonoční svícení stejné intenzity např. kvůli zachování bezpečnosti na komunikaci. [5]

Vedlejším, nicméně neméně důležitým, efektem regulace VO je i prodloužení doby životnosti zdrojů svícení - pokud je soustava regulována, nejsou světelné zdroje v určitých hodinách využívány v plném rozsahu, provoz je šetrnější a zdroje stárnou pomaleji. Prodloužení doby životnosti světelných zdrojů (a potažmo i svítidel a soustavy obecně) je však úzce závislé i na frekvenci údržby svítidel. [2]

Při regulaci osvětlení musí být zachována rovnoměrnost osvětlení chodníku či vozovky (tedy nesmí nastat situace, kdy jsou mezi světelnými místy neosvětlená nebo málo osvětlená místa - regulace by tedy neměla být prováděna vypínáním osvětlení. Nutnost a míra regulace musí být podložena studií intenzit dopravy na komunikaci v předemných nočních hodinách. Stmívání osvětlení ve večerních hodinách se nedoporučuje v místech s předpokladem zvýšené kriminality či nehodovosti. [6]

4.2.2 Způsoby regulace VO

Regulace klasických osvětlovacích soustav

Regulace klasických osvětlovacích soustav VO (tedy soustav vybavených výbojkovými či zářivkovými svítidly) lze provést pomocí fázové či amplitudové regulace (v obou případech jde o úpravu amplitudy napětí). Na základě počtu regulovaných světelných bodů lze regulaci dále členit na skupinovou či individuální. [2]

Skupinová regulace

Skupina svítidel (jedna větev VO, jedna ulice) je plynule či více-stupňově regulována pomocí skupinových regulátorů na bázi transformátorů nebo fázových měničů umístěných zpravidla v blízkosti spínacího místa sítě (rozvaděč VO). Problémem je jednotná regulace různých typů svítidel (standardní a přechodová svítidla). [2]

Individuální regulace

Regulace každého světelného místa (bodu) soustavy je prováděna nezávisle pomocí modulů (regulátorů) umístěných ve svítidle, stožáru či zemi pod stožárem VO. Moduly mohou provádět diagnostiku světelného zdroje. [2]

Regulace soustav s LED svítidly

Soustavy s nově instalovanými LED svítidly (nové větve osvětlení či postupná výměna stávajících svítidel) lze regulovat za předpokladu, že je v soustavě VO zachována jednotná efektivní hodnota střídavého napětí 230 V, která je nutná pro provoz LED svítidel v soustavě. Centrální napěťová regulace je v tomto případě téměř nemožná, svítidla totiž v naprosté většině případů využívají spínané zdroje, svítidla je proto nutné regulovat individuálně pomocí zařízení umístěných v těle svítidla či stožáru VO. [22]

Kompensace snížení světelného toku

Světelné zdroje podléhají stárnutí, což je při návrhu osvětlení uvažováno pomocí činitele stárnutí a znečištění světelných zdrojů, který vyjadřuje snižování světelného toku vyzařovaného světelným zdrojem během času. Pokud je soustava regulována, lze snižování světelného toku kompenzovat. Některá svítidla mají tuto funkci továrně integrovanou. [21]

Kompensace předimenzování osvětlení

Při správném návrhu osvětlení je uvažován činitel stárnutí a znečištění svítidel, který simuluje a předjímá degradaci svítidel a jejich částí v čase (vratné i nevratné změny způ-

sobené přirozeným stárnutím materiálů a konstrukcí). U výbojkových svítidel se činitel pohybuje kolem hodnoty 0,7, u nových LED svítidel může být hodnota činitele až 0,9 (svítidla vyžadují minimální údržbu a nepodléhají degradaci vlivem prostředí takovou rychlostí, jako jiné typy svítidel), z čehož lze odvodit, že nové osvětlovací soustavy jsou navrhovány s 10-30% vyšší počáteční hladinou osvětlení.

Počáteční naddimenzování osvětlení lze kompenzovat správnou regulací světelného toku, snížit zátěž světelných zdrojů během svícení (také uspořit na el. energii) a prodloužit jejich životnost (což je podmíněno preventivní údržbou celé soustavy VO - včetně všech prvků infrastruktury). [21]

4.3 Řízení VO

Stupeň regulace úzce závisí na velikosti a členitosti soustavy VO (množství komunikací různých tříd osvětlenosti, množství konfliktních míst, oblasti s různými funkcemi - obytná/průmyslová) a požadavcích vlastníka soustavy (investora - obce) na funkcionálnitu soustavy. Malé obce s nízkým počtem svítidel a minimem konfliktních míst mohou zvolit jednodušší systémy, které regulují soustavu jednotně v celé obci. Ve větších obcích a městech je zpravidla žádoucí volit sofistikované formy regulace osvětlení pomocí dynamického řídicího systému. [22]

4.3.1 Pevně naprogramované řízení VO

Svítidla jsou vybavena programovatelnými předřadníky či moduly, do kterých lze nahrát pevně definovaný časový diagram průběhu regulace výkonu, každé svítidlo lze nastavit na svícení v různé intenzitě, regulace funguje bez dalšího vnějšího zásahu, není však umožněna kontrola systému a pozdější změny časových diagramů či předdefinovaného nastavení mohou být obtížné (ne však nemožné - závisí na použitém zařízení). Systém je vhodný pro jednoduché a převážně homogenní soustavy. [22]

4.3.2 Dynamické řízení VO

Každé svítidlo je vybaveno prvkem (přijímačem), který umí na základě přijatého příkazu provést zadaný úkon (zvýšení/snížení intenzity osvětlení, blikání, apod.), stav svítidel lze v reálném čase vzdáleně kontrolovat, systém je uzpůsoben rychlé reakci na vnější podněty (např. rychlá oprava nastalé poruchy na svítidle). K řízení svítidel je možné využít různé typy existujících komunikačních sítí (GSM, DALI, LoRa, WiFi, apod.). Systém vyžaduje přesné stanovení požadavků na základní a rozšířené funkce soustavy VO (a potažmo řídicího systému), základem proto musí být podrobná znalost stávajícího stavu sítě VO (možnosti a omezení infrastruktury, vč. spínacích míst) a požadavků na osvětlení komunikací vycházejících ze zatřídění komunikací do tříd osvětlenosti. Dynamické systémy jsou komplexní, a proto vhodné především pro rozsáhlé a nestejnorodé soustavy VO. [22]

Uplatnění řízení pomocí některých dále uvedených sítí značně napomáhá i skutečnost, že soustava VO téměř dokonale pokrývá celou rozlohu (plochu) obce (platí především pro soustavy ve větších obcích a městech, kde jsou světelná místa situována v pravidelných rozestupech podél komunikací).

V případě dynamického řízení soustavy VO a uplatnění systému pro tzv. chytrou správu soustavy VO může vzniknout požadavek na celodenní zásobení sítě VO elektrickou energií (v závislosti na použitém typu napájení dílčích modulů umístěných ve svítidle či stožárech a přídatných zařízeních instalovaných v rámci sítě a stožárů VO). Problematika aktuální především v souvislosti s konceptem Smart cities. [22] [23]

GSM

Síť Group Spécial Mobile (česky Globální Systém pro Mobilní komunikaci) je celolátní síť zajišťující komunikaci přenos informací (přenos radiových signálů) mezi systémem základových stanic a mobilních stanic (telefonů, tabletů) vybavených SIM kartou (na pozadí Network switching subsystem - řízení, kontrola a rozhraní pro celou mobilní síť).

Uplatnění pro VO - vybavení svítidel (stožárů) vestavěnými GSM moduly se SIM kartami, pomocí řídicí aplikace jsou vysílány jednoduché SMS zprávy s příkazy, které jsou

zařizování ve svítidle přijaty, zpracovány a provedeny. Výhodou zařízení je nezávislost na kabelovém vedení a využití stávající bezdrátové stabilní komunikační sítě s téměř celoplošným pokrytím území ČR, dále možnost vysílat příkazy pomocí jakéhokoli zařízení umožňujícího vysílání SMS zpráv (tedy řízení pomocí mobilního telefonu, tabletu, počítače, apod.), mohou být přenášeny velké objemy dat. Nevýhodou jsou vysoké náklady na realizaci a provoz systému (poplatky za SIM karty, poplatky provozovatelům za využití GSM sítě, apod.). [24]

WiFi (WLAN)

Sít' standardu IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 popisující bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích (WLAN - Wireless Local Area Network). Jde o celulární síť, ve které je přenos dat z hlavní distribuční sítě (Ethernet) do klientských stanic (koncové zařízení s WiFi modulem) zajištěn pomocí přístupových bodů (AP - access points) a bezdrátového média (frekvence 2,4GHz, 5 GHz a 60 GHz). Od použitého typu standardu jsou dále odvozeny vlastnosti sítě - při využití ve sféře VO je požadavek na menší objem přenášených dat a větší dosah jednotlivých WiFi modulů.

Uplatnění pro VO - vybavení svítidel (stožárů) moduly (zařízeními) s WiFi přijímači, které přijímají, vyhodnocují a zpracovávají zprávy vyslané řídicí jednotkou, k přenosu dat se používají nelicencované sítě. Výhodou je nezávislost zařízení a funkcionality sítě na kabelovém vedení, distribuce a příjem zpráv je realizován bezdrátově, rychlá odezva a možnost přenosu velkého množství dat. Nevýhodou je nutnost plošného pokrytí města přístupovými body (AP) pro zprostředkování bezdrátové komunikace mezi distribuční sítí (Ethernet) a klientskou stanicí (výhoda/nevýhoda v závislosti na aktuálním stavu pokrytí konkrétní obce či města městskou sítí WiFi), nákladnost/sofistikovanost řešení (nutno zvážit všechny funkce, které by měla soustava VO mít a posoudit výhodnost počátečních a opakovaných investic do provozu sítě). [25]

DALI

DALI (Digital Addressable Lighting Interface, česky Adresovatelné osvětlovací rozhraní) je mezinárodní norma zaručující kompatibilitu se všemi stmívatelnými předřadníky různými

ných výrobců. Tento standart slučuje všechny předřadníky, transformátory, relé moduly nouzové výbavy do jednoho řídicího systému. Pro komunikaci mezi řídicím modulem a předřadníky je nutné přivést samostatný vodič. Dosah zařízení je omezen maximální vzdáleností a maximálním počtem svítidel na jedno zařízení.

Uplatnění pro VO - Na rozdíl od předešlých vyčtených sítí je tato využívána primárně pro řízení osvětlení, systém je jednoduchý a odzkoušený, na trhu jsou dostupná již kompletní naprogramovaná zařízení pro řízení (řídicí jednotky) i příjem a vyhodnocení pokynů (předřadníky), systém lze tedy instalovat rychle, bez nutnosti vývoje nových prvků či zařízení. [26]

LoRa WAN

LoRa modulace je součástí LPWAN (LPWAN - Low Power Wide Area Network, LoRa - Long Range) patentovaná Smartech Corporation, síť je vhodná pro přenos malého množství dat na velké vzdálenosti při velmi malé spotřebě elektrické energie.

Uplatnění pro VO - Přenos dat je realizován bezdrátově v nelicencovaném frekvenčním pásmu do 1 GHz (využití opuštěných frekvencí analogového vysílání, plošné pokrytí ČR infrastrukturou, která je nyní využívána minimálně), využívání sítě tedy není zpoplatněno a není nutný přívod kabeláže, napájení modulů umístěných ve svítidle či stožáru lze realizovat pomocí baterie. Nutná je počáteční investice do čipů, které lze využít k sestavení zařízení pro příjem a zpracování příkazu z řídicího zařízení. Řídicí systém je zcela ve správě obce. [3] [27]

4.4 Finanční náročnost soustavy VO

Provoz osvětlovacích soustav

Náklady na provoz osvětlovacích soustav jsou všechny náklady vynaložené na výkon správy VO (údržba soustavy, poruchový dispečink, opravy závad, náprava náhlých škod), úhradu spotřeby elektrické energie, zabezpečení revizí a technických dokumentací, aktualizaci pasportu VO a tvorbu (či obnovu) dokumentů a podkladů pro údržbu a správu

VO. Náklady na elektrickou energii jsou pravidelné, odběr probíhá dle každoročně stejného spínacího kalendáře (průměrná celková roční doba svícení v ČR je asi 4100 h), lze je odvodit na základě znalosti druhů světelných zdrojů (a jejich příkonů), uvažováno je i slavnostní svícení. [2]

Náklady na údržbu soustavy mají rozhodující vliv na provozuschopnost soustavy a její technický stav. Vlastník soustavy nemá předepsanu minimální výši nákladů na správu a údržbu soustavy, v mnohých případech bývá výše nákladů přímo závislá na momentálních možnostech rozpočtu obce. [2]

Energetické požadavky

Finanční náklady na elektrickou energii úzce souvisí s typem spínání a řízení soustavy VO, viz. 4.1 a 4.2. Při vhodně zvoleném typu regulace soustavy VO lze dosáhnout značných úspor el. energie a prostředků na ni vynaložených. Uplatněním regulovaného svícení dochází i k šetrnějšímu zacházení se světelnými zdroji (značné především u výbojových zdrojů), a tím i k mírnému snížení nákladů na údržbu soustavy (méně častá výměna světelných zdrojů). [2]

Využití obnovitelných zdrojů energií (OZE)

LED svítidla umožňují využití prvků a technologií pracujících s OZE. V *Metodické příručce skupiny ČEZ* [28] jsou popsány možnosti využití solární a větrné energie pro napájení jednotlivých svítidel VO. Vhodnost využití jednoho či druhého způsobu závisí např. na klasifikaci území dle map ročního průměrného úhrnu slunečního záření a roční průměrné doby slunečního záření pro území ČR pro fotovoltaické systémy (zde se jeví nejvhodnější oblastí jižní Morava) či mapy větrného atlasu ČR pro systémy větrných elektráren (vhodné lokace jsou např. Doupovské hory, Českomoravská vrchovina a další). [28]

Ač je využití obou OZE v praxi možné, je limitováno nedostatky, které se s dílčími zdroji energií pojí. Množství slunečního záření v našich klimatických podmínkách kolísá v průběhu roku v závislosti na ročním období, což přímo ovlivňuje i dobu svícení VO;

kritickým se z tohoto pohledu jeví zimní období, kdy množství elektrické energie získané pomocí slunečního záření (kterého je v zimním období nejméně) nedokáže ani v nejslunnějších oblastech ČR pokrýt potřebu energie na celonoční svícení (doba svícení VO je v zimě až 16 h). Nedostatkem větrné energie je její nestálost a závislost na vhodném umístění zařízení v rámci zeměpisné polohy i v rámci terénu, což do značné míry limituje možnosti umístění nových stožárů VO či využití stávajících. Nedostatek el. energie je v obou případech nutné kompenzovat druhým (neobnovitelným) zdrojem energie (např. klasické rozvody VO), pro zajištění spolehlivého svícení. [28]

Využití OZE ve VO je v současnosti neefektivní, především pokud uvažujeme napájení jednotlivých svítidel VO pomocí malých zařízení (fotovoltaických panelů, větrných turbín). Vyšší třídy komunikací (tedy třídy M a C) nelze pomocí těchto technologií spolehlivě nasvětlit; nižší třídy komunikací (P4-6) by bylo možné nasvětlit, nicméně vhodnost použitého systému je nutno ověřit světelným výpočtem a výpočtem spotřeby energií. [28]

4.5 Smart city koncept a skutečné problémy VO

Veřejné osvětlení je ve spojení s pojmem Smart city v posledních několika letech spojováno především pro svou strategickou pozici v rámci struktury obce - síť VO (svítidla a potažmo podpůrná infrastruktura) pokrývá pravidelně celou plochu obce, což otevírá otázku možností jejího dalšího využití. Soustavu lze využít k propojení s kamerovým systémem, instalaci různých typů čidel (např. měření znečištění ovzduší), pokrytí celého území obce signálem WiFi, apod. Značnou roli v možnostech využití hraje i volba typu systému (a hlavně typu média pro přenos signálu) pro řízení VO.

Koncepce Smart city již v minulosti představily Praha či Pardubice, realizováno bylo několik pilotních projektů (např. testovací provoz smart sítě VO v pražském Karlíně), nicméně ohlasy veřejnosti byly prozatím spíše rozpačité.

Řada (ne-li většina) obcí různých velikostí doposud disponuje soustavou VO, která je z větší či menší míry stále tvořena svítidly a podpůrnou infrastrukturou ze 70. a 80. let minulého století, tyto soustavy jsou již za hranicí své životnosti, primárním problémem

se tedy v českém prostředí jeví spíše podfinancování VO a celkové stáří a zastaralost soustavy než absence chytrých technologií. Financování celkové obnovy soustavy VO (tedy koncepční výměny svítidel, infrastruktury, kabeláže a oprava rozvodných skříní) se v českém prostředí nejeví jako populární (přitažlivé) téma, ač je problém na našem území poměrně rozsáhlý. Důkazem může být poměrně skromný počet dotačních titulů zaměřených na výměnu VO - osvětlení venkovních prostor je většinou řešeno a obnovováno v rámci větších realizací, ne vždy jsou však tyto realizace zdařilé (chybí světelné výpočty - umístění a výška stožárů či volba světelných zdrojů je prováděna na základě odhadu).

Primárním postupem by v této situaci měla být tedy celková obnova soustavy VO v ČR, tedy komplexní výměna infrastruktury, vodičů a rozvodných míst sítě. Chytré osvětlení na infrastruktuře za hranicí životnosti není funkční a logické řešení.

