



Evropská unie
Evropský sociální fond
Operační program Zaměstnanost

Koncepce veřejného osvětlení

města Chomutova

Analytická část



Chomutov



Koncepce veřejného osvětlení města Chomutova je zpracována v rámci projektu „Chytrý Chomutov - strategické řízení rozvoje dopravy, technické infrastruktury, energetiky, informačních a komunikačních technologií“ - číslo projektu „CZ.03.4.74/0.0/0.0/16_058/0007453“.

Datum: 29. 10. 2019



Obsah

1	Úvod	4
2	Projektové podklady.....	5
3	Právní předpisy a technické standardy.....	6
4	Terminologie.....	9
5	Struktura veřejného osvětlení	10
5.1	Sumarizace prvků veřejného osvětlení v Chomutově	10
ANALYTICKÁ ČÁST.....		11
A.1	Analýza stávajících parametrů osvětlení.....	11
A.1.1	Clonění zelení a rušivé osvětlení	11
A.1.2	Měření světelně technických parametrů u vybraných vzorových polí.....	13
A.2	Analýza fyzického stavu a stáří soustavy veřejného osvětlení	15
A.2.1	Měření izolačního odporu	16
A.2.2	Popis rozvaděčů.....	17
A.2.3	Popis vedení	19
A.3	Environmentální analýza (rušivý vliv na místní obyvatele, řidiče, vzhled města)	19
A.4	Provozní analýza.....	24
A.4.1	Možnosti řízení veřejného osvětlení	24
A.5	Analýza současného stavu a trendů v oblasti veřejného osvětlení.....	30



1 Úvod

Tento dokument zpracovaný pro město Chomutov za účelem zajištění činnosti veřejného osvětlení představuje hlavní soubor pravidel města (s respektováním požadavků zákonů a norem), jimiž se řídí rekonstrukce, obnova, modernizace a výstavba VO v obci.

Dokument koncepce veřejného osvětlení se stane jedním ze strategických dokumentů města Chomutova - bude komplexním řešením veřejného osvětlení města a jeho místních částí. Smyslem dokumentu je definování parametrů, pravidel a postupů ve veřejném osvětlení pro dosažení stanovených kvalitativních parametrů při odpovídajících provozních a investičních nákladech.

Při zpracování koncepce budou zohledněny nejen dopravně-bezpečnostní hlediska, která jsou primárním smyslem veřejného osvětlení, ale také další neméně důležitá hlediska jako jsou architektonicko-urbanistická, estetická a provozní.

Koncepce zahrnuje také specifické požadavky, např. jaký vliv má mít VO na celkový obraz obce (vize architektů, památkářů atd.). Veřejné osvětlení není jen funkční zařízení, ale protože je viditelné i ve dne, působí jako architektonický prvek prostředí města. Design a umístění zařízení a vybavení pro silniční osvětlení může způsobit velký rozdíl ve vzhledu silnice a prostředí kolem silnice ve dne i v noci. To platí nejen pro uživatele silnice, ale i pro pozorovatele sledujícího zařízení z určité vzdálenosti od silnice.

Denní vzhled je posuzován podle následujících údajů:

- volba nosného zařízení, např. stožáry s rameny nebo bez nich, závěsné dráty nebo přímá montáž na budovy
- design a barva stožárů osvětlení
- rozměr a výška stožárů osvětlení nebo jiných závěsných prvků v poměru k výšce přilehlé budovy, stromům a jiným nápadným objektům v zorném poli
- umístění sloupů osvětlení vzhledem k pohledům scénické hodnoty
- design, délka a sklon ramen sloupu
- sklon svítidla
- volba svítidla – design

Koncepce veřejného osvětlení vychází z pasportu veřejného osvětlení a je jedním ze základních dokumentů pro plánování rozvoje zařízení VO v daném městě či obci. Má za cíl minimalizovat příkon osvětlovacích soustav při dodržení nezbytných požadavků na bezpečnost dopravy, osob a majetku. Hlavní součástí koncepce je přiřazení tříd osvětlení jednotlivým osvětlovaným pozemním komunikacím s dostatečným výhledem do budoucna. Z přiřazených tříd osvětlení vyplývají světelně technické požadavky na osvětlení. Tato část koncepce je podkladem správce pro VO při zadávání konkrétních úkolů projekčním, elektromontážním a stavebním organizacím.



2 Projektové podklady

- Normy ČSN (viz kapitola 3.)
- Územní plán města
- Podklady ŘSD – hustota dopravy ve městě
- Zákony, vyhlášky týkající se veřejného osvětlení (viz kapitola 3.)
- Pasport veřejného osvětlení města
- Pasport komunikací města Chomutova – bez definovaných šířek a délek
- Místní šetření
- Koordinační schůzky
- Požadavky zadavatele ze zadání veřejné soutěže a průběžných informativních schůzek



3 Právní předpisy a technické standardy

Uváděné právní předpisy a právní normy jsou platné k datu 29. 10. 2019 a je nutné vždy přihlížet k předpisům a normám v platném znění v dané době.

Zásady řešení parametrů stavby a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.).

Stavba VO má po dobu výstavby vliv na životní prostředí, a to zejména kvůli zvýšené prašnosti a hlučnosti případně použitých strojů. Tento vliv je pouze dočasný do dokončení stavby. Po dobu výstavby VO je nutné postupovat zejména v souladu s předpisy:

z hlediska ochrany ovzduší dle zákona č. 201/2012 Sb. ve znění pozdějších předpisů,

z hlediska odpadového hospodářství dle zákona č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů,

z hlediska ochrany přírody a krajiny dle zákona č. 114/1992 Sb. ve znění pozdějších předpisů,

vyhláška č. 189/2013 Sb. MŽP o ochraně dřevin a povolování jejich kácení ve znění vyhlášky č. 222/2014 Sb.)

Vliv na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů apod.), zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině

ČSN 839011 - Práce s půdou

ČSN 839021 - Rostliny a jejich výsadba

ČSN 839031 - Trávníky a jejich zakládání

ČSN 839041 - Technicko-biologické způsoby stabilizace terénu - Stabilizace výsevy, výsadbami, konstrukcemi ze živých a neživých materiálů a stavebních prvků, kombinované konstrukce

ČSN 839051 - Rozvojová a udržovací péče o vegetační plochy

ČSN 839061 - Ochrana stromů, porostů a vegetačních ploch při stavebních pracích.

Technické normy:

Norma **ČSN EN 13201** - Osvětlení pozemních komunikací:

ČSN CEN/TR 13201-1 Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení 9/2016

ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky, 6/2016

ČSN EN 13201-3 Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet, 6/2016

ČSN EN 13201-4 Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření, 6/2016

ČSN EN 13201-5 Osvětlení pozemních komunikací – Část 5: Ukazatelé energetické náročnosti

ČSN EN 12464-2 Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory

ČSN 33 0165 – Elektrické předpisy. Značení vodičů barvami nebo číslicemi. Prováděcí ustanovení.



ČSN 33 0360 – Elektrotechnické předpisy. Místa připojení ochranných vodičů na elektrických zařízeních

ČSN 33 2000-6 - Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize

ČSN 33 2000-4-41 - Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí

ČSN 736005, ČSN 33 2000-5-52 ed.2 - Zařízení VO, včetně podzemního a nadzemního vedení

ČSN 33 2000-7-714 – Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. – Část 7: jednoúčelová a ve zvláštních objektech. Oddíl 714: Zařízení pro venkovní osvětlení

ČSN 33 3210 – Elektrotechnické předpisy. Rozvodná zařízení. Společná ustanovení

ČSN 33 3320 ed. 2 - Elektrotechnické předpisy – Elektrické přípojky

ČSN 35 9754 – Závěry a klíče pro zajišťování hlavních domovních skříní a rozvodných zařízení NN umístovaných v prostředí venkovním.

ČSN 73 6006 – Výstražné fólie k identifikaci podzemních vedení technického vybavení.