5 Praktická část - návrh osvětlení

5.1 Požadavky na VO

5.1.1 Popis území

Vybraná komunikace se nachází ve Statutárním městě Chomutov a tvoří spojnici pro pěší a cyklisty mezi ulicí Krátkou (jíž je součástí) a ulicí Čelakovského. Komunikace je zasažena do lesoparku (obklopena keřy a vzrostlými listnatými stromy), paralelně s komunikací vede cyklostezka (sídlíště Za Zborovskou - Podkrušnohorský zoopark); v nedaleké vzdálenosti (min. 25 m) se nacházejí bytové domy. Povrch komunikace je z asfaltbetonu, šíře komunikace je přibližně 3 m, délka uvažovaného úseku je přibližně 190 m.



Obrázek 5.1: Situace (Zdroj: *Mapy.cz*)

Zájmová komunikace není v současnosti nasvětlena. Cyklostezka (obecní pozemek č. 1478/24) je opatřena stávajícím veřejným osvětlením - svítidla typ Elektrosvit 444 xx 0x (tzv. kosmonaut či koule, jmenovitý příkon 50 či 70 W, horní i dolní opál, ocelové stožáry výšky přibližně 4 m bez výložníku), zemní vedení.

5.1.2 Požadavky investora

Ve městě v současnosti neexistuje ucelená koncepce obnovy a výstavby VO, standardy města pro VO nebyly doposud zpracovány, ze strany města je však kladen vysoký důraz na odolnost nově vznikajících a rekonstruovaných úseků veřejného osvětlení proti povětrnostním podmínkám, vandalismu a možnému poškození svítidel a podpůrné soustavy VO.

Nové osvětlení by mělo splňovat požadavky na osvětlenost stanovené platnými předpisy a normami, k projektům jsou požadovány světelné výpočty a vizualizace nasvětlovaných úseků zpracované pomocí výpočetního SW (např. DIALux - freeware, který při výpočtu silničního osvětlení pracuje s hodnotami stanovenými aktuálními normami).

Svítidla VO by měla být, pokud možno, lehká (hmotnost do 5 kg; vhodné především při montáži či výměně svítidel), odolná, s malými nároky na údržbu. V posledních letech je v Chomutově snaha unifikovat svítidla soustavy VO (sjednocená barva světla a design svítidel, snadnější servis a údržba) - ve většině realizací jsou využívána svítidla SATHEON českého výrobce SATHEA VISION s.r.o.

5.1.3 Limity území

Na základě informací získaných na Geoportálu Ústeckého kraje (dostupné z: <http://geoportal.kr-ustecky.cz/gs/>) a následně vyžádaných informací od správců a vlastníků technické infrastruktury v území byly zjištěny níže uvedené limity stavby. Tyto limity byly vneseny do výkresu situace, který je přílohou této práce.

Zemní vedení VN (do 35 kV)

Vlastníkem je ČEZ Distribuce, a.s., vedení je uloženo v trase předmětné komunikace, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo vedení je 1 m po obou stranách krajního kabelu kabelové trasy.

Zemní vedení NN (do 1 kV)

Vlastníkem je ČEZ Distribuce, a.s., vedení kříží předmětnou komunikaci v několika místech, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo vedení je 1 m po obou stranách krajního kabelu kabelové trasy.

Teplovod

Vlastníkem je ČEZ Teplárenská, a.s., teplovod DN 2x300 se nachází v blízkosti zájmového území, nicméně výstavba nového úseku VO se jej nedotkne.

Vodovod

Vlastníkem je SČVK, a.s., vodovod PVC DN 200 kříží předmětnou komunikaci v jednom místě, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo je 1,5 m od vnějšího líce stěny potrubí.

Kanalizace

Vlastníkem je SČVK, a.s., kanalizační stoka KA DN 300 kříží předmětnou komunikaci v jednom místě, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo je 1,5 m od vnějšího líce kanalizační stoky.

Elektronické komunikace

Vlastníkem je CETIN, a.s., na území dochází k souběhu optického a metalického kabelu, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo je 1,5 m po obou stranách krajního kabelu.

5.2 Světelný výpočet

5.2.1 Zatřídění komunikací

Zatřídění komunikací bylo provedeno dle ČSN CEN/TR 13201-1: Osvětlení pozemních komunikací - Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení.

Předmětná komunikace je určena pouze pro pěší (svislé dopravní značení C07a), v napojení na ulici Čelakovského nastává křížení pěších a cyklistů, komunikace též přímo navazuje na přechod pro chodce (vodorovné značení V07) a místo pro přejezd cyklistů (vodorovné značení V08). Přechod je včetně přejezdu oboustranně nasvětlen svítidly MC2 Zebra výrobce Artechnik Schröder (jednostranná přechodová optika, halogenidová výbojka, odhadovaný jmenovitý příkon 150 W, přechodový ocelový stožár výšky 6 m, výložník ocelový přechodový odhadované délky 1,5-2 m).

Parametry nutné pro zatřídění komunikace - rychlost pohybu, intenzita provozu, skladba dopravního proudu, jasnost okolí, rozpoznání obličeje. Zatřídění komunikace na základě daných parametrů je patrné z tabulky **5.1**.

Kritérium rozpoznání obličeje

Národní předběžná norma ČSN P 36 0455: *Osvětlení pozemních komunikací - Doplňující informace* se v bodě 4.1.8 normy k rozpoznání obličeje vyjadřuje takto:

Rozpoznání obličeju je nutné v místech s vyšším rizikem kriminality a doporučené v místech společenského styku, tedy obchodních třídách, na pěších zónách nebo v centrech měst. Pokud je vyžadováno, pak se doporučuje vyhodnotit také svislou a poloválcovou osvětlenost.

POZNÁMKA 1 V obou případech (bezpečnostní i společenský aspekt) je vhodné zvýšit úroveň osvětlení o jeden stupeň.

POZNÁMKA 2 Nebezpečí kriminality se doporučuje posuzovat na základě konzultace s místní samosprávou a policií.

Tabulka 5.1: Parametry pro výběr třídy osvětlení P dle [5]

Parametr	Možnosti	Popis	Váhová hodnota V_w	V_w zvolené
Rychlost pohybu	Nízká	$v \leq 40$ km/h	1	
	Velmi nízká (rychlost chůze)	Velmi nízká, rychlost chůze	0	0
	Vysoká	-	1	
Intenzita provozu	Sřední	-	0	0
	Nízká	-	-1	
	Chodci, cyklisté a motorová doprava	-	2	
Skladba dopravního proudu	Chodci a motorová doprava	-	1	
	Pouze chodci a cyklisté	-	1	
	Pouze chodci	-	0	0
	Pouze cyklisté	-	0	
	Vysoká	Výlohy reklamní plochy, sportoviště, nádražní a skladové areály	1	
Jasnost okolí	Sřední	Běžná situace	0	0
	Nízká	-	-1	
	Nutné	-	Dodatečné požadavky ^a	1
Rozpoznání obličeje	Není nutné	-	Žádné dodatečné požadavky	
	Součet váhových hodnot V_{ws}			1
Třída osvětlení P = 6 - V_{ws}			P 5	
^a Konkrétní postupy pro použití parametrů ovlivňujících rozpoznání obličeje jsou uváděny v národních předpisech a doporučeních.				

Na základě výše zmíněných skutečností bylo rozpoznání obličejů na komunikaci stanoveno jako vhodné (bezpečnostní i společenský aspekt - pěší zóny obklopené vysokou zelení), třída osvětlení byly tedy o jeden stupeň navýšena - navýšení třídy osvětlení bylo provedeno již v rámci tabulky (ze základní třídy P 6 na třídu P 5). Třída osvětlení byla na základě zatřídění stanovena na **P 5**.

Zatřídění navazujících komunikací

Dle odstavce 4.1.13 ČSN P 36 0455 nesmí být mezi sousedními oblastmi větší rozdíl než dvě porovnatelné třídy podle tabulky 2 této normy. Za referenční oblast se považuje oblast s nejvyšší hladinou osvětlení. V případě konfliktních oblastí se komunikace zařazené do skupiny třídy osvětlení M přearazují do třídy C podle tabulky 5.2.

Tabulka 5.2: Navazující třídy osvětlení [6]

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6		
C 0	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5			
			P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6

Postupem popsaným v normě ČSN CEN/TR 13201-1 byla třída komunikace v ul. Čelakovského (obousměrná komunikace s rychlostí 50 km/h, bez parkujících vozidel v posuzovaném úseku) stanovena na M4. Dle převodní tabulky je minimální požadovaná třída osvětlení přilehlého chodníku P2. Na základě požadavku z odstavce 4.1.13 normy byla minimální požadovaná třída osvětlení zájmové komunikace stanovena na **P 4**; tato třída je dále uvažována při návrhu osvětlení.

5.2.2 Požadavky na osvětlení

Požadavky na osvětlení komunikace dle zatřídění stanoví norma ČSN EN 13201-2: Osvětlení pozemních komunikací - Část 2: Požadavky.

Dle Tabulky 3 normy ČSN EN 13201-2 byly pro komunikaci třídy P 4 stanoveny následující minimální požadavky:

- minimální udržovaná hodnota průměrné osvětlenosti $\bar{E} = 5,00 \text{ lx}$ (pro dodržení rov-

noměrnosti by skutečná hodnota \bar{E} neměla přesáhnout 1,5 násobek hodnoty doporučené pro stanovenou třídu osvětlení $\rightarrow 5,00 \text{ lx} \leq \bar{E} \leq 7,50 \text{ lx}$;

- udržovaná hodnota minimální osvětlenosti $\bar{E}_{min} = 1,00 \text{ lx}$;
- možné kritérium - udržovaná hodnota minimální vertikální osvětlenosti $\bar{E}_{v,min} = 1,5 \text{ lx}$;
- možné kritérium - udržovaná hodnota minimální půlválcové osvětlenosti $\bar{E}_{sc,min} = 1,0 \text{ lx}$.

Možná kritéria - požadavky na osvětlení komunikace v případě, že je požadováno splnění požadavků na rozpoznání obličeje.

5.2.3 Výběr světelných zdrojů

V rámci návrhu jsou uvažována svítidla SATHEON S výrobce SATHEA VISION s.r.o., svítidlo je vybaveno LED světelným zdrojem (32 diod), příkon svítidla 20 W. Použitá optika je široká parková - vhodná pro nasvětlení úzkých komunikací při použití optimální rozteče světelných bodů 25-45 m (v závislosti na výšce světelného bodu). Světlo je směřováno pomocí mikroreflektorkové optiky (nejsou zde použity čočky) z postříbřeného plechu s vysokou odrazivostí - směřování světelného toku je přímé a účelné, použitím parkové optiky je omezen dopad světla na zelené plochy mimo komunikaci. Světelný tok světelného zdroje je 2880 lm, světelný tok svítidla je 2646 lm, měrný výkon svítidla je 132 lm/W. Barva světla je 2700 K (teplá bílá).

5.2.4 Výpočet

Výpočtové metody stanoví norma ČSN EN 13201-3: Osvětlení pozemních komunikací - Část 3: Výpočet.

Pro návrh a výpočet osvětlení je použit freeware program DIALux, který provádí výpočet dle požadavků stanovených platnou normou.

Výška světelného bodu byla stanovena na základě součtu výšek navrženého stožáru (6 m) a výšky výložníku (0,5 m). Základní kritéria \bar{E} a \bar{E}_{min} jsou splněna, za dané výšce světelného bodu, při rozteči 28-41 m.

Pokud by mělo být uplatněno kritérium rozpoznávání obličeje, svítidla na žádné z vo-

litelných (možných) kritérií (tedy $\bar{E}_{v,min}$ a $\bar{E}_{sc,min}$) při žádné z uvedených variant výšky a rozteče světelných bodů nevyhoví. Pokud by bylo nutné kritérium rozpoznávání obličeje dodržet, muselo by být zvoleno svítidlo s polopřímým směřováním světla do prostoru - parametr $\bar{E}_{sc,min}$ je posuzován na výpočtové rovině v úrovni 1,5 m nad terénem (úroveň očí průměrného pozorovatele), svítidla se smíšeným směřováním mají i v této výšce vyšší hladiny průměrné osvětlenosti, a dosahují tak snáze dodržení tohoto kritéria (světlo je směřováno více do prostoru). Je nicméně nutné podotknout, že tento typ svítidel (se smíšeným až nepřímým směřováním světelného toku do prostoru) není zcela šetrný k životnímu prostředí, především pokud uvážíme stále silnější tlak na regulaci toku svítidel kvůli světelnému smogu (hodnota ULOR) a vlivům, které na člověka i přírodu světelné znečištění má. Uvažované svítidlo tedy nedosahuje požadovaných hodnot volitelných kritérií, nicméně hlavní kritéria plní i při maximálním omezení směřování světelného toku pouze na plochu komunikace.

Výsledná rozteč byla stanovena na 30 m, výška světelného bodu je 6,5 m. Vzdálenost stožáru od komunikace je stanovena na 1 m.

5.3 Elektroinstalace

5.3.1 Parametry sítě

Napěťová soustava VO je charakterizována jako 3+PEN 400V/230V AC, 50Hz, TN-C.

Typ a druh rozvodů energie VO v okolí předmětné oblasti nejsou známy, nicméně na základě informací o stáří okolních svítidel a podpůrné infrastruktury (některá svítidla z roku 1968) a informací získaných z jiných projektů na obnovu VO ve městě Chomutov je vodič odhadován na kabel s hliněnými žilami (AYKY), průřez až 4x35 mm².

5.3.2 Ochrana před úrazem el. proudem

Ochrana bude řešena dle ČSN 33 2000-4-41: *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým*

proudem. Ochrana neživých částí je realizována automatickým odpojením, pospojováním, uzemněním. Ochrana živých částí je realizována krytím a izolací.

5.3.3 Nároky na el. energii

Příkon svítidla P uváděný výrobcem je 20 W, počet svítidel n v úseku je 6, při výpočtu celkového příkonu nového úseku soustavy je nutno uvažovat účinník svítidel $\cos\varphi$, jehož hodnota je (dle výrobce) 0,87. Na základě vztahů uvedených v podkapitole [3.4.2](#) byla hodnota celkového příkonu nové soustavy stanovena na 138 W.

$$S = \frac{n \cdot P}{\cos\varphi} = \frac{6 \cdot 20}{0,87} = 138W \quad (5.1)$$

Pokud je znám příkon, lze vypočítat proud I potřebný pro napájení svítidel (napětí soustavy U je 230 V).

$$I = \frac{S}{U} = \frac{138}{230} = 0,6A \quad (5.2)$$

5.3.4 Rozvodný kabel

Navržen je rozvodný kabel průřezu $4 \times 10 \text{ mm}^2$, typ CYKY (měděné plné žíly).

Napojení na stávající rozvod el. energie je realizováno ve stožáru VO 0463 dle pasportu VO. Průběh kabelu je v téměř celé trase navržen v zeleném pásu podél komunikace, šíře kabelové rýhy je 400 mm, hloubka rýhy je navržena na 800 mm (ve volném terénu je doporučena hloubka kabelové rýhy pro rozvody do 35 kV min. 700 mm), kabely jsou uloženy do pískového lože celkové výšky 200 mm (100 mm pod kabelem + 100 mm nad; min. doporučené mocnosti spodní i horní vrstvy lože je 80 mm pod/nad povrchem pláště vodiče). Po konzultaci s TSMCH, správcem VO ve městě Chomutov, je i přes značnou pracnost zhotovení kabelového lože ustoupeno od uložení kabelu do chráničky (čímž je zabráněno snadnému odcizení rozvodných kabelů i po realizaci stavby). Do výkopu je do výšky 300 mm nad úroveň uložení kabelu umístěna plastová výstražná folie červená s bleskem.

V místě křížení komunikace je provedeno odstranění živičného krytu a podkladních vrstev v šíři 500 mm, parametry kabelové rýhy a hloubky uložení kabelu jsou stejné, kabel je v tomto úseku trasy veden dvouplášťovou trubkou KOPODUR.

Kabel je skrze otvory v základu stožáru přiveden ke stožárové svorkovnici.

5.3.5 Přívodní kabel

Navržen je přívodní kabel průřezu 3x1,5 mm², typ CYKY (měděné plné žíly).

Diody jsou napájeny stejnosměrným proudem; k převodu střídavého proudu na stejnosměrný, a dále k regulaci příkonu svítidla, slouží napájecí zdroj umístěný v těle svítidla. Ze zdroje je vyveden třížilový kabel opatřený konektorem (samec) s ochranou IP 65, druhý konektor (samice) je namontován na přívodní kabel. Použití konektoru umožňuje snadnější manipulaci při instalaci svítidel a vyšší ochranu proti dotyku živých částí vodičů při manipulaci se svítidlem.

Kabel je od stožárové svorkovnice veden v těle stožáru a výložníku, pro dobrou manipulaci se svítidlem a výložníkem při instalaci musí být kabel ve stožáru navolněn (ochrana proti rozpojení konektoru nebo vytržení kabelu ze stožárové svorkovnice).

5.3.6 Uzemnění

Souběžně s vodičem je do výkopu uložen zemnicí pásek 30x4 mm, který je napojen na uzemnění soustavy VO u světelného místa 0463. Na hlavní zemnicí pásek je pomocí zemnicích svorek připojen zemnicí drát FeZn, který je přiveden do těla stožáru, a zde ke stožáru připevněn pomocí zabudované zemnicí svorky umístěné v těle stožáru.

5.4 Podpůrná infrastruktura

Typy prvků a konstrukcí (a materiály, ze kterých jsou vyrobeny) byly zvoleny s důrazem na snadnou montáž, stálost a dobrou odolnost vůči povětrnostním podmínkám a mechanickému namáhání. Navržené prvky jsou tvarově jednoduché, z kvalitního, odolného,

nekorodujícího a esteticky vděčného materiálu - slitiny hliníku; povrch prvků lze dále upravit broušením, mechanickou odolnost zvýšit anodizací (elox).

5.4.1 Stožáry a stožárové základy

Byly zvoleny kónické bezpaticové hliníkové stožáry výšky 6 m, s povrchovou úpravou broušením. Průměr stožáru ve vrcholu (místo nasazení svítidla či výložníku) je 60 mm. Stožár je opatřen dvířky pro přístup ke stožárové svorkovnici. Uchycení zemnicího drátu ke konstrukci stožáru je provedeno pomocí svorky umístěné na vnitřní straně těla stožáru.

Kotvení stožáru je realizováno pomocí příruby, matic a čtyř závitových tyčí, které jsou součástí monolitického ŽB základu. Typ velikost ŽB základu byly pro navržený stožár zvoleny dle pokynů výrobce. Rozměry základu jsou (š/d/v) 300/300/1000 mm, základ je opatřen otvory pro přívod kabeláže a zemnicího drátu do stožáru.

Stožárový základ je vsazen do výkopu min. rozměrů (š/d/v) 600/600/1200 mm, dno výkopu je vyrovnáno pomocí štěrku frakce f 4/16, tloušťka vyrovnávací vrstvy je 100 mm. Po usazení základu, vtažení vodičů a zemnicího drátu do patky a nasazení a vyrovnání stožáru lze výkop pro stožár zasypat do výšky 50-100 mm nad úroveň příruby a ztuhnout.

5.4.2 Výložníky

Výložníky byly zvoleny obloukové, materiál výložníku je shodný s materiálem stožáru (tedy slitina hliníku povrchová úprava broušením). Průměr vrcholu výložníku je 60 mm, poloměr oblouku je 250 mm, úhel vyložení byl na základě světelného výpočtu stanoven na 0°, délka ramene výložníku je 700 mm. Výložník je na stožáru ukotven pomocí šesti kusů stavěcích šroubů.

5.5 Spínání a řízení

5.5.1 Spínání

Spínání navrhovaného úseku VO bude realizováno jednotně s celou větví osvětlení.

5.5.2 Řízení

Svítlidla nejsou navržena s vestavěnými prvky (moduly) pro řízení spínání a intenzity osvětlení. Navrhovaný příkon svítidel je poměrně malý, předmětná komunikace je navíc určena pro pěší - pro podporu bezpečnosti při pohybu na komunikaci je navrženo zachování jednotné intenzity svícení během celé provozní doby.

Svítlidla nicméně umožňují připojení modulů pro přímé či naprogramované řízení osvětlení (umístění do tělesa svítidla či stožárů). Moduly jsou napájeny pomocí baterie, pro přenos dat je využívána síť LoRa WAN. Pro správnou funkčnost systému by musela být provedena úprava zapínacího místa (instalace řídicí jednotky pro komunikaci se svítidly, vybavenou připojením na městskou WiFi síť pro příjem pokynů).

5.5.3 OZE

V návrhu není uvažováno napájení svítidel pomocí obnovitelných zdrojů energie.

Svítlidla mají již v základu velmi nízký instalovaný příkon, celkový nový jmenovitý příkon úseku (tedy šesti LED svítidel) je 138 W, což je srovnatelné s jedním standardním svítidlem vybavených výbojovým světelným zdrojem. V tomto úseku je tedy již velmi malý prostor pro úsporu energie (prostředky vynaložené na instalaci zařízení pro využití OZE k napájení soustavy by vysoce překročily prostředky ušetřené na el. energii u svítidel s takto nízkým příkonem).

5.5.4 Aplikace konceptu Smart city

Město Chomutov má ve správě poměrně zastaralou soustavu VO (řada svítidel je z 60.-80. let minulého století, tedy za hranicí životnosti), kterou se postupně snaží obnovovat, nicméně značná část soustavy na obnovu stále čeká.

Předmětný úsek soustavy VO (a především svítidla) je navržen tak, aby jej ve vhodný okamžik bylo možno integrovat do systému vzdálené centrální správy VO, nicméně je to především systém výstavby za použití prefabrikátů a komponent z odolných materiálů, který by mohl městu usnadnit obnovu soustavy VO (a tak vybudovat zázemí pro tvorbu skutečně chytrého města).

6 Závěr

Na základě rozboru situace a zhodnocení vstupních požadavků bylo navrženo veřejné osvětlení předmětné komunikace. Vhodnost použitých světelných zdrojů byla vyhodnocena pomocí světelného výpočtu; na základě tohoto výpočtu byly stanoveny vhodné délky roztečí mezi stožáry a výšky světelných bodů. Byly navrženy prvky podpůrné infrastruktury a rozvody elektroinstalací. Poznatky o území a navrhovaný stav byly popsány v Souhrnné technické zprávě a zapracovány do výkresové dokumentace.

Seznam použitých zdrojů

- [1] HABEL, J., *Světlo a osvětlování*. Praha: FCC Public s.r.o., 2013. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [2] SOKANSKÝ, K., *Světelná technika*. Praha: ČVUT v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [3] *SATHEA VISION s.r.o.* [online]. SATHEA VISION s.r.o., ©2018 [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: <http://sathea.cz/>.
- [4] Podniková norma energetiky pro rozvod elektrické energie PNE 34 1050 ed. 2., *Kladení kabelů NN, VN a 110 kV v distribučních sítích energetiky*. Praha: České sdružení regulovaných elektroenergetických společností (ČSRES), 2016.
- [5] ČSN CEN/TR 13 201-1 (36 0455)., *Osvětlení pozemních komunikací - Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), 2018.
- [6] ČSN P 36 0455 (36 0455)., *Osvětlení pozemních komunikací - Doplnující informace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), 2017.
- [7] STAŠA, Michal. Veřejné osvětlení., *Světloblog* [online]. Michal Staša, ©2015. Poslední změna listopad 2017 [cit. 17.3.2018]. Dostupné z: <http://www.svetloblog.cz/index.php?svetlo=verejne-osvetleni>.
- [8] SEQUENS, Tomáš. Normy ve veřejném osvětlení z pohledu práva. In:., *Světlo*. [online]. Praha: FCC Public s.r.o, 28.11.2012 [cit. 17.3.2018]. Do-

- stupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/ Svetlo/clanek/normy-ve-verejnem-osvetleni-z-pohledu-prava-591>.
- [9] ŽÁK, Petr. Koncepce veřejného osvětlení měst a obcí – Část 1. In: *Světlo*. [online]. Praha: FCC Public s.r.o, 28.3.2014 [cit. 13.4.2018]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/ Svetlo/clanek/koncepce-verejneho-osvetleni-mest-a-obci-cast-1-644>.
- [10] KVAISER, Petr. Standardy VO Zlín. In: *Technické služby Zlín, s.r.o.* [online]. Zlín: TS Zlín, s.r.o., 23.1.2007. Aktualizováno 1.1.2012 [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: http://www.tszlin.cz/wp-content/uploads/2013/04/standardy-vo-zlin_2012.pdf.
- [11] EFEKT 2017 - 2021 - 1A Opatření ke snížení energetické náročnosti veřejného osvětlení 2018., *MPO EFEKT* [online]. MPO, ©2008. [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/programy-podpory/54039/76454>.
- [12] ŠKOPEK, Martin., *Příručka pro zpracování energetických auditů a posudků soustav veřejného osvětlení*. [online]. Praha: MPO, září 2017 [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: https://www.mpo-efekt.cz/upload/b7c655336b42fbc8fc6e8d9e187d1ebb/prirucka_ep_vo_efekt_2018.pdf.
- [13] Středočeský fond obnovy venkova., *Středočeský kraj* [online]. Středočeský kraj, ©2018. [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: <https://www.kr-stredocesky.cz/web/regionalni-rozvoj/stredocesky-fond-obnovy-venkova>.
- [14] ČSN EN 13 201-2 (36 0455)., *Osvětlení pozemních komunikací - Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), 2016.
- [15] VACEK, Martin. Na co si dát pozor při výběru LED svítidel. In: *Světlo*. [online]. Praha: FCC Public s.r.o, 02/2016 [cit. 17.5.2018]. Dostupné z: http://www.vmlight.cz/cms_soubory/podpora_kategorie/brezen-2016-na-co-si-dat-pozor-pri-vyberu-led-svitidel.pdf.
- [16] KUNTA, Zdeněk. (Ne)bezpečné stožáry veřejného osvětlení. In: *Světlo*. [online]. Praha: FCC Public s.r.o, 25.9.2016 [cit. 13.4.2018]. Dostupné z:

<http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/clanek/ne-bezpecne-stozary-verejneho-osvetleni-1858>.

- [17] *Rozvody veřejného osvětlení* [online]. ART METAL, ©2010 [cit. 14.4.2018]. Dostupné z: <http://www.artmetal.cz.com/přednášky/zařízení%20vo/Rozvody%20veřejného%20osvětlení.pdf>.
- [18] *Základy kompenzace.*, KBH Energy a.s. [online]. KBH Energy a.s. ©2018. [cit. 18.5.2018]. Dostupné z: <http://www.kbh.cz/o-kompenciaci/zaklady-kompencace>.
- [19] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 (332000), *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), 2012.
- [20] *Spínání HDO.*, ČEZ Distribuce [online]. ČEZ Distribuce, a.s. ©2018. [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/spinani-hdo.html>.
- [21] *Ovládací systém VO, zapínací místa RVO* [online]. ART METAL, ©2010 [cit. 2.4.2018]. Dostupné z: http://www.artmetal.cz.com/přednášky/zařízení%20vo/ovládací%20systém%20vo_zapínací%20místa.pdf.
- [22] MÍKA, Petr. *Význam regulace v soustavách veřejného osvětlení (VO).*, Artechnic-Schröder: *Řídící systémy* [online]. Artechnic-Schröder a.s, ©2018 [cit. 17.3.2018]. Dostupné z: <http://artehnic-schreder.cz/cs/wp-content/uploads/regulace.pdf>.
- [23] KOŘENEK, J., *Regulace veřejného osvětlení*. Brno, 2017. Bakalářská práce. FEKT VUT v Brně.
- [24] VÁCHA, L., *Vzdálené řízení a monitorování na základě GSM*. Brno, 2013. Bakalářská práce. FEKT VUT v Brně.
- [25] HLAVATÝ, J., *Návrh rozsáhlých bezdrátových sítí dle standardu IEEE 802.11*. Brno, 2016. Bakalářská práce. FEKT VUT v Brně.
- [26] HOLUB, J., *Řízení osvětlení pomocí protokolu DALI v sběrníkovém systému KNX*. Brno, 2011. Bakalářská práce. FEKT VUT v Brně.

- [27] POSPÍŠIL, J., *Bezdrátový senzor využívající LoRA technologii*. Brno, 2016. Bachelářská práce. FEKT VUT v Brně.
- [28] Metodická příručka „Zelená energie“ Skupiny ČEZ, *Využití obnovitelných zdrojů energie pro napájení svítidel veřejného osvětlení*. Praha: ČEZ Prodej, s.r.o.

Přílohy

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

SO 401 - Veřejné osvětlení

Akce: Návrh VO Chomutov - ul. Krátká
Investor: Statutární město Chomutov, Zborovská 4602, 43028 Chomutov
Zpracovala: Marie Ponomarenko
Datum: 05/2018

Obsah: 401.1 Souhrnná technická zpráva
401.2 Světelný výpočet
401.3 Situace širších vztahů, M 1:2000
401.4 Situace, M 1:350
401.5 Řezopohled - stožár VO a uložení kabelů, M 1:20
401.6 Katalogové listy

1 ÚDAJE O PROJEKTU

1.1 Investor

Statutární město Chomutov, Zborovská 4602, 43028 Chomutov

1.2 Zpracovatel projektu

Marie Ponomarenko, LS 2017/2018, A+S FSv ČVUT v Praze

1.3 Použité podklady

Ke zpracování projektu byly použity následující podklady:

- osobní prohlídka místa;
- vyjádření vlastníků technické infrastruktury;
- technická dokumentace prvků infrastruktury
- soubor norem ČSN EN 13 201: Osvětlení pozemních komunikací.

1.4 Rozsah projektu

Projektová dokumentace řeší návrh nového úseku veřejného osvětlení. Návrh světelných zdrojů byl proveden na základě norem ČSN EN 13 201: Osvětlení pozemních komunikací a ověřen světelným výpočtem v programu DIALux.

2 ÚDAJE O ÚZEMÍ

2.1 Popis území

Vybraná komunikace se nachází ve Statutárním městě Chomutov a tvoří spojnici pro pěší a cyklisty mezi ulicí Krátkou (jíž je součástí) a ulicí Čelakovského. Komunikace je zasazena do lesoparku (obklopena keřy a vzrostlými listnatými stromy), paralelně s komunikací vede cyklostezka (sídliště Za Zborovskou - Podkrušnohorský zoopark); v nedaleké vzdálenosti (min. 25 m) se nacházejí bytové domy. Povrch komunikace je z asfaltobetonu, šíře komunikace je přibližně 3 m, délka uvažovaného úseku je přibližně 190 m.

Zájmová komunikace není v současnosti nasvětlena. Cyklostezka (obecní pozemek č. 1478/24) je opatřena stávajícím veřejným osvětlením - svítidla typ Elektrosvit 444 xx 0x (tzv. Kosmonaut či koule, jmenovitý příkon 50 či 70 W, horní i dolní opál, ocelové stožáry výšky přibližně 4 m bez výložníku), zemní vedení.

2.2 Pozemky přímo dotčené stavbou

- 1478/6 Statutární město Chomutov, Zborovská 4602, 43001 Chomutov;
- 1532/2 Statutární město Chomutov, Zborovská 4602, 43001 Chomutov.

2.3 Limity území

Limity území jsou předmětem výkresu č. 401.4 - Situace, M 1:1000. V území byly zjištěny níže uvedené sítě technické infrastruktury:

- Zemní vedení VN (do 35 kV) - Vlastníkem je ČEZ Distribuce, a.s., vedení je uloženo v trase předmětné komunikace, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo vedení je 1 m po obou stranách krajního kabelu kabelové trasy.
- Zemní vedení NN (do 1 kV) - Vlastníkem je ČEZ Distribuce, a.s., vedení kříží předmětnou komunikaci v několika místech, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo vedení je 1 m po obou stranách krajního kabelu kabelové trasy.
- Elektronické komunikace - Vlastníkem je CETIN, a.s., na území dochází k souběhu optického a metalického kabele, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo je 1,5 m po obou stranách krajního kabele.
- Vodovod - Vlastníkem je SČVK, a.s., vodovod PVC DN 200 kříží předmětnou komunikaci v jednom místě, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo je 1,5 m od vnějšího líce stěny potrubí.
- Kanalizace - Vlastníkem je SČVK, a.s., kanalizační stoka KA DN 300 kříží předmětnou komunikaci v jednom místě, hloubka uložení není známa, ochranné pásmo je 1,5 m od vnějšího líce kanalizační stoky.

Před prováděním stavby je nutné zajistit vytyčení dotčených sítí vlastníkem sítí technické infrastruktury. Existenci sítí je nutno ověřit sondami. Prvky technické infrastruktury (tedy stožáry a stožárové základy) budou umístěny mimo ochranná pásma sítí. Výkopové práce v ochranných pásmech sítí technické infrastruktury budou prováděny ručně, bez použití těžké techniky.

3 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

3.1 Napěťová soustava

3+PEN 400V/230V AC, 50Hz, TN-C.

3.2 Celkové energetické poměry

Nově instalovaný příkon úseku VO: 138 W.

Napájení nového úseku soustavy VO bude realizováno napojením na stávající síť VO ve stožáru VO 0463 dle pasportu VO.

3.3 Prostředí stavby

Venkovní nechráněné prostory AD4, AB8, AF2, AS2, BC4.

3.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana bude řešena dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2.

Ochrana neživých částí: ochrana automatickým odpojením, pospojováním, uzemněním.

Ochrana živých částí: krytím a izolací.

4 POPIS NÁVRHU

4.1 Svítidla, podpůrná infrastruktura

V předmětném úseku je navrženo 6 ks LED svítidel SATHEON S, příkon svítidla je 20 W, rozteč mezi svítidly byla výpočte stanovena na 30 m.

Svítidla jsou umístěna na obloukových výložnicích ze slitiny ENAW, povrchová úprava broušením. Sklon ramene výložníku je 0°, výška vyložení světelného bodu je 500 mm, délka vyložení světelného bodu je 700 mm.

Výložníky jsou umístěny na kónických přírubových stožárech výšky 6 m. Průměr vrcholu stožáru je 60 mm, výložník je na stožáru upevněn pomocí šesti stavěcích šroubů. Stožár je opatřen dvířky pro přístup k elektrovýzbroji a svorce pro zemnicí drát (umístěna uvnitř stožáru). Kotvení stožáru je realizováno pomocí Kotvení stožáru je realizováno pomocí příruby, matic a čtyř závitových tyčí, které jsou součástí monolitického ŽB základu. Typ velikost ŽB základu byly pro navrženy stožár zvoleny dle pokynů výrobce. Rozměry základu jsou (š/d/v) 300/300/1000 mm, základ je opatřen otvory pro přívod kabeláže a zemnicího drátu do stožáru.