ČSN EN 40-1 až 7 – Osvětlovací stožáry části 1-7

ČSN EN 40-1 – Osvětlovací stožáry – Část 1: Termíny a definice

ČSN EN 40-2 – Osvětlovací stožáry – Část 2: Obecné požadavky a rozměry

ČSN EN 40-3-1 – Osvětlovací stožáry – Část 3-1: Návrh a ověření – Charakteristická zatížení

ČSN EN 40-3-2 – Osvětlovací stožáry – Část 3-2: Návrh a ověření – Ověření zkouškami

ČSN EN 40-3-3 – Osvětlovací stožáry – Část 3-3: Návrh a ověření – Ověření výpočtem

ČSN EN 40-4 – Osvětlovací stožáry – Část 4: Požadavky na osvětlovací stožáry ze železobetonu a předpjatého betonu.

ČSN EN 40-5 – Osvětlovací stožáry – Část 5: Požadavky na ocelové osvětlovací stožáry

ČSN EN 40-6 – Osvětlovací stožáry – Část 6: Požadavky na osvětlovací stožáry z hliníkových slitin

ČSN EN 40-7 – Osvětlovací stožáry – Část 7: Požadavky na osvětlovací stožáry z polymerních kompozitů vyztužených vlákny

ČSN EN 60529 – Stupně ochrany krytem (krytí IP kód)

ČSN EN 60598-2-3 ed. 2- Svítidla – Část 2-3: Zvláštní požadavky – Svítidla pro osvětlení pozemních komunikací

ČSN EN 60662 – Vysokotlaké sodíkové výbojky

ČSN EN 61167 – Halogenidové výbojky

ČSN EN 62035 – Výbojkové světelné zdroje – Požadavky na bezpečnost

ČSN EN 62305 – Ochrana před bleskem (soubor norem 341390)

ČSN ISO 3864 – Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky

ČSN EN ISO 9223 – Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér - Klasifikace, stanovení a odhad



ČSN P ENV 1992-3 – Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: betonové základy

ČSN EN 13670 - Provádění betonových konstrukcí (vyd. 06/2010)

ČSN EN ISO 12944-2 - Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí (vyd. 10/1998)

Zákony ovlivňující a mající dopad na správu, provoz, údržbu, výstavbu VO

Zákon č. 128/2000 Sb. „o obcích“ ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 89/2012 Sb. „občanský zákoník“ ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 183/2006 Sb. „stavební zákon“ ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška MMR č. 499/2006 Sb. „o dokumentaci staveb“ ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 398/2006 Sb. „o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb“ ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 13/1997 Sb. „o pozemních komunikacích“ ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška MDS č. 104/1997 Sb. k z. č. 13/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů



4 Terminologie

Pro názvosloví byly použity zavedené pojmy z příslušných standardů ČSN EN 12665, ČSN CEN/TR 13201-1, ČSN EN 13201-2, ČSN EN 60598-1 ed. 6 a dalších. Pro tento předpis platí zejména následující termíny:

Osvětlovací soustava – kompaktní soubor prvků tvořící funkční zařízení, které splňuje požadavky na úroveň osvětlení prostoru. Zahrnuje svítidla, podpěrné a nosné prvky, elektrický rozvod, rozvaděče, ovládací systém.

Světelné místo – každý skladební prvek v osvětlovací soustavě (stožár, samostatný výložník, převěš) vybavený jedním nebo více svítidly.

Svítidlo – zařízení, které rozděluje, filtruje nebo mění světlo vyzařované jedním nebo více světelnými zdroji a obsahuje, kromě zdrojů světla samotných, všechny díly nutné pro upevnění a ochranu zdrojů a v případě potřeby pomocné obvody, včetně prostředků pro jejich připojení k elektrické síti.

Světelný zdroj (umělý) – je zdroj optického záření, zpravidla viditelného, zhotovený k tomuto účelu.

Rozvaděč zapínacího místa – dálkově nebo místně ovládaný rozvaděč s vlastním přívodem elektrické energie a zpravidla s vlastním samostatným měřením spotřeby elektrické energie.

Osvětlovací stožár – podpěra, jejíž hlavním účelem je nést jedno nebo několik svítidel a která sestává z jedné nebo více částí: dříku, případně nástavce; případně výložníku.

Jmenovitá výška – vzdálenost mezi montážním bodem na ose vstupu výložníku (dříku stožáru) do svítidla a předpokládanou úrovní terénu u stožárů kotvených do země nebo spodní hranou příruby stožáru u stožáru s přírubou.

Úroveň vetknutí – vodorovná rovina vedená místem vetknutí stožáru.

Vyložení – vodorovná vzdálenost mezi montážním bodem na ose vstupu výložníku do svítidla a osou stožáru (svislicí) procházející těžištěm příčného řezu stožáru v úrovni terénu, případně vodorovná vzdálenost mezi montážním bodem na ose vstupu výložníku do svítidla a svislou rovinou proloženou místem upevnění výložníku na stěnu apod..

Výložník – část stožáru, která nese svítidlo v určité vzdálenosti od osy dříku stožáru; výložník může být jednoramenný, dvouramenný nebo víceramenný a může být připojen k dříku pevně nebo odnímatelně, případně obdobný nosný prvek určený k upevnění na stěnu apod.

Úhel vyložení svítidla – úhel, který svírá osa spojky (spojovací část mezi koncem dříku nebo výložníku a svítidlem) svítidla s vodorovnou rovinou.

Elektrická výzbroj stožáru – rozvodnice pro osvětlovací stožár (ve skřínce na stožáru, pod paticí, v prostoru pod dvířky bezpaticového stožáru) a elektrické spojovací vedení mezi rozvodnicí a svítidlem.

Patice – samostatná část osvětlovacího stožáru, která slouží k ochraně osvětlovacích stožárů v místě vetknutí do země a může tvořit kryt elektrické výzbroje. 7

Převěš – nosné lano mezi dvěma objekty, na kterém je umístěno svítidlo.

Sklon svítidla – úhel naklonění svítidla vůči horizontální rovině.



Poloha světelného zdroje ve svítidle – vzájemnou polohou světelného zdroje s reflektorem lze ve svítidlech s reflektorovými optickými systémy měnit charakter vyzařování svítidla (fotometrickou plochu svítivosti).

Autonomní provozní režim – provozní režim svítidla, který se nastavuje přímo ve svítidle. Není závislý na centrálním řízení.

5 Struktura veřejného osvětlení

Osvětlovací soustava veřejného osvětlení zahrnuje svítidla, podpěrné a nosné prvky, elektrický rozvod a ovládací systém. Veřejné osvětlení je osvětlení ulic, silnic nebo jiných veřejných prostranství.

Podpěrné a nosné prvky tvoří stožáry s příslušenstvím. Stožár je tvořen svislým dříkem. Na něj obvykle navazuje do prostoru výložník nebo nástavec, na kterém je v požadovaném místě upevněno svítidlo. Některé sloupy jsou i dvojramenné nebo víceramenné. V dolní části mívá sloup silnou patici, v níž jsou umístěny elektrické rozvody a pojistky. Podle novějších bezpečnostních norem se již elektrické rozvody neumísťují v patici u země, ale obvykle bývají umístěny v dutině stožáru a otevírací přístup k nim je v určité výšce (obvykle desítky centimetrů) nad zemí.

Elektrický rozvod tvoří kabely a rozváděče. Dříve se používaly kabely s hliníkovým jádrem, v nové zástavbě a při rekonstrukcích se používají téměř výhradně měděné kabely. Rozvaděč, s jehož pomocí se světlo zapíná a vypíná, je ovládaný dálkově nebo místně, má vlastní přívod elektrické energie a samostatné měření spotřeby. Prostřednictvím napájecí sítě veřejného osvětlení bývají někdy připojeny i světelné dopravní značky, osvětlení označků zastávek apod.

Ovládací systém zpravidla funguje tak, že se osvětlení rozsvěcí na podnět naprogramovaného časového spínače, případné světelného čidla. Příkon se při zapínání zvyšuje pozvolna a dílčí oblasti se z jednotlivých zapínacích bodů zapínají postupně, aby nedošlo k okamžitému přetížení elektrické sítě. Někde jsou součástí ovládacího systému i regulátory příkonu (stmívače), které při malé intenzitě pouličního provozu sníží příkon, a tím i spotřebu elektrické energie, aniž by bylo osvětlení zcela vypnuto. Trendem v dalším rozvoji ovládání veřejného osvětlení je dálkové sledování jeho provozního stavu (zpětná signalizace poruch ze zapínacích míst) nebo dálkové odečty stavu elektroměrů pomocí rádiových modemů, pevných telefonních linek, systému GSM atd.