4.2 Elektroinstalace

Navržen je rozvodný kabel průřezu $4 \times 10 \text{ mm}^2$, typ CYKY (měděné plné žíly).

Napojení na stávající rozvod el. energie je realizováno ve stožáru VO 0463 dle pasportu VO. Průběh kabelu je v téměř celé trase navržen v zeleném pásu podél komunikace, šíře kabelové rýhy je 400 mm, hloubka rýhy je navržena na 800 mm, kabely jsou uloženy do pískového lože celkové výšky 200 mm, kabely nejsou uloženy do chráničky. Do výkopu je do výšky 300 mm nad úroveň uložení kabelu umístěna plastová výstražná folie červená s bleskem.

V místě křížení komunikace je provedeno odstranění živičného krytu a podkladních vrstev v šíři 500 mm, parametry kabelové rýhy a hloubky uložení kabelu jsou stejné, kabel je v tomto úseku trasy veden dvouplášťovou trubicí KOPODUR.

Kabel je skrze otvory v základu stožáru přiveden ke stožárové svorkovnici.

4.3 Uzemnění

Souběžně s vodičem je do výkopu uložen zemnicí pásek 30x4 mm, který je napojen na uzemnění soustavy VO u světelného místa 0463. Na hlavní zemnicí pásek je pomocí zemnicích svorek připojen zemnicí drát FeZn, který je přiveden do těla stožáru, a zde ke stožáru připevněn pomocí zabudované zemnicí svorky umístěné v těle stožáru.

4.4 Bezpečnost při provádění stavby

Při provádění stavebních činností a provozu stavby je povinnost se řídit pokyny a ustanoveními předpisů. :

- Nařízení vlády č.591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništi;
- Nařízení vlády č. 378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí;

- Vyhl. č. 101/2005 Sb., Nařízení vlády o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí;
- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce;
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci;
- Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci);
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na nebezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky a další.

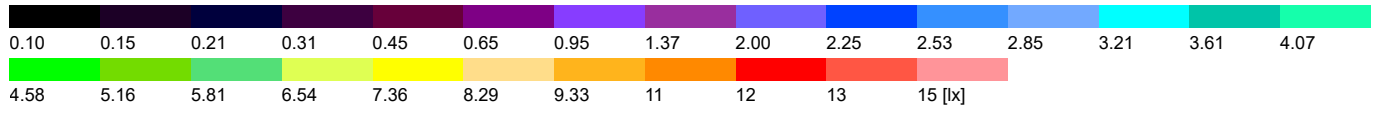
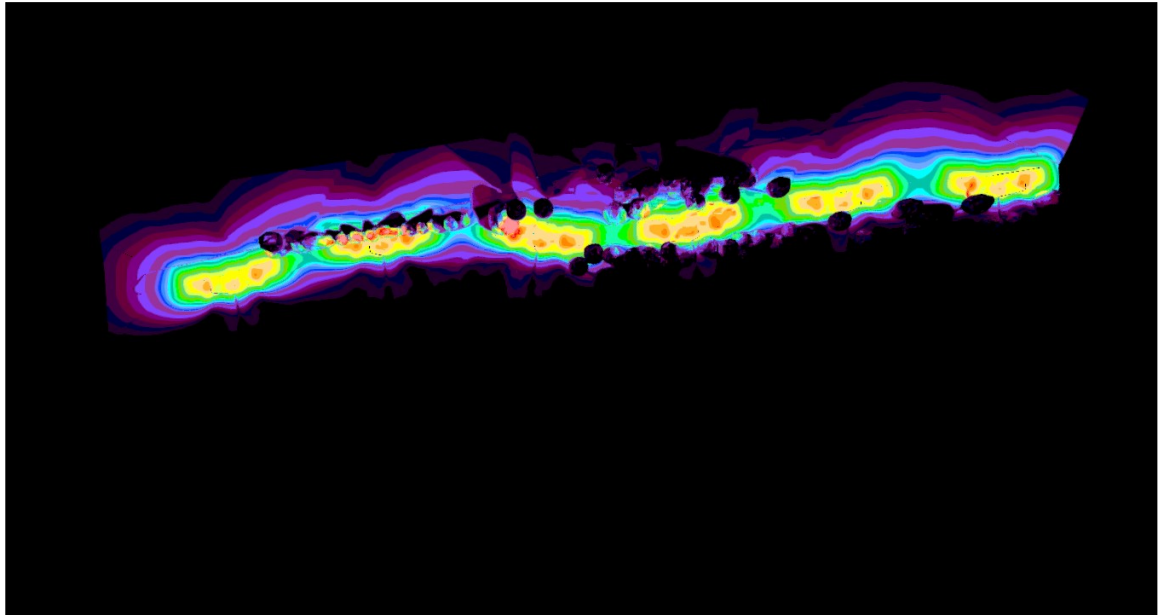
Provoz objektu nebude mít negativní vliv na zdraví a životní prostředí.

Při užívání stavby budou dodržovány všechny platné předpisy a zákony o bezpečnosti při užívání staveb.

Pro stavbu jsou navrženy a budou použity jen takové výrobky, materiály a konstrukce, jejichž vlastnosti z hlediska způsobilosti stavby pro navržený účel zaručují, že stavby při správném provedení a běžné údržbě splňuje požadavky, kterými jsou: mechanickou pevnost a stability, požární odolnosti, ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí, ochrana proti hluku, bezpečnost při užívání, úspora energie a tepelná ochrana. Stavby tyto požadavky musí splňovat po celou dobu plánované životnosti stavby.

Stavba je navržena v souladu s požadavky vyhlášky č.268/2009 Sb.

Návrh VO Chomutov - ul. Krátká

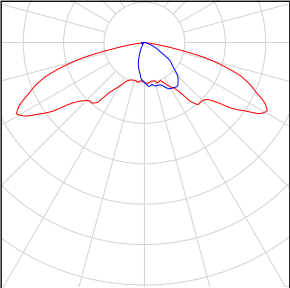


Obsah

Návrh VO Chomutov - ul. Krátká

Kusovník svítidel.....	3
Pohledy.....	4
Plocha 1	
Plán rozmístění svítidel.....	7
Kusovník svítidel.....	8
P 4: Alternativa 1	
Výsledky plánování.....	9
P 4: Alternativa 1 / Vozovka 1 (P4)	
Shrnutí výsledků.....	10
Tabulka.....	11
Izolovat.....	14
Graf hodnot.....	15

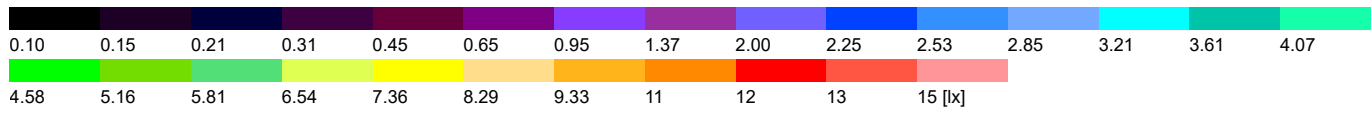
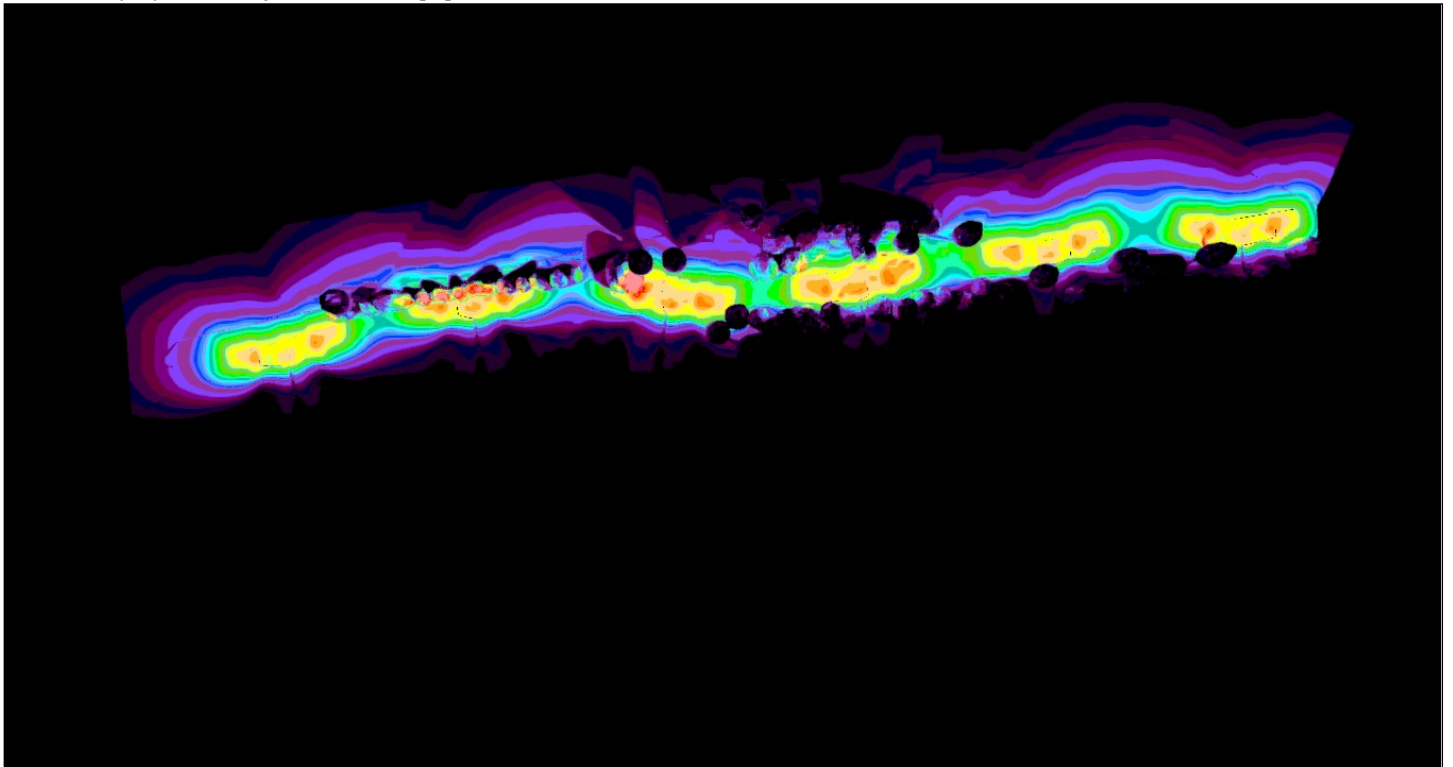
Návrh VO Chomutov - ul. Krátká

Počet kusů	Svítilo (Výstup světla)		
6	SATHEA VISION - 1 SATHEON S 20W park optic Výstup světla 1 Osazení: 32xLED SAMSUNG LH351B I3 Provozní účinnost: 91.74% Světelný tok žárovky: 2880 lm Světelný tok svítidla: 2642 lm Výkon: 20.0 W Světelný výtěžek: 132.1 lm/W Kolorimetrické údaje 32x: CCT 2700 K, CRI 80	Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.	

Celkový světelný tok žárovky: 17280 lm, Celkový světelný tok svítidla: 15852 lm, Celkový výkon: 120.0 W, Světelný výtěžek: 132.1 lm/W

Návrh VO Chomutov - ul. Krátká

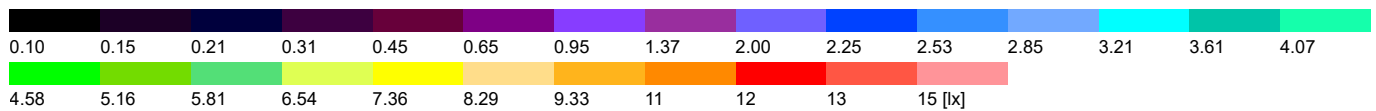
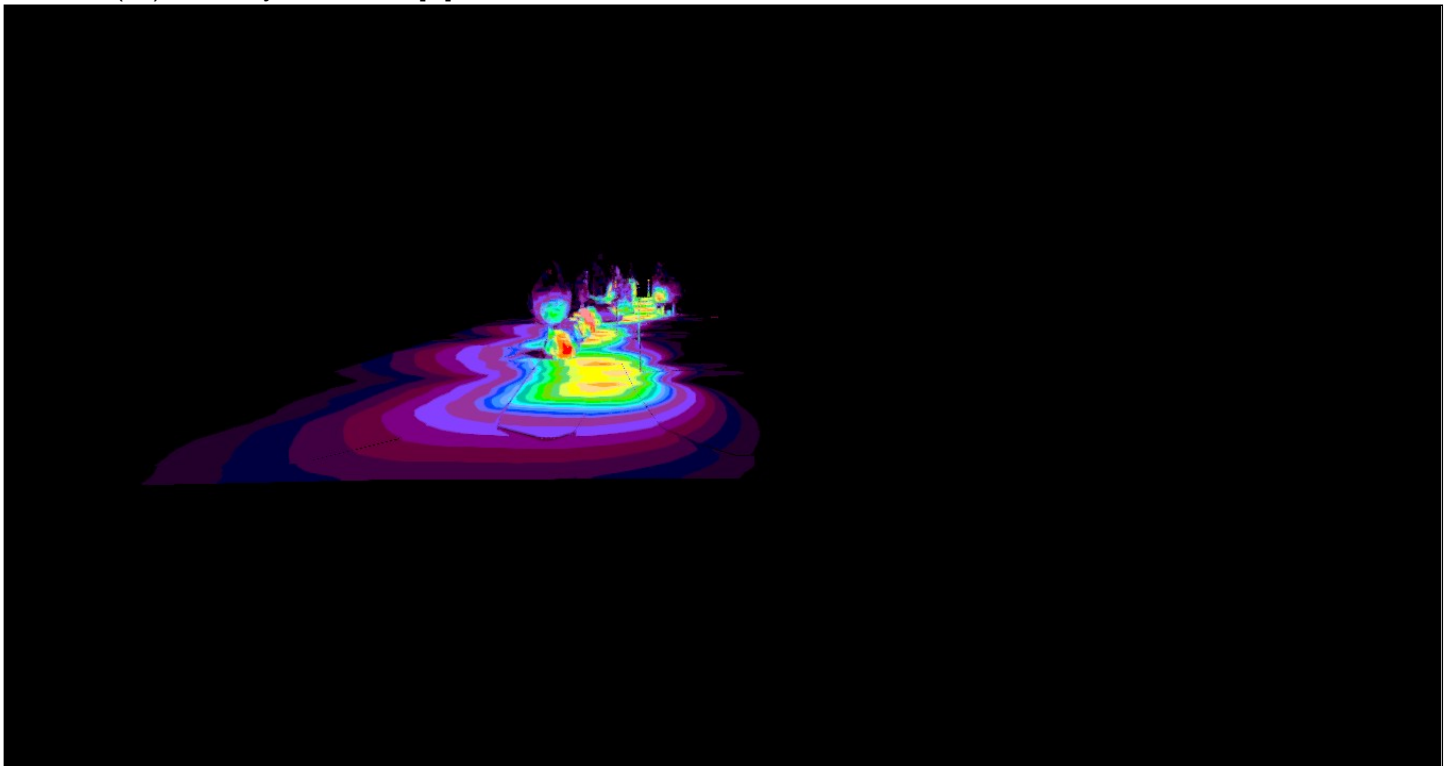
Plocha 1 (40), Intenzity osvětlení v [lx]



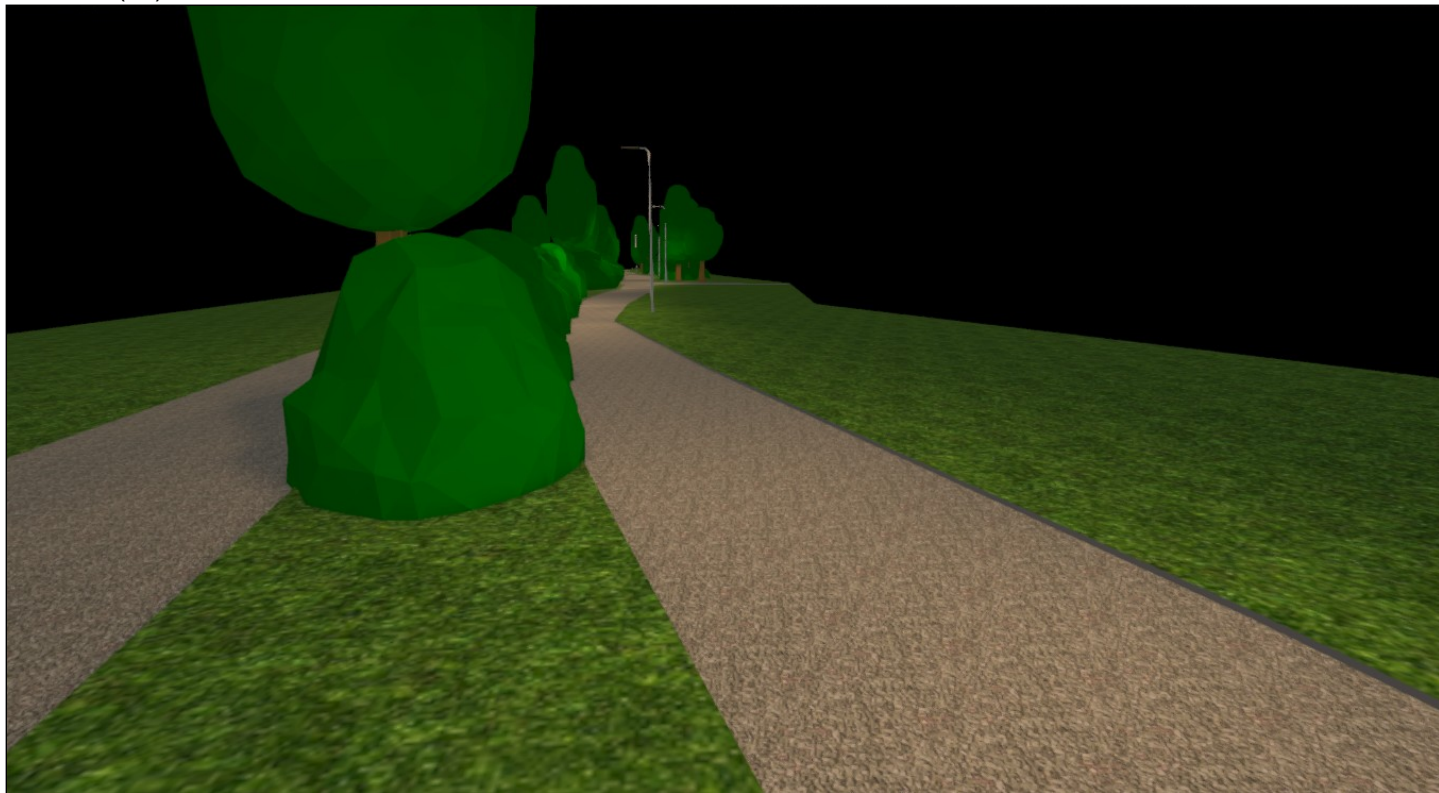
Plocha 1 (42)



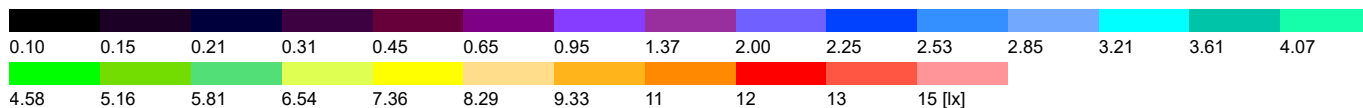
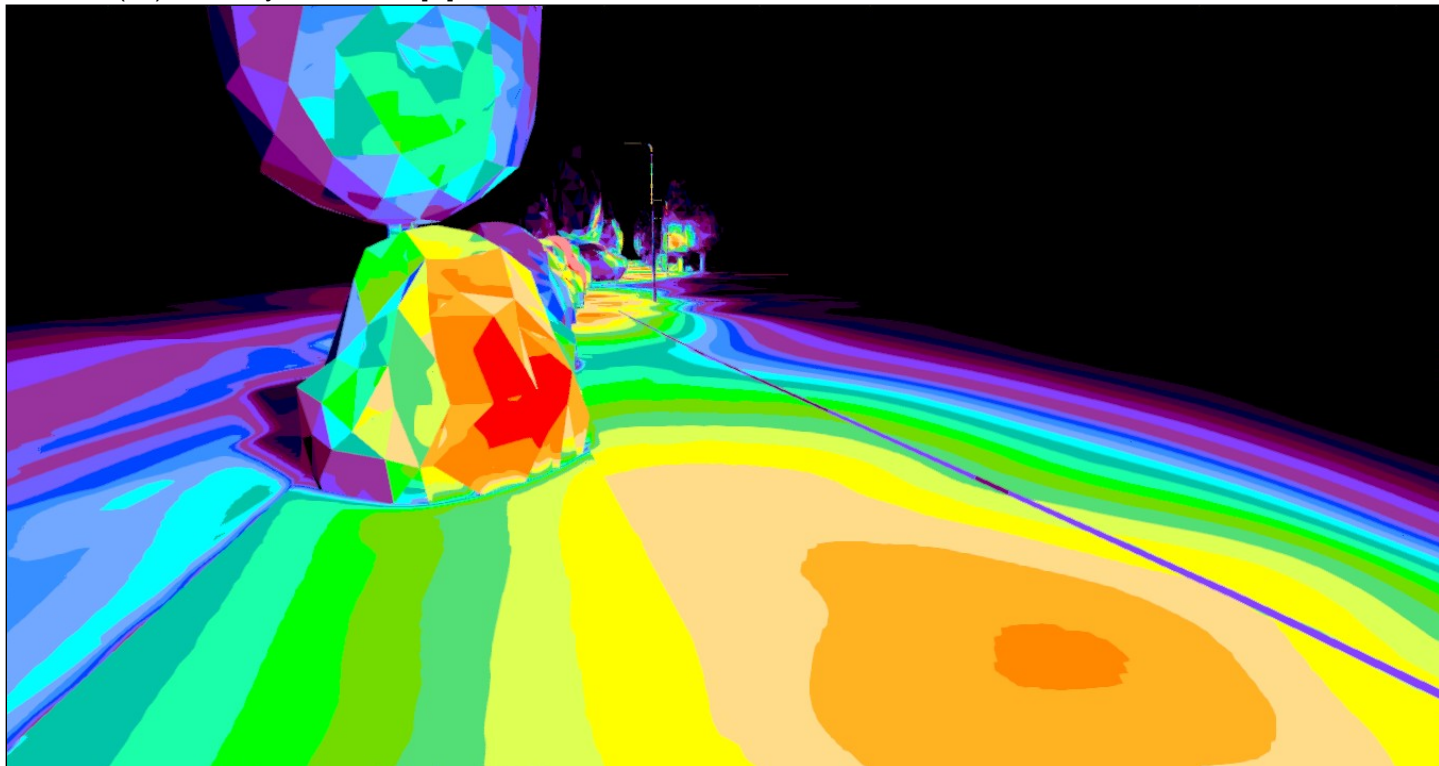
Plocha 1 (43), Intenzity osvětlení v [lx]



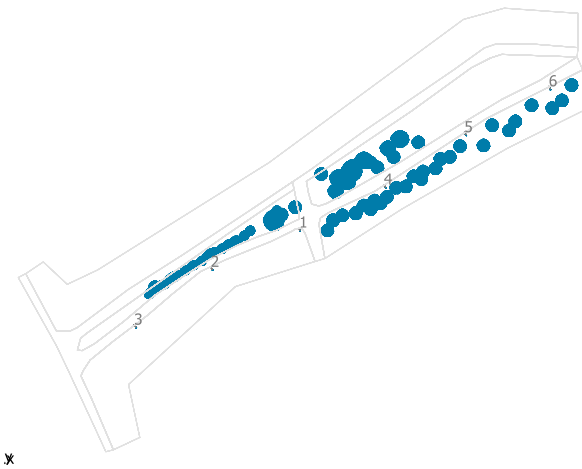
Plocha 1 (45)



Plocha 1 (44), Intenzity osvětlení v [lx]



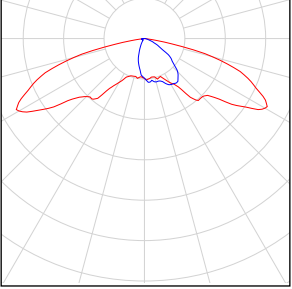
Plocha 1



SATHEA VISION 1 SATHEON S 20W park optic

Č.	X [m]	Y [m]	Montážní výška [m]
1	92.008	73.328	6.480
2	64.533	61.076	6.480
3	40.631	43.046	6.480
4	118.623	86.773	6.480
5	143.750	103.141	6.480
6	170.107	117.466	6.480

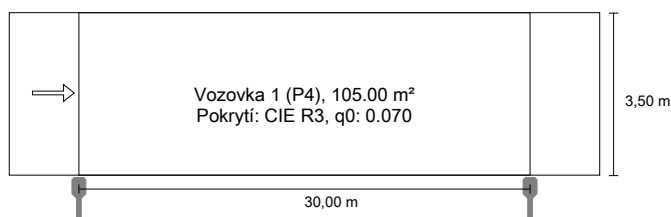
Plocha 1

Počet kusů	Svítilo (Výstup světla)		
6	SATHEA VISION - 1 SATHEON S 20W park optic Výstup světla 1 Osazení: 32xLED SAMSUNG LH351B I3 Provozní účinnost: 91.74% Světelný tok žárovky: 2880 lm Světelný tok svítidla: 2642 lm Výkon: 20.0 W Světelný výtěžek: 132.1 lm/W Kolorimetrické údaje 32x: CCT 2700 K, CRI 80	Obrázek svítidla najdete v našem katalogu svítidel.	

Celkový světelný tok žárovky: 17280 lm, Celkový světelný tok svítidla: 15852 lm, Celkový výkon: 120.0 W, Světelný výtěžek: 132.1 lm/W

P 4 do EN 13201:2015

SATHEA VISION 1 SATHEON S 20W park optic



Výsledky pro vyhodnocovací políčka

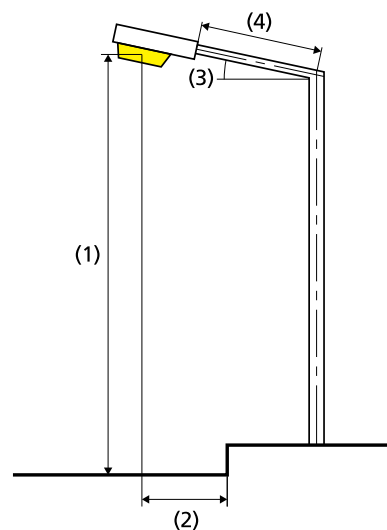
Činitel údržby: 0.80

Vozovka 1 (P4)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (pv) ≥ 1.00	Emin (v) ≥ 1.50
✓ 6.95	✓ 3.81	✗ 0.34	✗ 0.24

Výsledky pro ukazatele energetické účinnosti

Indikátor hustoty výkonu (Dp)	0.027 W/lxm ²
Energetický měrný odběr	
Umístění: SATHEON S 20W park optic (80.0 kWh/yr)	0.8 kWh/m ² yr



Žárovka:	32xLED SAMSUNG LH351B I3
Světelný tok (svítidla):	2642.01 lm
Světelný tok (žárovky):	2880.00 lm
Provozní hodiny	
4000 h:	100.0 %, 20.0 W
W/km:	660.0
Umístění:	jednostranně dole
Vzdálenost sloupů:	30.000 m
Sklon ramene (3):	0.0°
Délka ramene (4):	0.700 m
Výška světelného bodu (1):	6.500 m
Převis osvětlovacího zdroje nad vozovkou (2):	-0.300 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Nejvyšší hodnoty intenzity světla	
při 70°:	631 cd/klm
při 80°:	276 cd/klm
při 90°:	11.3 cd/klm
Třída intenzity světla:	/

Vždy do všech směrů, které u použitelně nainstalovaného svítidla tvoří stanovený úhel se spodní vertikálou.

Uspořádání splňuje třídu indexu oslnění D.4

Vozovka 1 (P4)

Činitel údržby: 0.80

Rastr: 10 x 3 Body

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (pv) ≥ 1.00	Emin (v) ≥ 1.50
✓ 6.95	✓ 3.81	✗ 0.34	✗ 0.24

Vozovka 1 (P4)

Horizontální intenzita osvětlení [lx]

2.917	7.66	9.13	8.34	6.02	4.24	4.18	5.90	8.39	8.91	7.24
1.750	8.20	9.90	8.28	5.97	4.19	4.15	5.94	8.33	9.52	7.79
0.583	8.31	8.49	6.71	5.55	3.81	3.83	5.70	6.89	8.57	8.24
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Rastr: 10 x 3 Body

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
6.95	3.81	9.90	0.549	0.385

Poloválncovitá intenzita osvětlení (západ) [lx]

2.917	3.47	7.68	9.72	5.79	3.50	2.03	1.31	1.06	1.14	1.56
1.750	3.48	8.92	10.1	6.10	3.42	1.89	1.13	0.76	0.72	1.01
0.583	2.73	8.50	8.89	5.67	3.02	1.67	0.96	0.54	0.35	0.34
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Rastr: 10 x 3 Body

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
3.58	0.34	10.1	0.096	0.034

Vertikální intenzita osvětlení (západ) [lx]

2.917	3.32	10.8	14.6	8.88	5.39	3.09	1.84	1.02	0.57	0.35
1.750	4.10	13.3	15.5	9.49	5.34	2.93	1.68	0.90	0.49	0.29
0.583	3.98	13.2	13.9	8.89	4.74	2.62	1.49	0.80	0.42	0.24
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Rastr: 10 x 3 Body

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
5.14	0.24	15.5	0.047	0.015

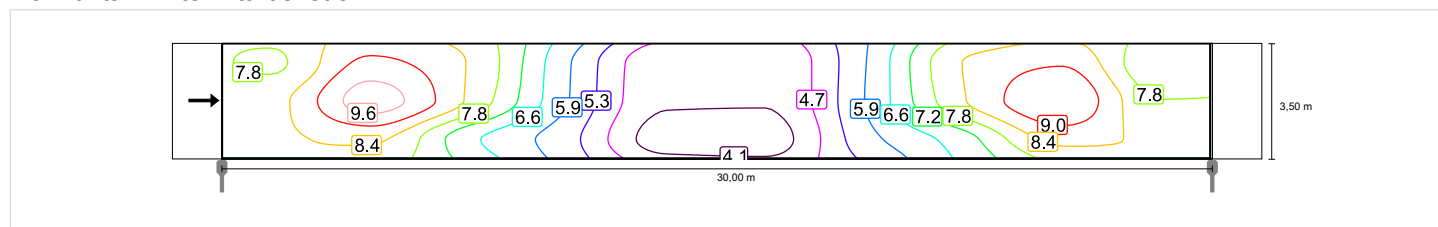
Vozovka 1 (P4)

Činitel údržby: 0.80

Rastr: 10 x 3 Body

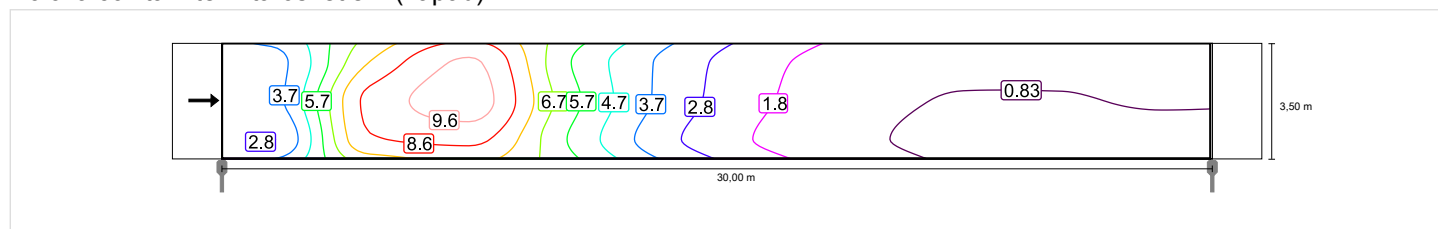
Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (pv) ≥ 1.00	Emin (v) ≥ 1.50
✓ 6.95	✓ 3.81	✗ 0.34	✗ 0.24

Horizontální intenzita osvětlení



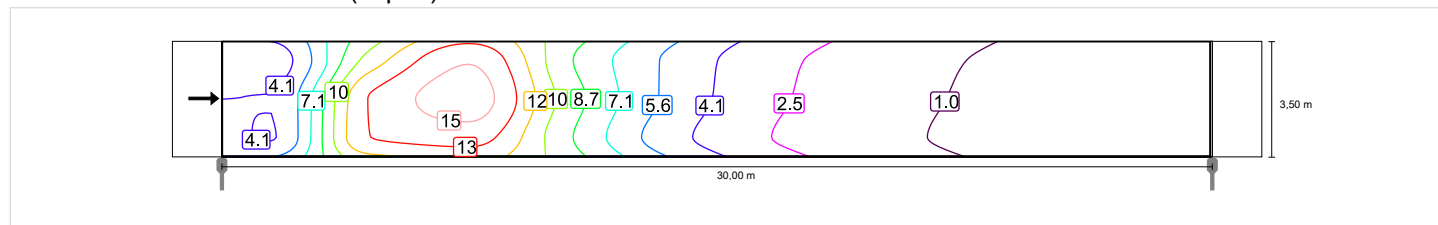
Měřítko: 1 : 200

Poloválcovitá intenzita osvětlení (západ)



Měřítko: 1 : 200

Vertikální intenzita osvětlení (západ)



Měřítko: 1 : 200

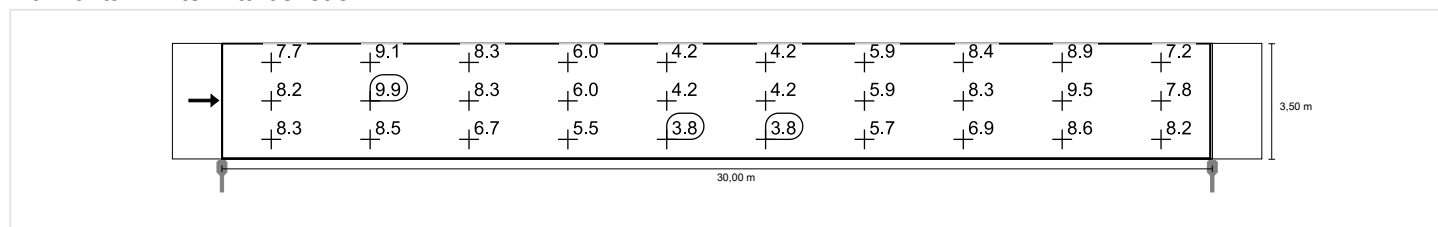
Vozovka 1 (P4)