5.1 Sumarizace prvků veřejného osvětlení v Chomutově

- Celkový počet světelných míst (SM) – 6176 ks
- Celkový počet svítidel – 6494 ks
- Celkový počet architekturního osvětlení (AO) – 71 ks
- Celkový počet rozvodných skříní - 98 ks



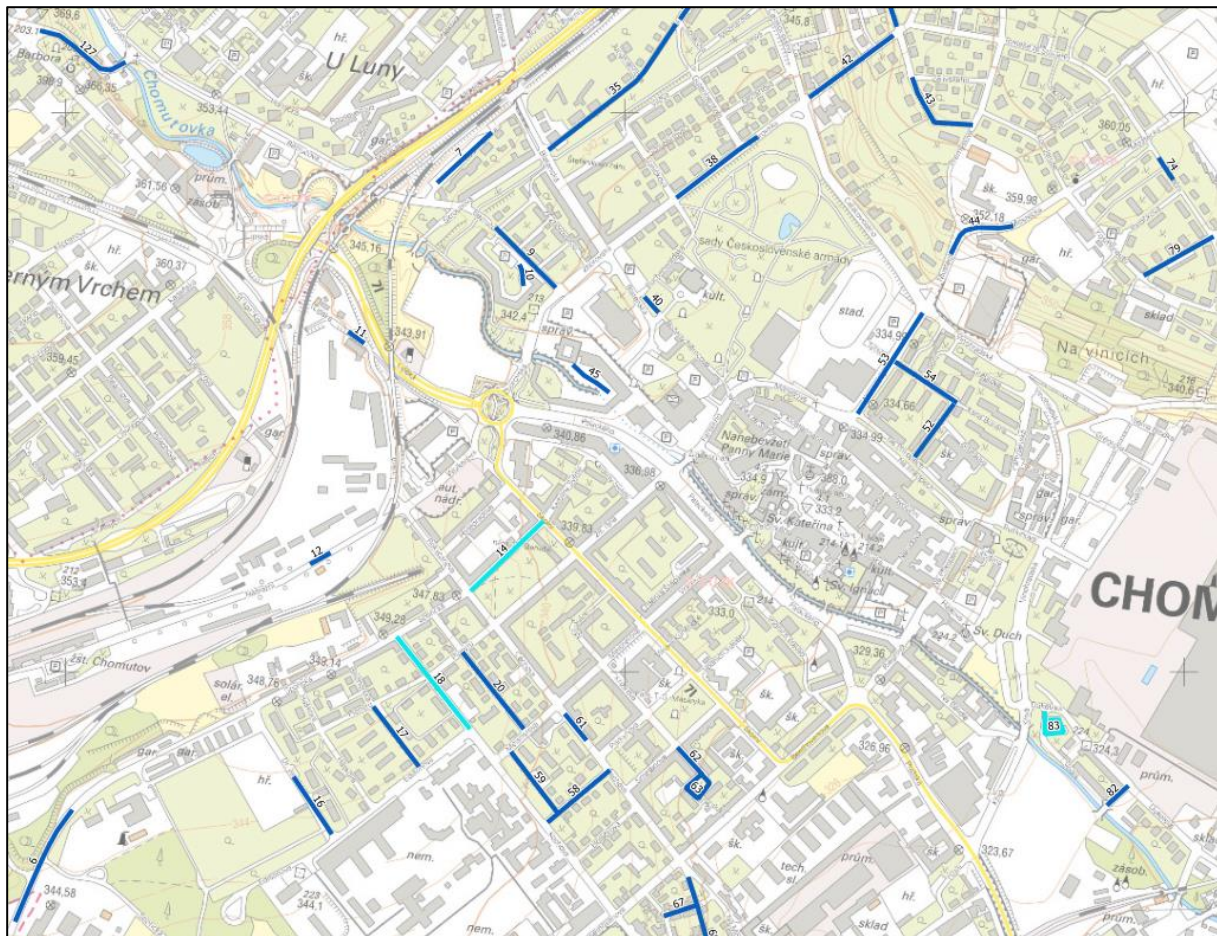
ANALYTICKÁ ČÁST

A.1 Analýza stávajících parametrů osvětlení

V rámci této analýzy bylo provedeno místní šetření se zaměřením na problematická místa, kde je VO cloněno zelení nebo působí rušivě na okolí. Dále byla vizuálně identifikována místa, která byla pocitově výrazně nedosvětlena nebo naopak výrazně přesvětlena. Kompletní tabulkový seznam problematických míst je uveden v příloze č. 4.

Dále proběhlo orientační měření vzorových úseků pozemních komunikací.

Na mapovém podkladu na Obr. 1 jsou vyznačena místa, kde bylo osvětlení posouzeno jako nedostatečné, nebo naopak příliš vysoké. Celá mapa je zobrazena v příloze č. 1.



Obr. 1: Nedosvětlená a přesvětlená místa - ukázka

A.1.1 Clonění zelení a rušivé osvětlení

Na základě místního šetření byla identifikována problematická místa, ve kterých dochází k clonění VO zelení a kde VO působí rušivě na své okolí.

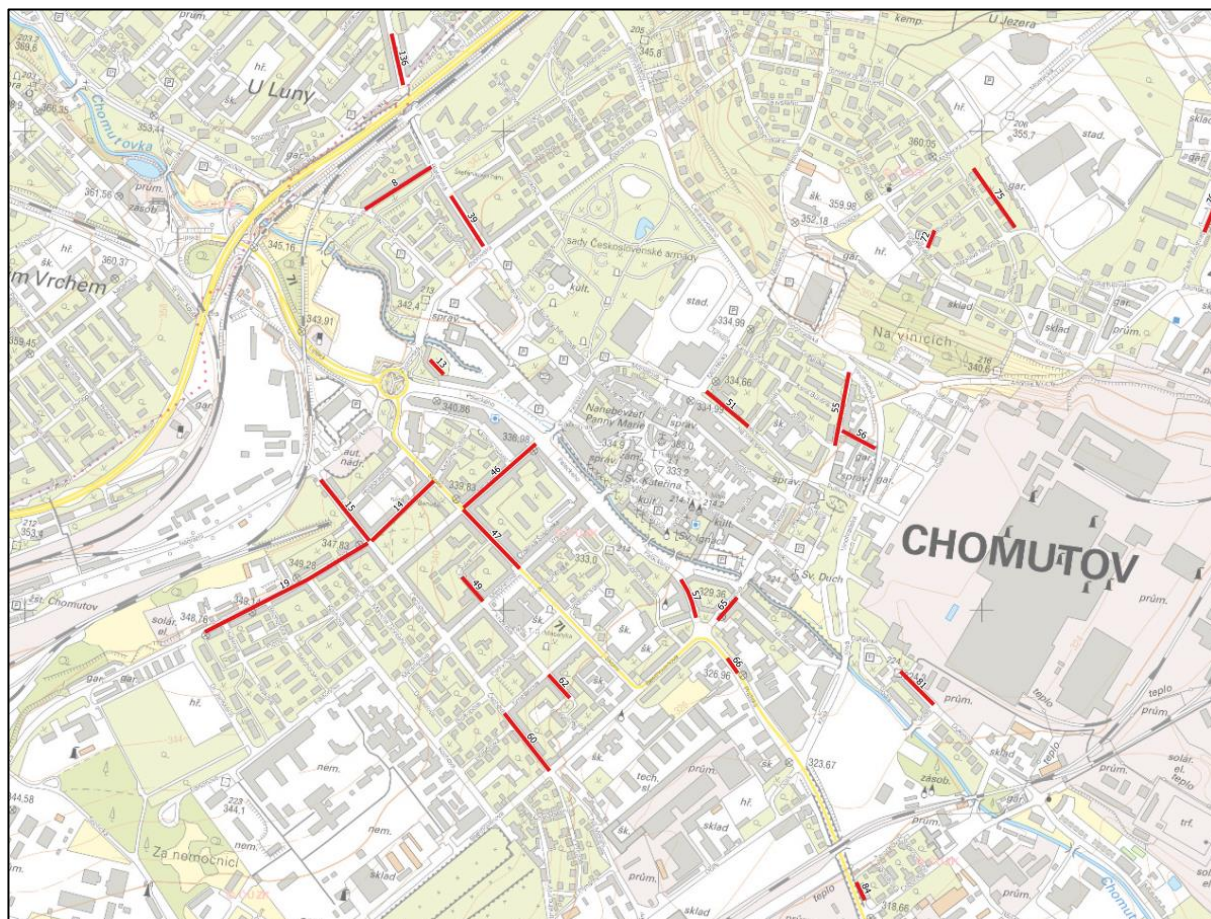
K rušivému osvětlení dochází zejména v případech, kdy jsou svítidla instalována v těsné blízkosti oken obytných budov. Jedná se např. o svítidla umístěná na nástěnných ramínkách, o stožáry se svítidly umístěnými ihned u stěny budovy nebo o svítidlech v blízkosti budov, která však vyzařují i do horního poloprostoru. Rušivé osvětlení v takových případech několikanásobně převyšuje maximální povolený limit 1 lux v době nočního klidu. Snížení nebo odstranění negativních účinků rušivého osvětlení je možné realizovat výměnou svítidel za svítidla, která jsou vybavena optickým systémem zajišťující



směrování světelného toku do dolního poloprostoru, případně za svítidla, která mají omezení vyzářování světelného toku za sebe.