Činitel údržby: 0.80

Rastr: 10 x 3 Body

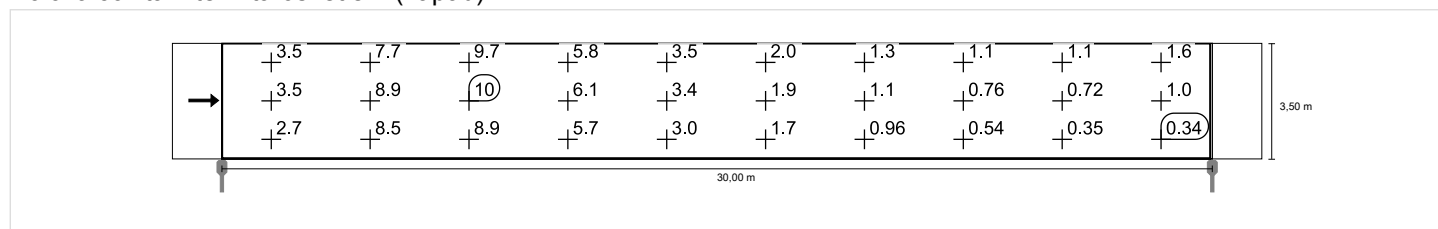
Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (pv) ≥ 1.00	Emin (v) ≥ 1.50
✓ 6.95	✓ 3.81	✗ 0.34	✗ 0.24

Horizontální intenzita osvětlení



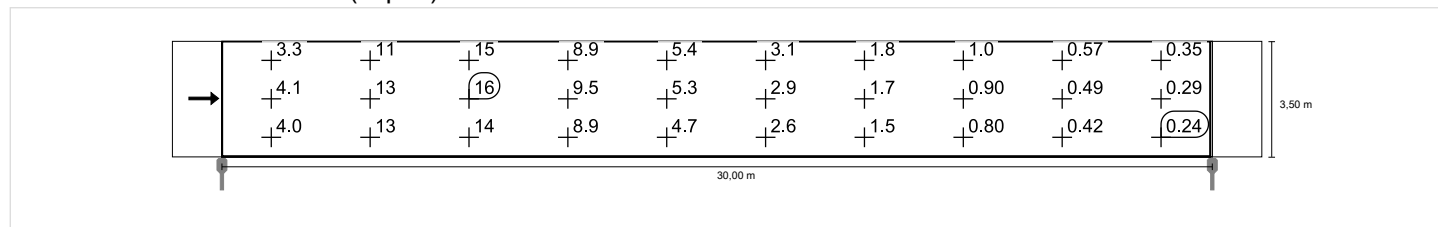
Měřítko: 1 : 200

Poloválcovitá intenzita osvětlení (západ)

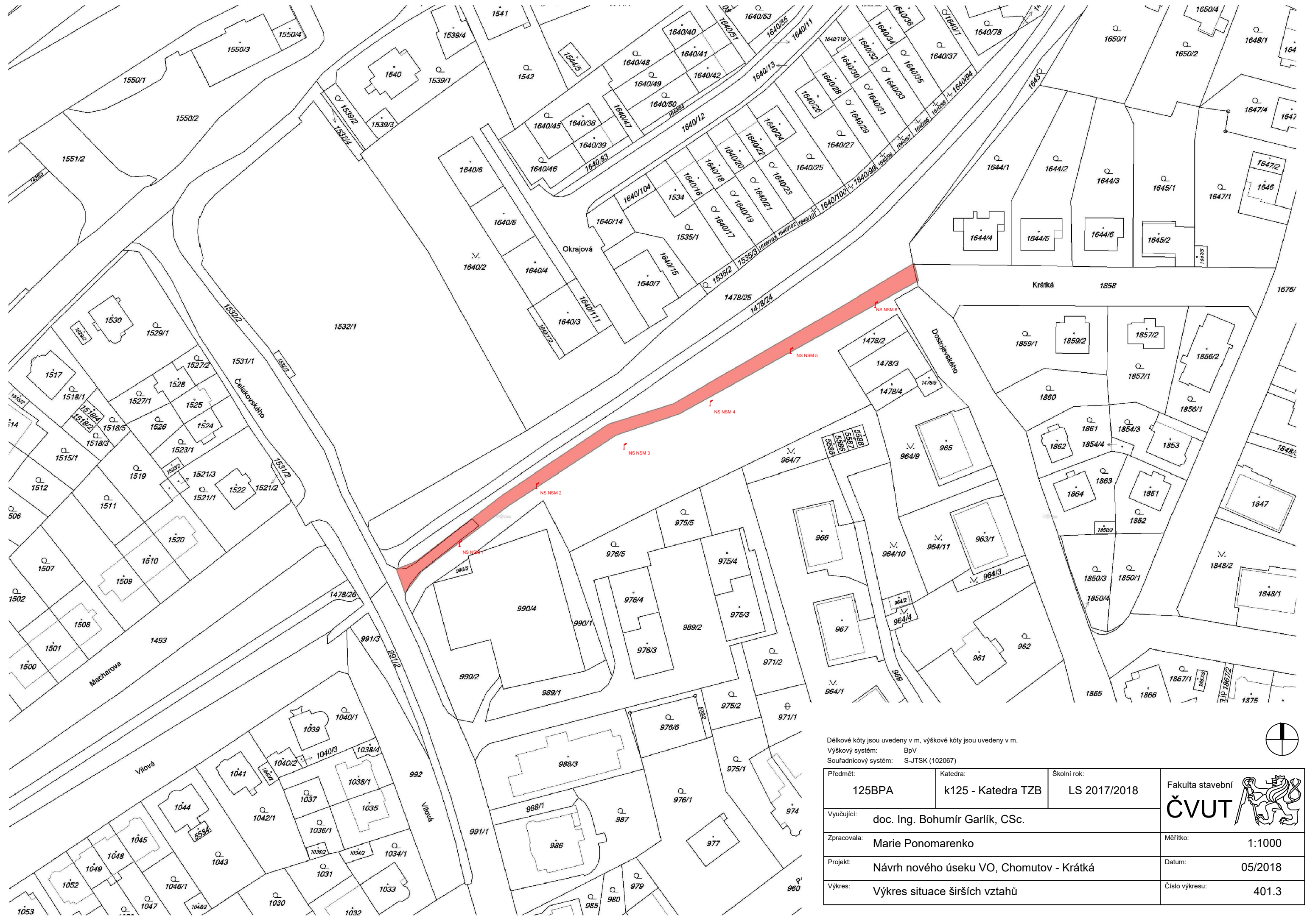


Měřítko: 1 : 200


Vertikální intenzita osvětlení (západ)

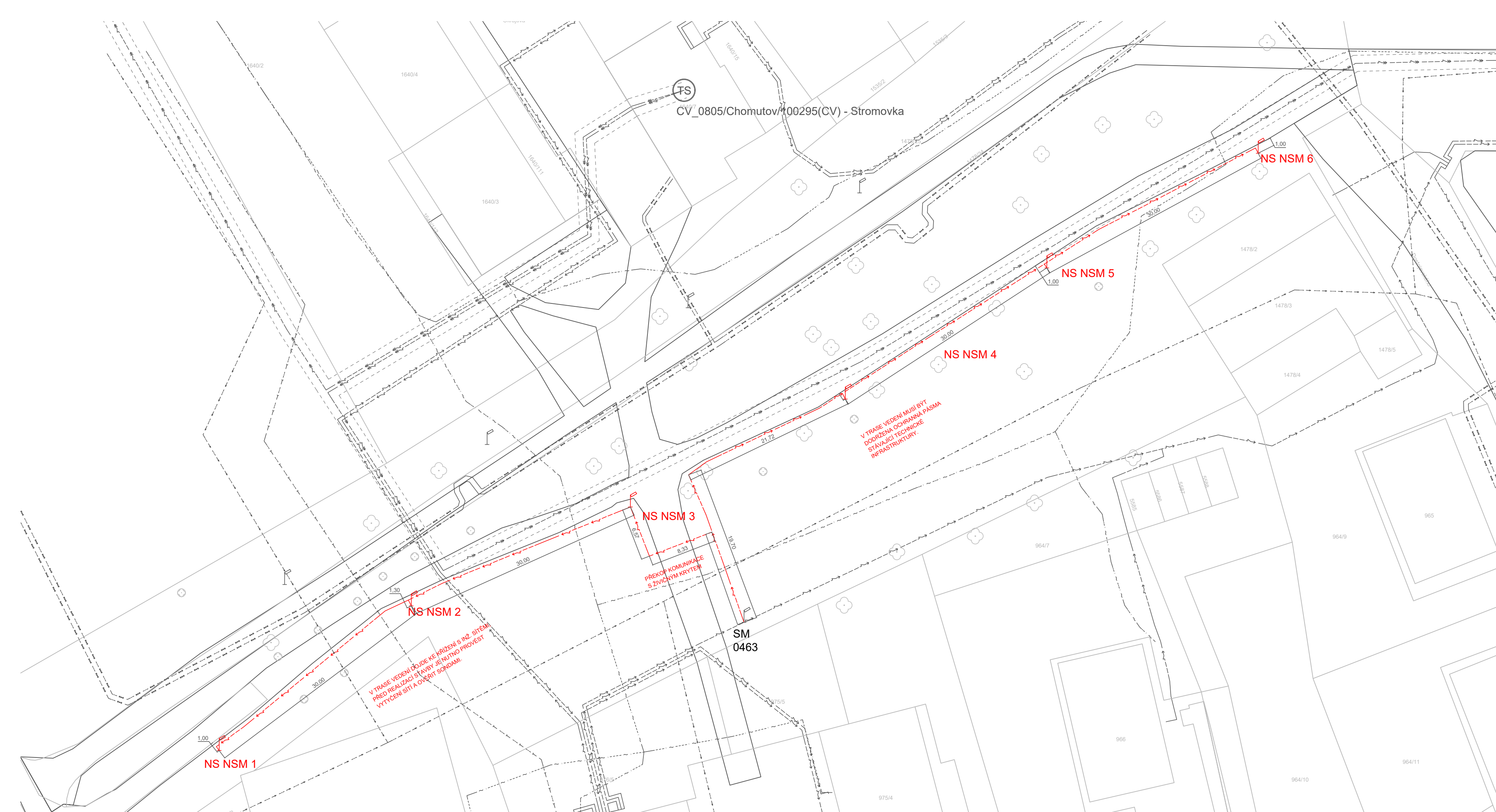


Měřítko: 1 : 200



Délkové kóty jsou uvedeny v m, výškové kóty jsou uvedeny v m.
 Výškový systém: BpV
 Souřadnicový systém: S-JTSK (102067)

Předmět: 125BPA	Katedra: k125 - Katedra TZB	Školní rok: LS 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT 
Vyučující: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.			Měřítko: 1:1000
Zpracovala: Marie Ponomarenko			Datum: 05/2018
Projekt: Návrh nového úseku VO, Chomutov - Krátká			Číslo výkresu: 401.3
Výkres: Výkres situace širších vztahů			



CV_0805/Chomutov/100295(CV) - Stromovka

LEGENDA:

- Trasa stávajícího vedení NN (ČEZ)
- - - Trasa stávajícího vedení VN (ČEZ) vč. ochranného pásma
- ⊙ TS Trafostavice VN (ČEZ)
- - - - - Trasa vedení telefon - metalický kabel (CETIN - O₂)
- - - - - Trasa vedení telefon - souběh metalického a optického kabelu (CETIN - O₂)
- ⊙ Vzrostlé keře - při výkopových pracích by neměly být dotčeny
- ⊕ Stromy - při výkopových pracích by neměly být dotčeny
- - - - - Vodovodní řad (SČVK)
- - - - - Kanalizační řad (SČVK)
- - - - - Teplodod (ČEZ Teplárenská)

LEGENDA VO:

- ⌋ Stávající svítidla VO
- ⌋ Nová svítidla VO - viz. legenda svítidel
- Nové vedení VO - kabel CYKY 4x10 mm²

LEGENDA NOVÝCH SVÍTIDEL VO:

- NS NSM 1 - Svítidlo SATHEON S 20 W, výška SM 6,5 m, ocelový stožár výšky 6 m, výložník délky 0,5 m, stožár umístěn 1,00 m od hrany komunikace
- NS NSM 2 - Svítidlo SATHEON S 20 W, výška SM 6,5 m, ocelový stožár výšky 6 m, výložník délky 0,5 m, stožár umístěn 1,30 m od hrany komunikace
- NS NSM 3 - Svítidlo SATHEON S 20 W, výška SM 6,5 m, ocelový stožár výšky 6 m, výložník délky 0,5 m, stožár umístěn 1,00 m od hrany komunikace
- NS NSM 4 - Svítidlo SATHEON S 20 W, výška SM 6,5 m, ocelový stožár výšky 6 m, výložník délky 0,5 m, stožár umístěn 1,00 m od hrany komunikace
- NS NSM 5 - Svítidlo SATHEON S 20 W, výška SM 6,5 m, ocelový stožár výšky 6 m, výložník délky 0,5 m, stožár umístěn 1,00 m od hrany komunikace
- NS NSM 6 - Svítidlo SATHEON S 20 W, výška SM 6,5 m, ocelový stožár výšky 6 m, výložník délky 0,5 m, stožár umístěn 1,00 m od hrany komunikace

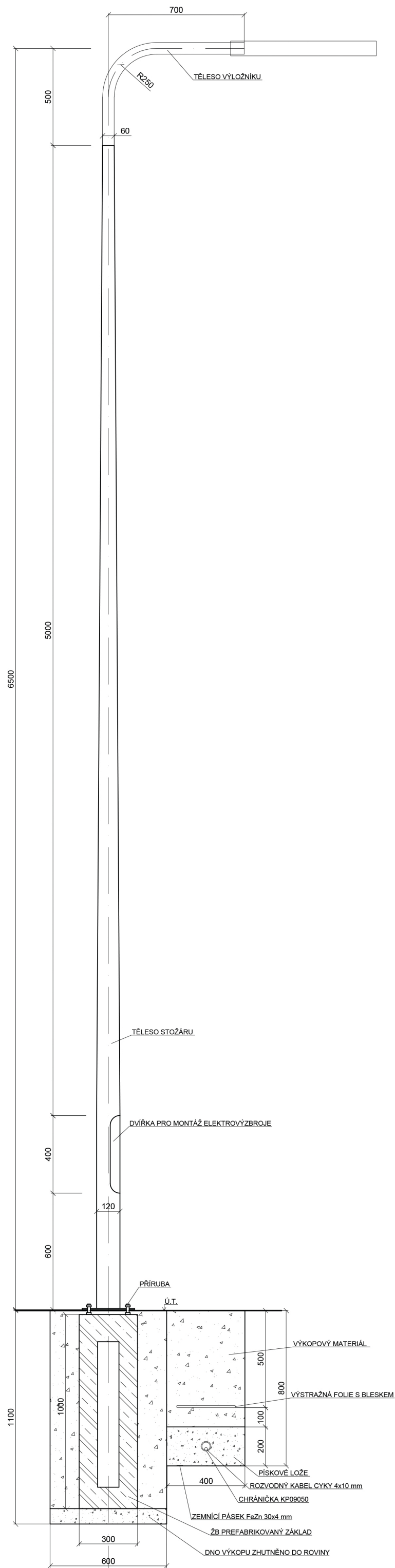
POZNÁMKY:


- Veškeré rozměry a vzdálenosti je nutné ověřit na místě stavby.
- Jakékoli nejasnosti či nesrovnalosti je nutné konzultovat s projektantem.
- Zákres inženýrských sítí je orientační, před zahájením prací je nutné sítě vytyčit a ověřit pomocí sond.
- Tato dokumentace neslouží k provedení stavby.

Délkové kóty jsou uvedeny v m, výškové kóty jsou uvedeny v m.
 Výškový systém: BpV
 Souřadnicový systém: S-JTSK (102067)



Předmět: 125BPA	Katedra: k125 - Katedra TZB	Školní rok: LS 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT
Vyučující: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.	Zpracovala: Marie Ponomarenko		Měřítko: 1:350
Projekt: Návrh nového úseku VO, Chomutov - Krátká	Datum: 05/2018		
Výkres: Výkres situace	Číslo výkresu: 401.4		



Předmět: 125BPA	Katedra: k125 - Katedra TZB	Školní rok: LS 2017/2018	Fakulta stavební ČVUT 
Vyučující: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.			Měřitko: 1:20
Zpracovala: Marie Ponomarenko			Datum: 05/2018
Projekt: Návrh nového úseku VO, Chomutov - Krátká			Číslo výkresu: 401.5
Výkres: Řezopohled - těleso stožáru a uložení kabele			

401.6 Katalogové listy

SVÍTIDLA ŘADY SATHEON S

DATOVÝ LIST

Uvedené parametry jsou platné pro následující varianty svítidel

Svítidla pro osvětlování komunikací

SATHEON S-U 30W xx

SATHEON S-U 40W xx

SATHEON S-U 60W xx

SATHEON S-U 80W xx

Přechodová svítidla

SATHEON S-P 60W xx

SATHEON S-P 80W xx

SATHEA

TECHNICKÉ PARAMETRY SVÍTIDLA SATHEON S



Příkon celého svítidla	10 W, 20 W, 30 W, 40 W, 50 W, 60 W, 70 W, 80 W	Kmitočet	45-60 Hz
Teplota chromatičnosti	2700 K (S-U), 4000 K (S-P)	Krytí	IP65
Světelný zdroj	Samsung LH351B	Kód IK	IK08
Typ LED modulů	ST-16	Odolnost EMC	ANO
Počet LED modulů	2	Přepětová ochrana	ANO
Optika	Kompozitní reflektorová	Tepelná pojistka	ANO
CRI	(min) 82 %	Životnost	75 000 hodin*
Operační teplota	-40°C / 80°C	Barva	Přírodní hliník
Napájecí napětí	210-240 VAC		
Nárazový proud	40 A		

* Při standardním celonočním provozu svítidel odpovídá 75000 hodin přibližně 20 letům.

Svítidla	Pro komunikace								Pro přechody	
Typ	S-U 10W	S-U 20W	S-U 30W	S-U 40W	S-U 50W	S-U 60W	S-U 70W	S-U 80W	S-P 60W	S-P 80W
Příkon celého svítidla (W)	10	20	30	40	50	60	70	80	60	80
Teplota chromatičnosti (K)	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	4000	4000
Světelný tok (lm)	1527	2880	4130	5295	6289	7268	8214	9088	6062	7840
Účinnost (lm/W)	152	144	137	132	117	121	117	113	101	98
Celková světelná efektivita svítidla (%)	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7	87,5	87,5

Svítidla Satheon jsou ve shodě s požadavky následujících norem:

ČSN EN 60598-1
ČSN EN 55051 ed.3

ČSN EN 60598-2-3
ČSN EN 61000-3-2 ed.3

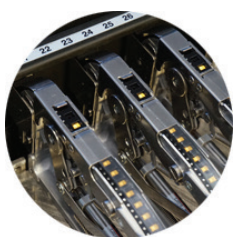
ČSN EN 62031
ČSN EN 61547 ed.2

ČSN EN 62471

Výsledky zkoušek jsou uvedeny v protokolu č. 301513-01/01 ze dne 15.8.2013 a 301513-01/02 ze dne 11.6.2013. Certifikát by udělen Elektrotechnickým zkušebním ústavem v Praze.

Výrobek je ve shodě se základními požadavky nařízení vlády č. 118/2016 Sb. v platném znění a může být použit jako podklad pro Prohlášení o shodě podle zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky.

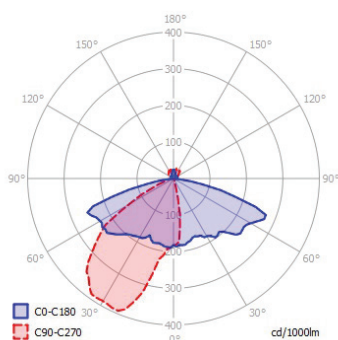
TECHNICKÉ PARAMETRY SVÍTIDLA SATHEON S



LED DIODY

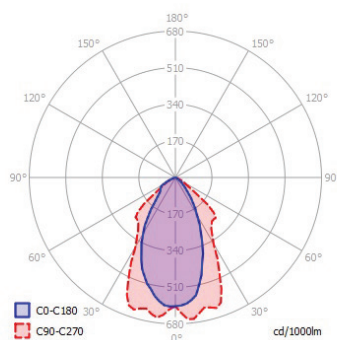
Ve svítidlech SATHEON S standardně využíváme LED diody Samsung LH351B, tento typ diod je dodáván v širokém spektru teplot chromatičnosti:

2700 K - 3000 K - 3500 K - 4000 K - 5000 K - 5700 K - 6700 K
(teplá bílá barva světla) (studená bílá barva světla)



Křivka svítivosti SATHEON S-U

Příkon 10 - 80 W
Teplota chromatičnosti 2700 K
Světelný tok 1527 - 9088 lm
Účinnost 152 - 113 lm/W
Celková efektivita svítidla 90,7 %



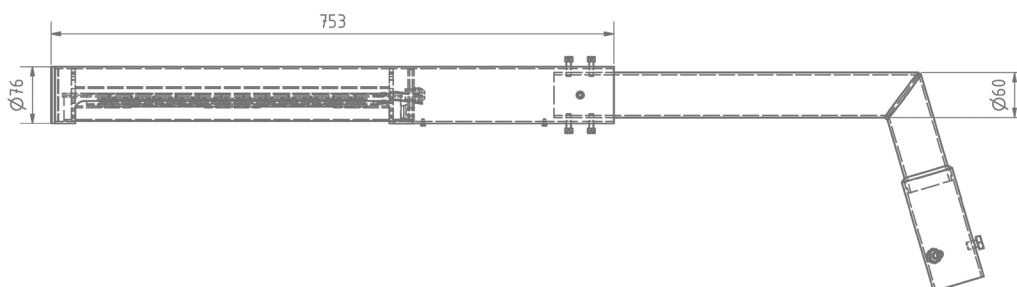
Křivka svítivosti SATHEON S-P

Příkon 60 a 80 W
Teplota chromatičnosti 4000 K
Světelný tok 6062 a 7840 lm
Účinnost 101 a 98 lm/W
Celková efektivita svítidla 87,5 %



MECHANICKÉ ÚDAJE

Hmotnost: 3,6 kg
Délka: 753 mm
Šířka (průměr): 76 mm
Životnost: 75 000 hodin (při průměrné době svícení 10 hodin denně se jedná o 20 let)



MATERIÁLY A TECHNOLOGIE

KRYCÍ DIFUZOR

vyrábíme z originálních polykarbonátových desek firmy BAYER

odolá výstřelu ze vzduchovky a nežloutne vlivem povětrnostních podmínek

TĚSNÍCÍ ČLEN

laserem řezaný ze slitiny hliníku a hořčíku, díky svému tvaru zajišťuje vodotěsnost

těsnící člen se lisuje silou 500 kg a na narozdíl od svorek vytváří rovnoměrný tlak

PŘETLAKOVÝ VENTIL

vybavený paropropustnou membránou vyrovnává tlak a zabraňuje nasátí vody do zahřátého svítidla při ochlazení vlivem deště

membrána je z rodiny materiálů GORE-TEX

W PROFIL

kovový profil s vysokou tepelnou vodivostí je ohýbaný do úhlu dle nastavení optiky svítidla

existuje celkem 120 verzí a konfigurací, jak W profil nastavit pro osvětlovanou komunikaci

KABELY

ve svítidle používáme rakouské silikonové kabely LAPPKABEL

kabely vydrží teplotu až 300°C a jsou téměř nezničitelné, to výrazně snižuje možnost zkratu

MIKROREFLEKTORKY

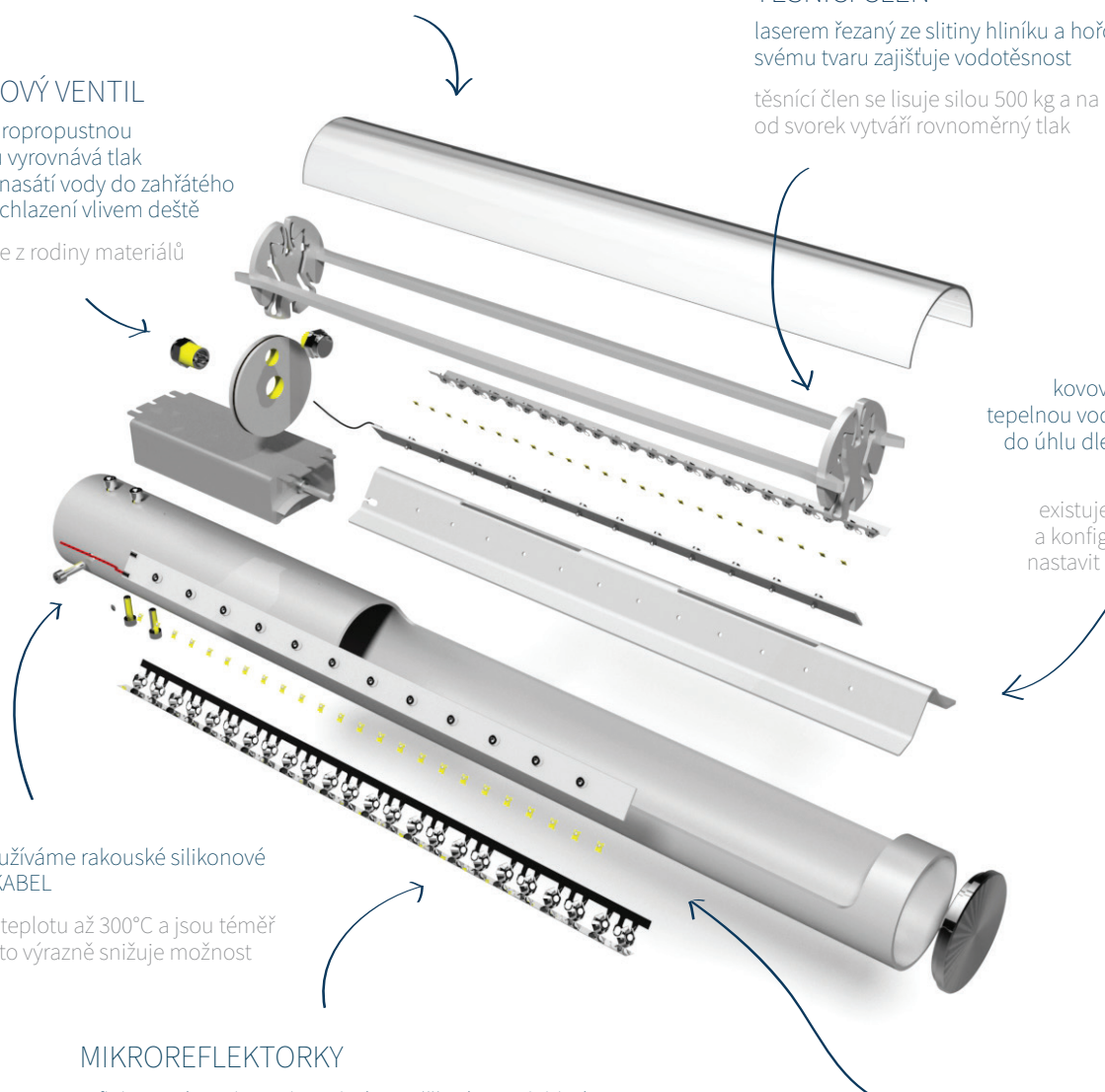
reflektorová optika je desetiletými ověřený a spolehlivý systém směrování světla bez oslňování

německý reflektorový plech ALANOD řezaný laserem je pokrytý vrstvou stříbra

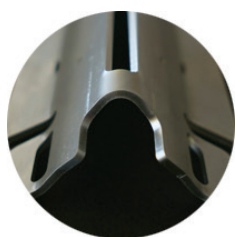
LED MODULY

svítidla osazujeme LED Samsung LH351B v různých barvách světla

jedná se o rozšířené a spolehlivé moduly oblíbené v automobilovém a leteckém průmyslu, najdete je například ve světlech vozů AUDI a VW nebo v kabinách Airbus A350XWB



DALŠÍ SPECIFIKACE A MODIFIKACE SVÍTIDEL SATHEON S



W PROFIL

W profily použité v našich svítidlech mají standardně úhel 72°. Použití takového profilu je oproti standardní ploché optice výhodné především z důvodu velké efektivity svítidla - díky spojení s optikou z mikroreflektorků lze světelný tok směřovat přesně na ty části vozovky, kde je žádoucí, a eliminovat dopad světla do míst, kde jej nepotřebujeme.



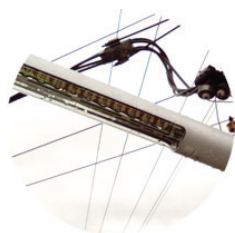
ZDROJ NAPÁJENÍ

Svítidla dodáváme se zdroji o příkonu 10 - 60 W. Na zakázku jsme schopni dodat i svítidlo se zdrojem 100 W - tento zdroj však musí být umístěn (kvůli větším rozměrům) do stožáru. Zdroj může být dálkově ovládán pomocí systémů DALI a LoRa, což lze pohodlně využít pro stmívání svítidel dle potřeby.



BARVA SVÍTIDLA

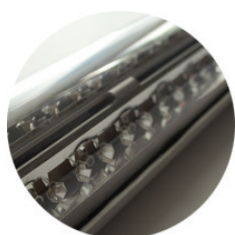
Běžná povrchová úprava svítidel je pískovaný hliník. Za příplatek dodáme svítidla v provedení leštěný hliník či v jedné z barev spektra RAL. Barvu hliníkového těla svítidla lze upravit eloxováním - barevné možnosti jsou téměř neomezené.



SPECIÁLNÍ SVÍTIDLA

Pro projekty nasvícení prostředí s extrémními podmínkami nabízíme též následující varianty svítidel:

- varianta do výbušného prostředí;
- varianta s neprůstředným difuzorem.



NORMY A ZKOUŠKY

IEC/EN 61347-1
IEC/EN 62031
IEC/EN 60598-2-3

IEC/EN 61347-2-13
IEC/EN 60598-1
IEC/EN 62471

ČSN EN 61000-3-2
ČSN EN 55015
ČSN EN 61547

Odborné zkoušky provedl:
Zkušební protokol č.:

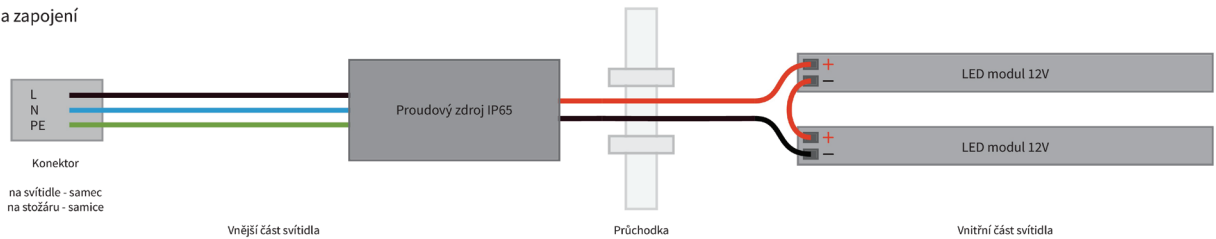
Elektrotechnický zkušební ústav (EZÚ)
301513 - 01/01 a 301513 - 01/02

INSTALACE SVÍTIDLA SATHEON S

1. SVÍTIDLO SATHEON



Schéma zapojení



2. KONEKTORY

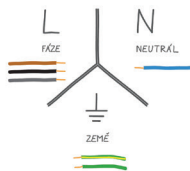
a) Odizolujeme žíly síťového přívodu na stožáru. Dbáme však na to, abychom neodizolovali kabelu příliš



b) Navlečeme těsnící krytky s převlečnou maticí



c) Jednotlivé kabely upevníme do konektoru šroubovými spoji do příslušných zdířek



d) Zacvakneme konektor do těsnící krytky a zašroubujeme převlečnou matici



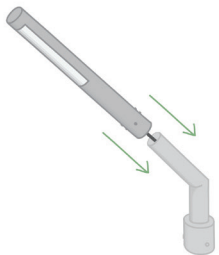
e) Zkontrolujeme, zda nejsou viditelné jednotlivé žíly kabelu. Pokud ano, nebude dostatečně zajištěna těsnost a odolnost konektoru. Pokud je však vše v pořádku, můžeme přejít k montáži na výložník



Poznámka: Uvedený postup platí pro kabeláž typu CYKY. Pokud se jedná o lanko (licnu) je nutné svazky žil stočit a na koncích těchto žil použít lisovací dutinky odpovídajícího průměru.

3. INSTALACE SVÍTIDLA NA VÝLOŽNÍK

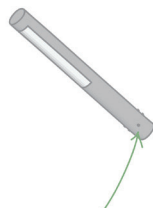
a) Svítidlo nasadíme na výložník



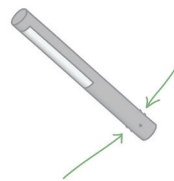
b) Nosnou trubku svítidla vycentrujeme tak, aby byl tok světla kolmý k vozovce



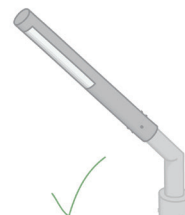
c) Nejprve zajistíme svítidlo bočními šrouby



d) Poté dotahujeme střídavě horní a dolní šrouby, kterými lze nastavit náklon svítidla.



e) Dotáhneme všechny šrouby, aby bylo svítidlo pevně a odolně uchyceno.



Poznámka: Maximální povolený uťahovací moment pro všechny šrouby je 10 Nm.

ZÁRUČNÍ PODMÍNKY

PROVOZ SVÍTIDEL

Svítidla je vhodné pravidelně čistit od nečistot, které mohou mít vliv na jejich světelnou efektivitu. Očistění celého povrchu svítidel je nutné provádět pravidelně, nejdéle pak s odstupem 5 let provozu od předchozího čištění/instalace nového svítidla.

Je zakázáno k čištění svítidel využívat čisticí písek a organická rozpouštědla, zejména benzín, toluen apod.

Svítidla musí být provozována v soustavě chráněné před atmosferickým přepětím.

Při manipulaci se svítidlem na stožáru je nutné svítidlo řádně odpojit, aby nemohlo dojít k vytržení konektoru.

Manipulovat se svítidly je oprávněn pouze pracovník s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací.