K rušivému osvětlení dochází i historizujícími svítidly v centru města. Toto osvětlení však není hodnoceno jako nežádoucí, jelikož dotváří celkovou atmosféru místa, prosvětluje celkový objem prostoru a zároveň zvýrazňuje architekturu staveb.

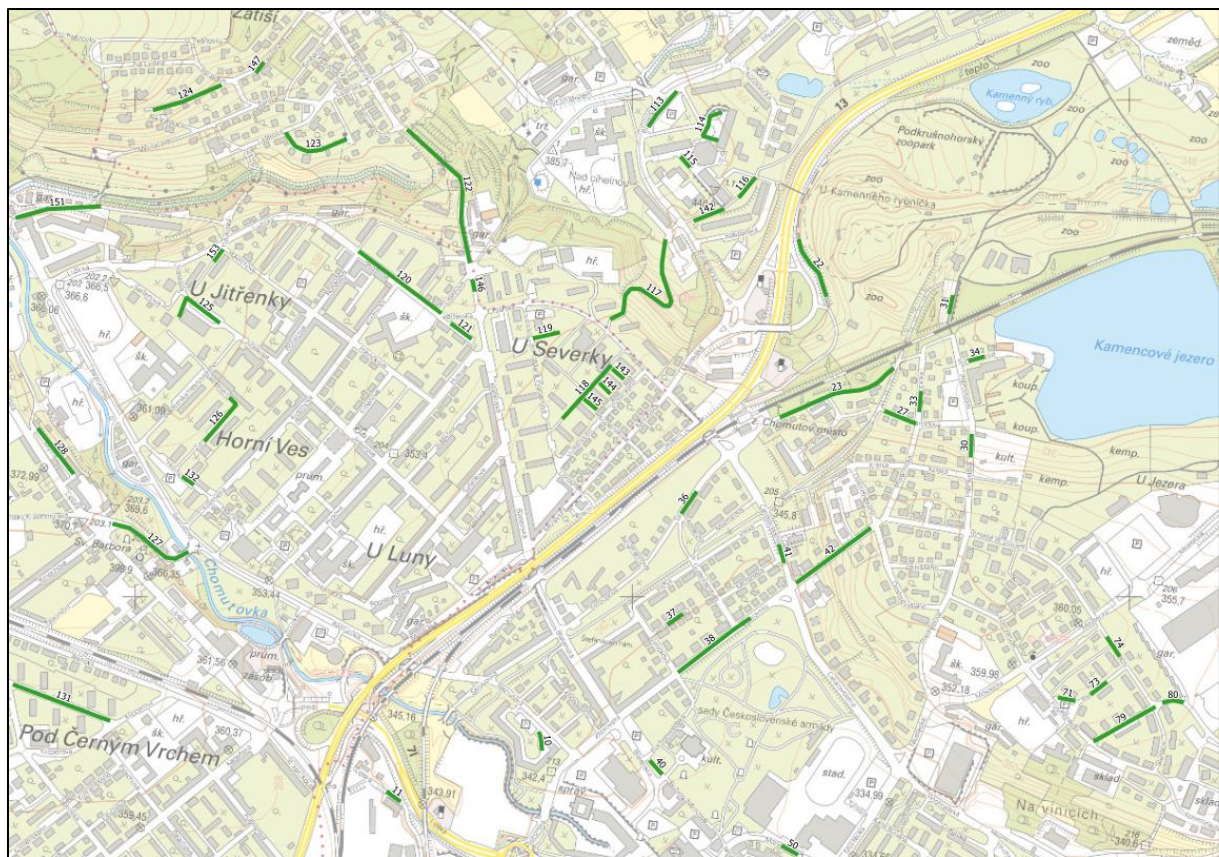
Na Obr. 2 je ukázka výstupu s vyznačenými místy s rušivým osvětlením. Celá mapa je zobrazena v příloze č. 2.



Obr. 2: Rušivé osvětlení - ukázka

K clonění svítidel VO zelení dochází hojně na celém území města. Odstranění nebo zmírnění negativních dopadů clonění je možné prořezem a pravidelnou údržbou zeleně.

Na Obr. 3 je ukázka výstupu s vyznačenými místy, ve kterých dochází ke stínění zelení. Celá mapa je zobrazena v příloze č. 3.



Obr. 3: Clonění zelení - ukázka

A.1.2 Měření světelně technických parametrů u vybraných vzorových polí

Orientační měření osvětlenosti bylo provedeno celkem na 22 vzorových úsecích. Měřené úseky byly vybrány dle vizuálního zhodnocení úrovně osvětlení, tzn. měřeny byly úseky s pocitově nízkou, či naopak vysokou hladinou osvětlenosti s ohledem na význam komunikace (třídu osvětlení), případně takové úseky, kde úroveň osvětlení nebyla zcela zřejmá. V každém z těchto úseků bylo vybráno jedno pole s typickou roztečí stožárů, na kterém byla v pěti bodech změřena osvětlenost. Měřená pole jsou vyznačena na mapovém podkladu nacházejícím se na Obr. 4 a výsledky měření jsou uvedeny v Tab. 1.

ID	Název ulice	Od stožáru	Ke stožáru	Průměrná osvětlenost \bar{E} (lx)	Vzorová rozteč (m)
1	Vítězslava Nezvala	851	852	5,8	39
2	Zadní Vinohrady	922	923	23,3	26
3	Čelakovského	5872	5873	14,4	23
4	V Přírodě	29	30	10,1	31
5	U Větrného mlýna	8	9	20,4	25
6	Na Příkopech	1514	1515	26,5	30
7	Mostecká	4115	4116	3,0	35
8	Škroupova	504	505	2,3	33
9	Bezručova	375	376	3,2	28
10	Dr. Janského	145	146	3,1	31,5
11	nám. Dr. Beneše	196	197	26,7	35
12	Nádražní	229	230	4,6	35,5



ID	Název ulice	Od stožáru	Ke stožáru	Průměrná osvětlenost \bar{E} (lx)	Vzorová rozteč (m)
13	Pod Strážištěm	4874	4875	14,8	23
14	Na Spravedlnosti	1739	1738	3,9	21
15	Husova	1859	1860	10,4	36,5
16	Kmochova	3841	3842	7,3	26
17	Školní pěšina	2840	2839	14,5	26
18	Kamenný vrch	4650	4651	11,6	23
19	Skalková (blok23-26)	4568	4567	3,1	30
20	Růžová	4349	4348	3,5	27
21	Jirkovská/průjezdni kom.	2555	2556	11,5	23
22	Jirkovská/u byt. domů	2547	2548	29,2	17

Tab. 1: Výsledky měření osvětlenosti



Obr. 4: Vyznačení míst měření osvětlenosti



A.2 Analýza fyzického stavu a stáří soustavy veřejného osvětlení

Na základě uskutečněné analýzy byly stožáry rozděleny do čtyř skupin, a to s ohledem na stáří a na jejich aktuální fyzický stav.

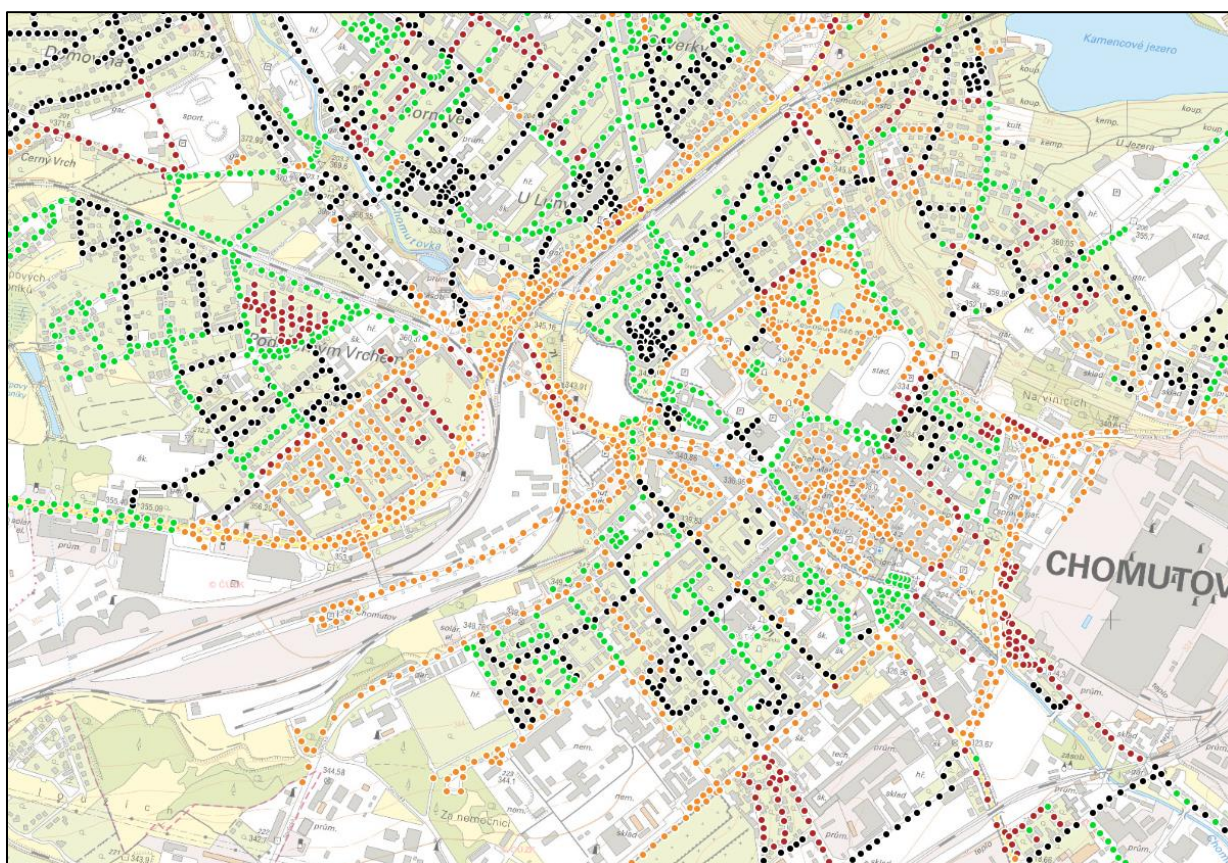
První skupinu tvoří stožáry nové nebo instalované v nedávné době. Zejména se jedná o stožáry pozinkované, bez známek koroze.

Druhou skupinu tvoří stožáry staršího data, např. z 90. let a krátce po r. 2000, jejichž stav je však pořádku a dalších minimálně 10 let nebudou s velkou pravděpodobností vyžadovat výměnu. Mohou již vykazovat známky povrchové koroze.

Do třetí skupiny patří stožáry staršího data, např. z 80. let, vykazující již pokročilou korozi. Ochranná manžeta stožáru v místě vetknutí může být korozí poškozena, avšak koroze samotného stožáru je pouze povrchová. Takovéto stožáry není nutno akutně vyměnit, avšak v nejbližších letech se musí s jejich výměnou již počítat.

Poslední, čtvrtou skupinu tvoří stožáry určené k přednostní výměně. Jedná se o nejstarší stožáry z 60. a 70. let, které jsou zasaženy již hloubkovou korozí, a dále o stožáry s mechanickými deformacemi (prasklý, nabouraný, zlomený,...). U těchto stožárů hrozí největší riziko pádu. Dále byly do této skupiny zařazeny veškeré betonové stožáry. Důvody zařazení betonových stožárů jsou: omezená možnost zjištění jejich skutečného stavu, v mnoha případech jejich nízká instalační výška, jejich stáří.

Stav stožárů s jejich polohou je pro ukázkou barevně vyznačen na mapovém podkladu na Obr. 5.



Obr. 5: Stav stožárů - ukáзка

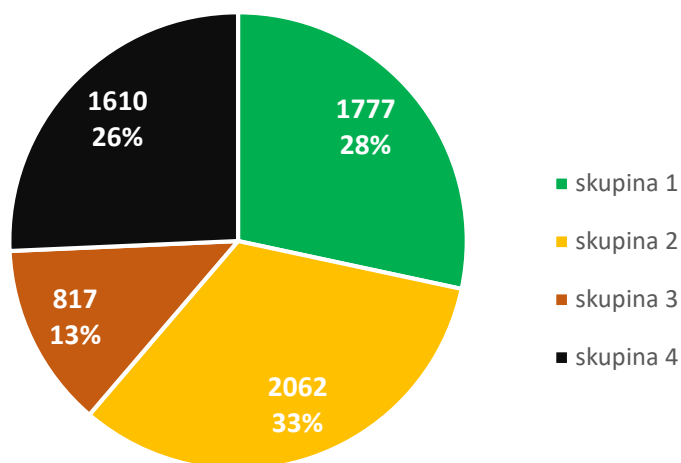
Legenda:

- skupina 1
- skupina 2
- skupina 3
- skupina 4



Celá mapa se stavy stožárů je zobrazena v příloze č. 5. Informace o stavu stožárů jsou doplněny do pasportu VO – pouze v databázovém (.xlsx) a mapovém (.shp) formátu.

Do pasportu jsou navíc doplněny další informace o stávající soustavě VO. Zde jsou zaznamenány další zjištěné závady jako nesvítící svítidla, chybějící kryt svítidla, nahnutý stožár, otočený výložník a další.



Obr. 6: Počty stožárů dle jejich stavu

A.2.1 Měření izolačního odporu

Pro měření izolačního odporu kabelové trasy byly vybrány tři úseky se stářím 56, 25 a 15 let. Přehledně jsou uvedeny v následující Tab. 2.

Ulice	Mezi stožáry	Počet kabelových polí	Rok instalace dle pasportu	Kabel	RVO	Vyhodnocení
Čechova	0087-0092	5	1963	AYKY 4x35	2	vyhovuje
chodník mezi Kamenný vrch - Zahradní	4639-4635	4	1994	AYKY 4x35	82	vyhovuje
Poděbradova	0205-0209	4	2004	CYKY 4x16	4	vyhovuje

Tab. 2: Měření izolačního odporu

Protokol o měření s jednotlivými hodnotami je uveden v příloze č. 6.

Na ul. Čechova měření ukázalo, že je kabel sice v pořádku, avšak hodnoty se již blíží limitní hodnotě 0,5 MΩ. V jednom místě, mezi stožáry 90 a 91, byla zjištěna již mezní hodnota 0,7 MΩ mezi fází L3 a zemí. Z uvedených důvodů je potřeba již plánovat jeho výměnu.

Na chodníku Kamenný vrch byla naměřena mezi vodičem PEN a zemí mezi stožáry 4635 a 4636 hodnota 0 MΩ. Kabel není nutno měnit a nejedná se o závadu bránící provozu, pouze to naznačuje pravděpodobně porušenou izolaci žíly ve stožáru.

Stav kabelu na ul. Poděbradova je vyhovující, měřením nebyla zjištěna žádná závada.



A.2.2 Popis rozvaděčů

Ve městě Chomutov je celkem 98 rozvaděčů, které jsou převážně ovládány prostřednictvím soumrakového spínače (51 ks). Téměř 2/3 rozvaděčů (64,3 %) je dle údajů pasportu starších více než 25 let. Prohlídkou v terénu však bylo zjištěno, že některé starší rozvaděče již byly vyměněny nebo rekonstruovány. Skutečnost se tedy od údajů v pasportu a následně níže v tabulce mírně liší. Konkrétní údaje o způsobu ovládání, stáří a hodnotách hlavního jističe jsou uvedeny v následujících třech tabulkách Tab. 3 až Tab. 5.