V soustavě s připojenými svítidly SATHEON je zakázáno používat elektrotechnická zařízení bez příslušné certifikace pro provoz ve veřejném osvětlení. To platí zejména pro zařízení s vysokou indukční zátěží (zařízení bez platné EMC).

Svítidlo lze připojit pouze přes výrobcem dodaný konektor, jinak není možné garantovat parametry a uznat záruku svítidla.

ZÁRUČNÍ OPRAVY

Záruční opravu není možné uznat zejména v níže uvedených případech, je třeba zajistit, aby při provozu tyto případy nenastaly, nebo omezit riziko na nezbytné minimum:

- připojení jakéhokoli elektrického spotřebiče, který není svítidlem veřejného osvětlení nebo není určen k připojení do soustavy svítidel veřejného osvětlení;

- selhání svítidla vlivem nadměrného znečištění svítidla mimo obvyklé provozní znečištění atmosférickými vlivy (nadměrným znečištěním je myšleno například znečištění vlivem zatopení svítidla při povodních, zakrytí konstrukce svítidla zelení apod.);

- trvalé zakrytí kterékoli části svítidla, a to i stínícími prvky nebo jinými i kovovými prvky, které zabraňují přirozené konvekci a chlazení svítidla;

- provoz svítidel ve dne, zejména v letních měsících;

- připojení zařízení s neodrušenou indukční zátěží do soustavy veřejného osvětlení;

- připojení zařízení způsobujícím přepětí v soustavě vyšší než 260 VAC a trvajícím déle než 500 ms;

- neoprávněný zásah do konstrukce, připojení nebo uchycení svítidla;

- v případě připojení jakéhokoliv zařízení bez platné certifikace EMC dle evropských direktiv, a to včetně jiných typů svítidel;

- závada je způsobená úderem blesku nebo atmosférickým přepětím.

VÝROBCE

Fakturační údaje:
SATHEA VISION s.r.o
Boršov 280/1
110 00 Praha 1

Pobočka:
SATHEA VISION s.r.o
Studentská 541/3
160 00 Praha 6

IČ: 24184870
DIČ: CZ24184870

INFOLINKA (hlášení závad a reklamací):
INFOMAIL (hlášení závad a reklamací):

+420 775 203 065
info@sathea.cz

Jan Horák
Ředitel společnosti, jednatel
+420 774 136 391
jan.horak@sathea.cz

Ing. Filip Vaněk
Technický ředitel, jednatel
+420 728 886 322
filip.vanek@sathea.cz

Ing. Zdeněk Kuchař
Vedoucí výroby
+420 739 832 256
zdenek.kuchar@sathea.cz

Ing. Ondřej Gazda
Pasporty VO
+420 605 964 786
ondrej.gazda@sathea.cz

Marie Ponomarenko
Administrativa
+420 774 710 401
marie.ponomarenko@sathea.cz

www.sathea.cz
www.ledverejneosvetleni.cz

SATHEA

© SATHEA VISION s.r.o. 2017



TECHNICAL SPECIFICATIONS

MODEL **VESTA**

Round-conical Pole in aluminum brushed

Height : VESTA S 5m / VESTA NR 4m

BASE Ø : 120mm / 150mm

TOP Ø : 60mm without drillings

Door : 400 x 75mm / 500 x 95mm at 500mm from ground

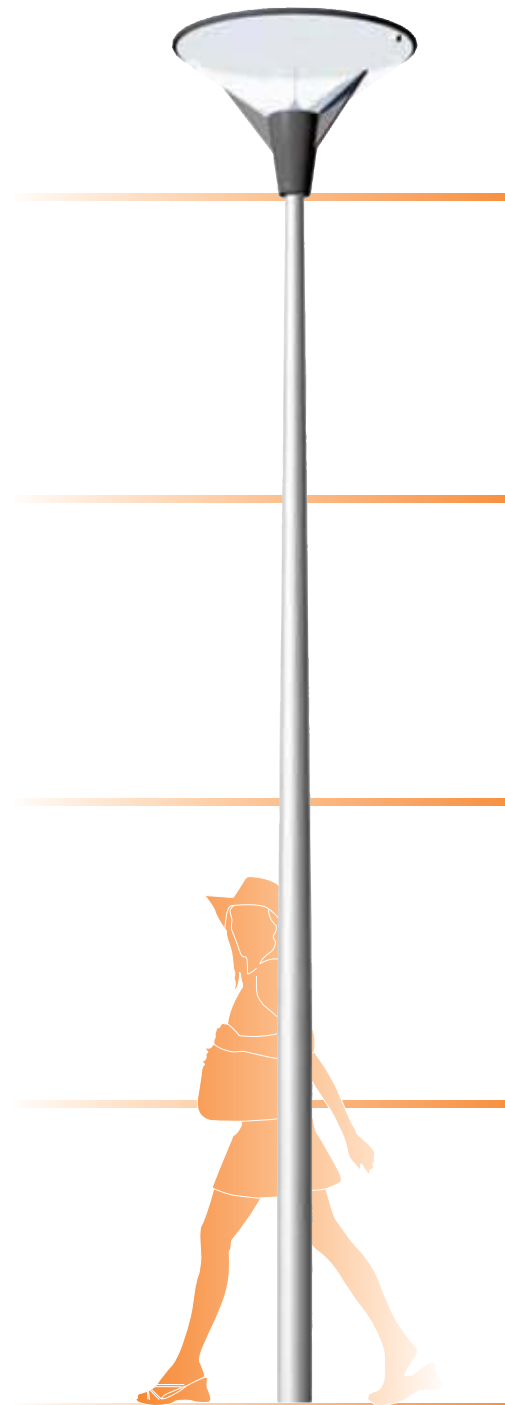
- ⇒ Locking of the door by 2 hollow hexagonal screws
- ⇒ Inner equipment : 1 hanging bar + 1 earthplug

Flange plate : 270 x 270mm / 400 x 400mm

- ⇒ Distance between centers 200 x 200mm / 300 x 300mm
- ⇒ Supplied with 4 raw anchor bolts 16/14x300 - 20/18x400



	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	m	
XS	3	60	114	400	60	600	67 x 60	270	200	J 16/14 X 300	0,4	0,4
	3,5											
	4											
	4,5											
S	3	60	120	400	75	600	71 x 75	270	200	J 16/14 X 300	0,4	0,5
	3,5											
	4											
	4,5											
	5											
	6											



												M	T
		1CII	1CI	2CII	2CI	3CII	3CI	4CII	4CI	5CII	5CI		
m	kg	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m.daN	daN
XS	3	0,69	0,58	0,57	0,48	0,47	0,40	0,40	0,34	0,29	0,25	216	92
	3,5	0,52	0,41	0,42	0,34	0,35	0,27	0,29	0,22	0,20	0,15	216	85
	4	0,39	0,29	0,31	0,23	0,24	0,17	0,19	0,14	0,12	0,08	216	81
	4,5	0,27	0,19	0,20	0,14	0,15	0,10	0,11	0,07			215	81
S	3	0,98	0,83	0,82	0,70	0,69	0,58	0,59	0,49	0,44	0,38	285	114
	3,5	0,77	0,62	0,63	0,50	0,52	0,42	0,44	0,36	0,33	0,26	286	104
	4	0,60	0,45	0,48	0,37	0,40	0,30	0,33	0,25	0,23	0,17	286	98
	4,5	0,44	0,33	0,35	0,26	0,28	0,20	0,22	0,16	0,15	0,10	285	94
	5	0,33	0,23	0,25	0,17	0,19	0,12	0,14	0,09	0,08		286	92
	6	0,14	0,08	0,08								285	88

OPTIONS

THERMOLAQUAGE

Standard Bord de mer

PROTECTION

Alucoat

CHARNIERE

Alto (uniquement Vesta S) Soprano

FERMETURE

Vis antivol 3 empreintes

Vis triangulaire

PORTE

Ventilée Avec câblette

FINITIONS/COULEURS

Anodisation Spectrocoloration (sur demande)

TRAVERSE

Eco

CROSSETTE

Décorative Fonctionnelle

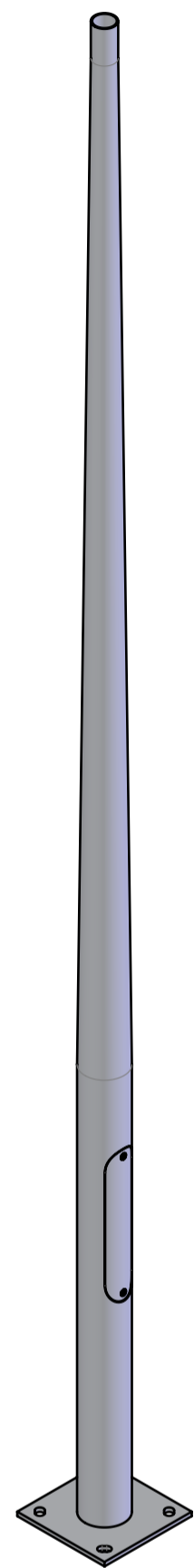
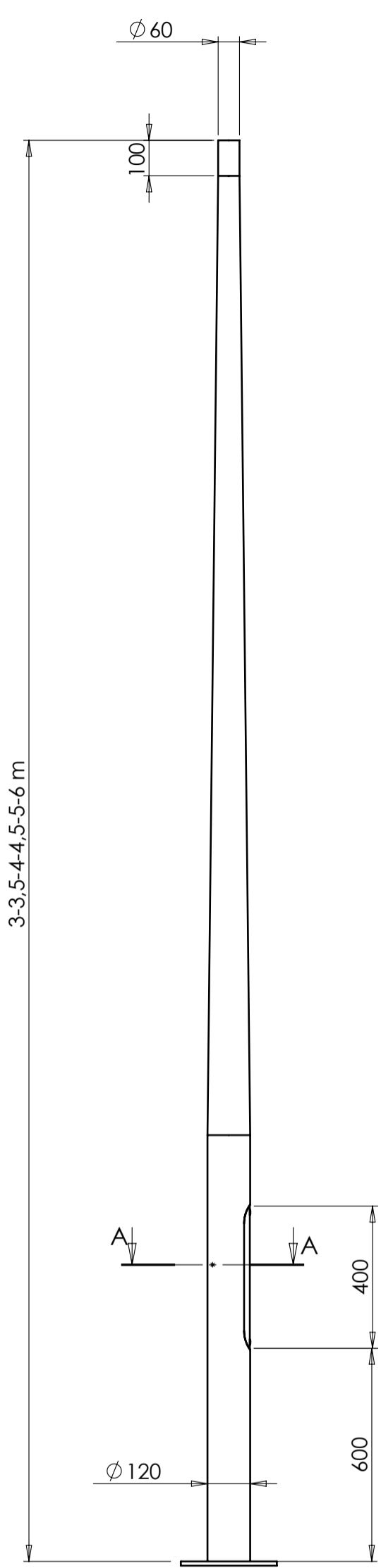
EMBOUT

Lisse Pas du gaz

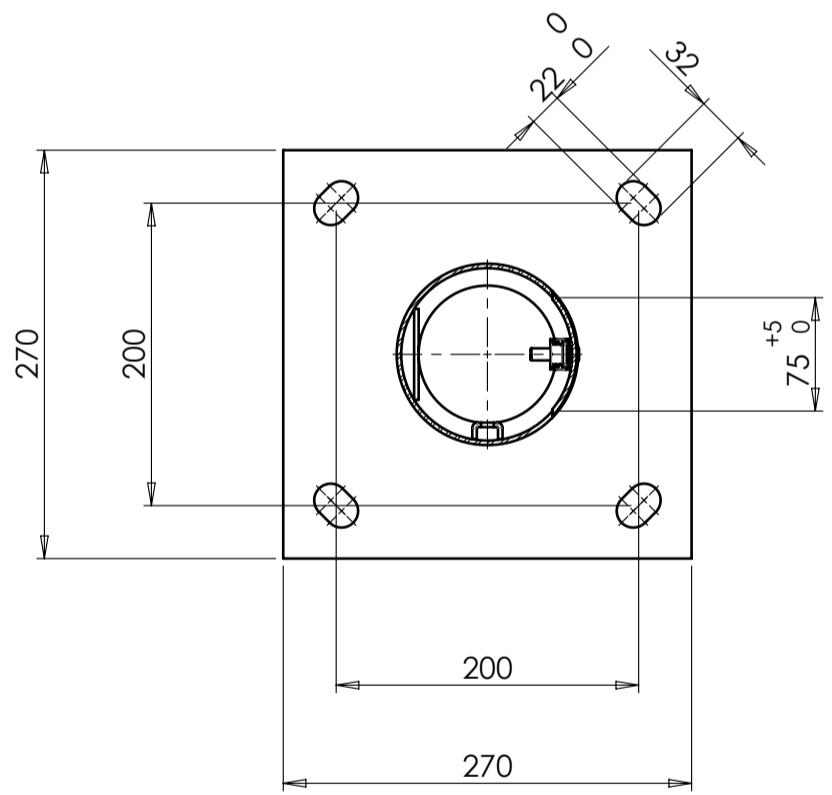
ILLUMINATION

Mini-prise

Kit mini-prise avec coffret



EN40-Norme Européenne							
Mats	Poids kg	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
		22 m/s - Classe II	22 m/s - Classe I	24 m/s - Classe II	24 m/s - Classe I	26 m/s - Classe II	26 m/s - Classe I
		(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)
VESTA S 03,0m	20	1,2	1,02	0,98	0,83	0,82	0,7
VESTA S 03,5m	20	0,94	0,77	0,77	0,62	0,63	0,5
VESTA S 04,0m	20	0,75	0,57	0,6	0,45	0,48	0,37
VESTA S 04,5m	20	0,56	0,42	0,44	0,33	0,35	0,26
VESTA S 05,0m	20	0,42	0,32	0,33	0,23	0,25	0,17
VESTA S 06,0m	20	0,22	0,14	0,14	0,08	0,08	0,03

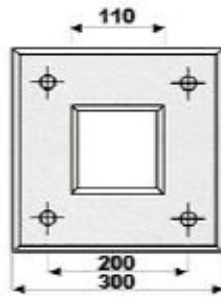


COUPE A-A
ECHELLE 1 : 5

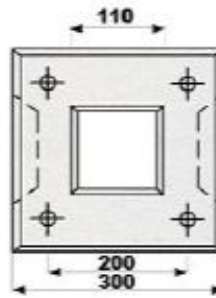
A	Crochet	07/02/2013	Mise à jour tableau norme EN40	D.Souchon	07/02/2013
REV.	CRÉÉ PAR	DATE	DESCRIPTION	VÉRIFIÉ PAR	DATE
0	Poncet	22/02/2006	CREATION DU PLAN	JL Mounier	22/02/2006
			COPIE OU COMMUNICATION INTERDITE DIMENSIONS EN MILLIMETRES		FR1010
MATIERE :	CLIENT :	SDEER 17		N° DE CALCUL :	N° D'ARTICLE :
FINITION : Brut	VESTA S Hauteurs 3-3,5-4-4,5-5-6 m		N° DE PLAN :		REVISION
TOLERANCE GENERALE ± :		EN40-2	A3	ECHELLE 1:15	
			G11081-02 C 1		A

FUNDAMENT F-100V/30

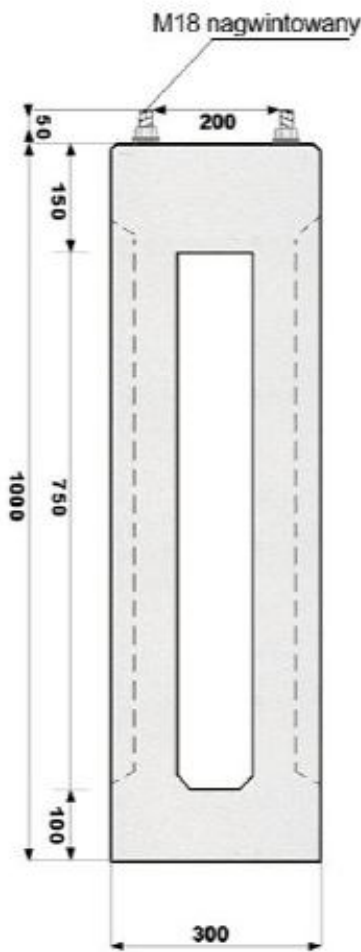
Widok z góry



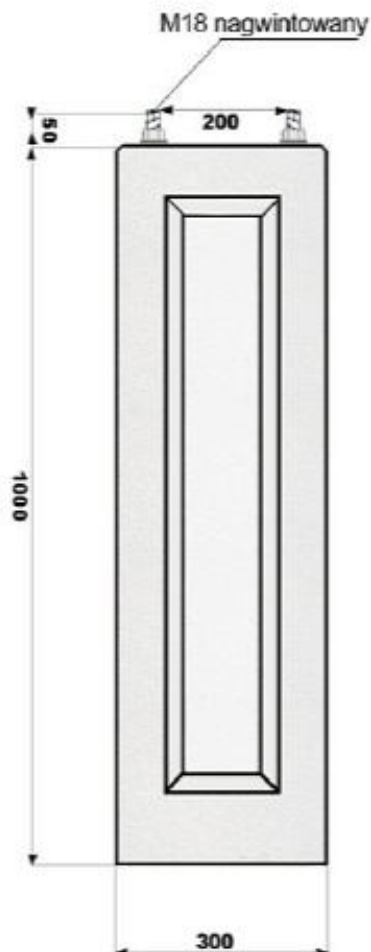
Przekrój A-A



Przekrój B-B



Przekrój C-C



Paleta - 12 szt.
Waga 1 szt 130kg