Způsob ovládání	Počet RVO	Procentuální zastoupení
spínací hodiny	40	40,4 %
soumrakový spínač	51	51,5 %
impuls	8	8,1 %

Tab. 3: Způsob ovládání RVO

Stáří RVO	Počet RVO	Procentuální zastoupení
do 5 let	8	8,2 %
do 15 let	13	13,3 %
do 25 let	10	10,2 %
do 35 let	24	24,5 %
do 45 let	28	28,6 %
do 55 let	11	11,2 %
nad 55 let	4	4,1 %
bez údaje	8	8,2 %

Tab. 4: Stáří RVO

Jm. hodnota hl. jističe RVO	Počet hl. jističů s danou hodnotou	Procentuální zastoupení
16	3	3,1 %
20	1	1,0 %
21	1	1,0 %
25	20	20,4 %
32	5	5,1 %
35	3	3,1 %
40	2	2,0 %
50	25	25,5 %
63	5	5,1 %
67	1	1,0 %
75	3	3,1 %
80	11	11,2 %
85	2	2,0 %
86	1	1,0 %
100	2	2,0 %
120	3	3,1 %
170	4	4,1 %
bez údaje	6	6,1 %

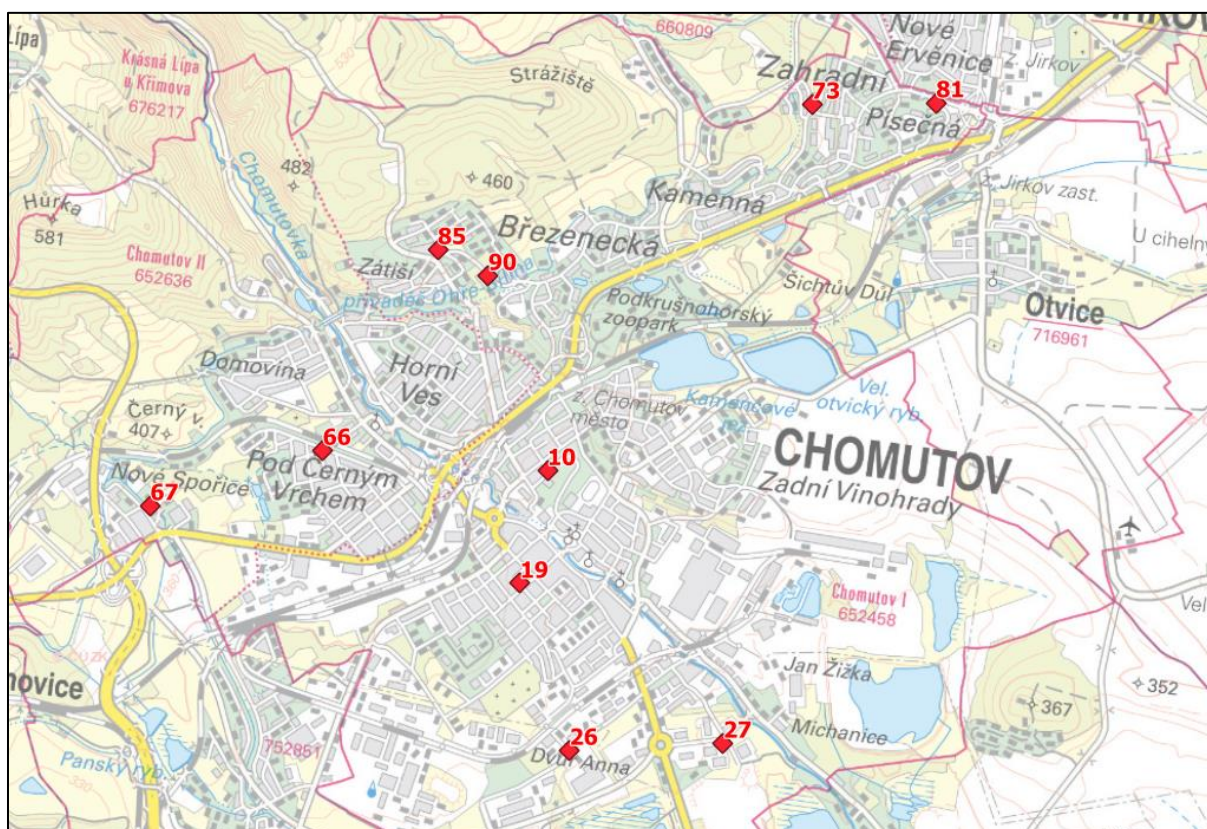
Tab. 5: Jmenovité hodnoty hlavních jističů v RVO

K podrobnějšímu popisu bylo vybráno 10 RVO s různým stářím, počtem spínaných svítidel a s různým umístěním na území města. Jejich přehled je uveden v Tab. 6 a lokalizace ve městě je vyobrazena na Obr. 7.



RVO	Ulice	Počet napájených svítidel	Rok výstavby	Rok rekonstrukce
10	Buchenwaldská	112	1998	2018
19	Mjr. Šulce	11	2008	
26	Na Moráni	20	1993	
27	Pražská	54	1999	
66	Dvořákova	131	1990	2002
67	U Hačky	26	1976	
73	Výletní	127	1983	
81	Písečná – otočka	76	1983	
85	Zátiší-Dobrovského	63	1985	
90	Pod Strážištem	37	1988	

Tab. 6: Vybrané rozvaděče



Obr. 7: Vybrané rozvaděče

Podrobný popis vybraných RVO je uveden v tabulce, která je přílohou č. 7. Uvedeny jsou údaje k rozvaděči z jeho revize a údaje zjištěné při prohlídce v terénu, doplněny o zhodnocení zvoleného jističe a slovní popis stavu rozvaděče. Na většině vybraných RVO je potenciál ke snížení jmenovité hodnoty hlavního jističe, a tudíž snížení paušálních plateb za něj. Většina z vybraných RVO nevyhovuje přípojovacím podmínkám NN ČEZU 15.4.2019, jelikož hl. jistič nemá ochranu před dotykem živých částí, nebo elektroměr či hl. jistič nejsou zaplombované. Takové RVO jsou navrženy na rekonstrukci/výměnu.



A.2.3 Popis vedení

Silové vedení veřejného osvětlení je v Chomutově celkové délky 195,4 km. 99,4 % je tvořeno zemním vedením, 0,6 % vzdušným vedením. Do vzdušného vedení je započítáno i vedení umístěné v mostní konstrukci. Pro napájení VO jsou použity silové kabely hliníkové o průměrném stáří 40 let a délce přibližně 125 km a silové kabely měděné o průměrném stáří 12 let a přibližné délce 68 km. Podrobněji je stáří s rozdělením na typ kabelu uvedeno v Tab. 7.

Stáří kabelu	Hliníkový kabel		Měděný kabel	
	Délka (m)	Procentuální zastoupení	Délka (m)	Procentuální zastoupení
do 5 let	238	0,19 %	17 818	26,07 %
do 15 let	225	0,18 %	27 926	40,86 %
do 25 let	5 099	4,09 %	21 488	31,44 %
do 35 let	34 496	27,67 %	798	1,17 %
do 45 let	50 577	40,57 %	64	0,09 %
do 55 let	33 055	26,52 %	18	0,03 %
nad 55 let	965	0,77 %	228	0,33 %
CELKEM	124,7	100 %	68,3	100 %
<i>bez údaje</i>	2 433 m			

Tab. 7: Stáří kabelů

A.3 Environmentální analýza (rušivý vliv na místní obyvatele, řidiče, vzhled města)

Problematika rušivého světla je řešena v ČSN EN 12464-2. Pro ochranu a zlepšení nočního prostředí je nutné kontrolovat rušivé světlo (známé také jako světelné znečištění), které může představovat fyziologické a ekologické problémy pro prostředí a osoby. Za tímto účelem norma zavádí zóny životního prostředí a pro každou z nich definuje různé požadavky, jak je uvedeno v následující tabulce.

Zóna životního prostředí	Světlo na objektech		Svítivost svítidla		Podíl horního toku	Jas	
	E _v lx		I cd		R _{UL} %	L _b cd·m ⁻²	L _s cd·m ⁻²
	Mimo dobu nočního klidu	V době nočního klidu	Mimo dobu nočního klidu	V době nočního klidu		Fasády budov	Znaky
E1	2	0	2 500	0	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	10	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000

Tab. 8: Zóny životního prostředí

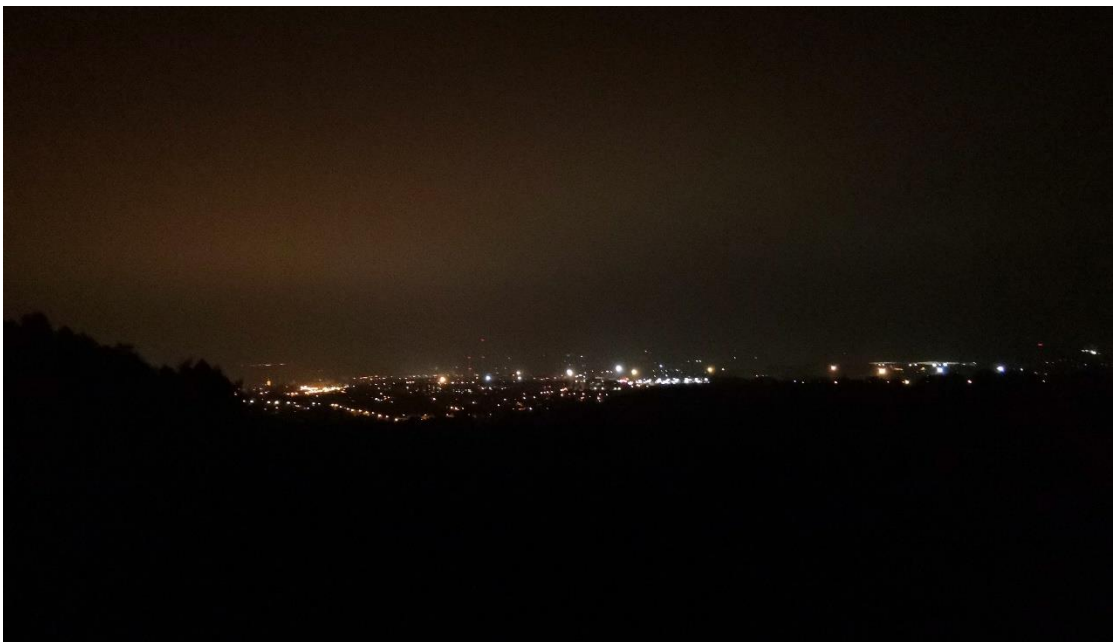
- E1 představuje skutečně tmavé oblasti jako národní parky a chráněná území.
- E2 představuje málo světlé oblasti jako průmyslové a obytné venkovské oblasti.
- E3 představuje středně světlé oblasti jako průmyslová a obytná předměstí.
- E4 představuje velmi světlé oblasti jako městská centra a obchodní zóny.
- E_v je největší hodnota svislé osvětlenosti na objektech v luxech.
- I je svítivost každého zdroje světla v potenciálně rušivém směru.



- R_{UL} je poměrná část světelného toku svítidla (svítidel) vyzařovaného nad horizont v jeho (jejich) pracovní poloze a umístění, udává se v %.
- L_b je největší průměrný jas fasády budovy v $cd \cdot m^{-2}$.
- L_s je největší průměrný jas znaků v $cd \cdot m^{-2}$.
- Znaky je myšleno informační a reklamní znaky.

Při dálkových pohledech na noční Chomutov jsou nejvíce patrné zdroje světla z automobilů, domácností a některá svítidla VO. Zatímco od automobilů a z domácností způsobují rušivé světlo světelné zdroje přímým vyzařováním do horního poloprostoru, u veřejného osvětlení značná část světla proniká do horního poloprostoru odrazem od osvětlovaných ploch.

Na Obr. 8 je zachycen noční pohled na Chomutov ze silnice I/7. Na obloze nad městem lze spatřit značné světelné znečištění. Za hlavní zdroje rušivého světla lze z nočního pohledu označit nákupní centra a autobusové nádraží.



Obr. 8: Noční pohled na Chomutov od silnice I/7

Obrázky Obr. 9 a Obr. 10 vykreslují noční pohled na sídliště Písečná a Obchodní zónu v Chomutově. Z obrázků je patrné, jak rozdílný je rušivý vliv osvětlení nákupních center a obchodů ve srovnání s osvětlením v rezidenční oblasti.



Obr. 9: Noční pohled na Chomutov ze směru příjezdu od Mostu, silnice I/13



Obr. 10: Noční pohled na sídliště Písečná

Problematika rušivého světla od architektonického osvětlení

Z architektonického osvětlení je nejvýrazněji nasvětlena radniční věž a budova městského úřadu s kostelem sv. Kateřiny. Osvětlující reflektory jsou umístěny na stožárech VO a jeden na budově u městské věže. Slavnostní osvětlení kostelu sv. Kateřiny ovšem vytváří rušivé osvětlení pro obyvatele sousedící budovy. Situaci vykresluje Obr. 12. Osvětlen je rovněž sloup Nejsvětější Trojice.

Vzhledem ke způsobu osvětlení zmíněných objektů reflektory směřovanými vzhůru dochází k úniku světla do okolního prostoru. Světlo vyzářené reflektory dokonale nekopíruje osvětlovaný objekt a část vyzářeného světelného toku se tak dostane mimo něj do prostoru. Značná část světelného toku se rovněž od osvětlovaného objektu odrazí do okolí.



Obr. 11: Slavnostní osvětlení nasvětlující zámek Chomutov a kostel sv. Kateřiny



Obr. 12: Rušivé světlo ze slavnostního osvětlení



Obr. 13: Slavnostní nasvětlení městské věže na náměstí 1. máje



Obr. 14: Slavnostní nasvětlení městské věže z ulice Táboritká



Obr. 15: Osvětlení sloupu Nejsvětější Trojice



Obr. 16: Zemní svítidla přisvětlující podloubí

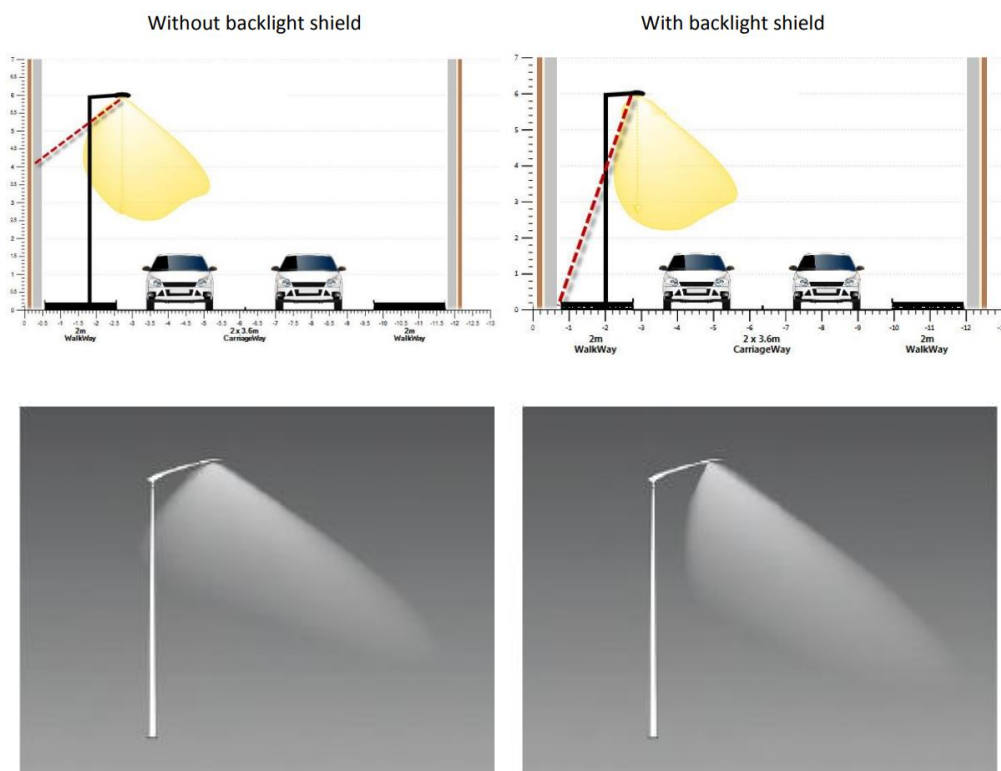


Problematika rušivého světla od veřejného osvětlení

Problematika rušivého světla od VO byla zjištěna v těchto ulicích: Škroupova, Blatenská, Rokycanova, Spořická, 28. října, Školní, Čechova, Legionářská, Křížkova, Palackého, Pražská, Riegrova, Dukelská, Heydukova, Partyzánská, Na Příkopech, Zadní Vinohrady, Sluneční a Patočkova.

Výše jsou uvedeny úseky komunikací s rušivým osvětlením. Většinou se jedná o úzké ulice, kde jsou svítidla umístěna na stožárech veřejného osvětlení. Zde doporučujeme přemístit svítidlo nebo použít svítidlo s jinou vyzařovací charakteristikou. Dalším způsobem eliminace rušivého osvětlení je změna geometrie uspořádání dopravního prostoru dané komunikace.

Ukázka omezení „zadního světla“ systémem ovládání Back Light Control System od společnosti Schröder. Tento doplňkový systém minimalizuje vyzařování světla za svítidlo, aby nedocházelo k rušivému osvětlení budov.



Obr. 17: Distribuce světla bez systému BackLight a se systémem BackLight (zdroj: www.schreder.com)



A.4 Provozní analýza

Město Chomutov nemá zpracovaný žádný strategický dokument, který by popisoval nebo navrhoval koncepci „Smart City“.

Inteligentní město (Smart City) můžeme chápat jako uplatnění informačních a telekomunikačních technologií v odvětví energetiky a v odvětví dopravy, na základě čehož bude docházet k urychlení progresu k dosažení např. snížení spotřeby energií a zdrojů, zkvalitnění a propojení dopravních systémů a mobility, a to vše za předpokladu využití moderních informačních a komunikačních systémů.

A.4.1 Možnosti řízení veřejného osvětlení

Možnost řízení veřejného osvětlení můžeme rozdělit na:

1. TRADIČNÍ ŘÍZENÍ (spínání zapnout-vypnout, stmívání)
2. INTELIGENTNÍ ŘÍZENÍ (monitorovací systémy a systémy řízení na dálku)

1. TRADIČNÍ ŘÍZENÍ

- ZAPÍNÁNÍ/VYPÍNÁNÍ

- Astronomické spínací hodiny - spínání VO za pomoci spínačů astronomických hodin vychází z toho, že během roku není čas soumraku a úsvitu stejný, ale že se den ze dne mění. Na základě aktuálního data (vnitřních hodin reálného času) a předtím dané tabulky spínání spínač automaticky přestavuje časy zapnutí a vypnutí veřejných osvětlení. Aktualizaci časů řeší spínač automaticky vždy pro každý den v roce.
- Senzory pro využití denního světla - Oproti použití astronomických spínacích hodin využívá možnost využití denního světla fotosenzory k detekování denního světla a přizpůsobení umělého osvětlení, jestliže hodnoty denního světla klesnou nebo stoupnou nad určitou limitní hodnotu. Senzory mohou být umístěny buď centrálně a ovládat tak sadu svítidel najednou, nebo můžeme umístit senzor ke každému svítidlu a ovládat ho jednotlivě.

- STMÍVÁNÍ

- Regulační systém stmívání umožňuje regulaci světelného toku v období nižší aktivity. Evropská norma ČSN EN 13201 umožňuje stmívání na pozemních komunikacích během hodin s nejnižším provozem motorových vozidel, pokud je zachována osvětlenost.
- V průběhu noci s nižším provozem a bez rizika ztráty funkčních a bezpečnostních vlastností mohou být soustavy veřejného osvětlení stmívatelné. V oblastech, kde statisticky dochází k častým dopravním nehodám nebo je vysoká míra kriminality se stmívání nedoporučuje. Stmívání lze kombinovat s astronomickými spínacími hodinami, využitím denního světla a možnostmi sledování dopravy.

DALI

Je to mezinárodní otevřený komunikační protokol pro systémy ovládání osvětlovacích soustav. Je využíván zejména pro řízení vnitřních osvětlovacích soustav, ale je možné jej využít i pro VO. Světelné zdroje jsou ovládány prostřednictvím předřadníků, kterými je možné regulovat úroveň osvětlení, dobu náběhu mezi jednotlivými úrovněmi osvětlení apod. DALI je typ kabelového řízení, kdy komunikace mezi předřadníkem a řídicím prvkem probíhá po dvou vodičové sběrnici (DALI sběrnice). Řídicím prvkem je většinou počítač připojený ke sběrnici. Kromě centrálního řízení všech světelných zdrojů najednou lze předřadníky přiřazovat



do skupin a nastavovat jim scény. Zároveň lze přes DALI kontrolovat stav osvětlovacích těles. Celkem lze na sběrnici připojit max. 64 předřadníků. Každý z nich je možné přiřadit k 16 jednotlivým skupinám a 16 jednotlivým scénám. Komunikační rychlost sběrnice je 1200 bps.

HDO

V praxi se velmi často používá centrální časové ovládání (zapínání/vypínání) v podobě signálu HDO, který poskytuje distributor elektrické energie. HDO využívá pro přenos signálu silová vedení energetických sítí. Po vyslání impulzního signálu prostřednictvím rozvodné sítě jsou zapnuty/vypnuty všechna zařízení, která jsou pomocí stykačů připojena na přijímač HDO. Přijímač HDO bývá zpravidla umístěn v rozvodných skříních odběratele elektrické energie.

2. INTELIGENTNÍ ŘÍZENÍ

Inteligentní řízení veřejného osvětlení můžeme rozdělit do tří skupin.

I. První úroveň – řízení pomocí inteligentního rozvaděče.

Jedná se o řízení veřejného osvětlení pomocí rozvodné skříně, kde uživatel ovládá veřejné osvětlení pomocí spínání jednotlivých větví napájených z rozvodných skříní veřejného osvětlení.

Výhody:

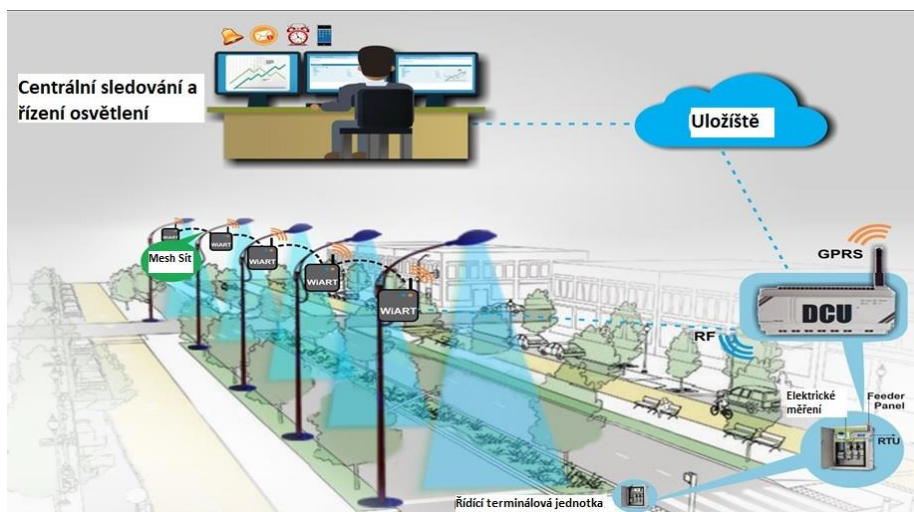
- 1) Možnost spínání veřejného osvětlení na dálku.
- 2) Dálkové odečty elektrické energie.
- 3) Zasílání chybových hlášení při poklesu jmenovitého proudu.
- 4) Zasílání zpráv při neoprávněném vniknutí do rozvodné skříně.
- 5) Ze tří úrovní řízení veřejného osvětlení je tato nejlevnější.
- 6) Vše může uživatel hlídat přes webové rozhraní.

Nevýhody:

- 1) Není možné sledovat ani ovládat jednotlivá svítidla.
- 2) Svítidla nejsou pod trvalým napětím.
- 3) Špatná detekce nefunkčních jednotlivých svítidel.
- 4) Nemožnost ovládat další zařízení.

II. Druhá úroveň – řízení pomocí inteligentního rozvaděče a svítidla

Druhá úroveň řízení VO se od první liší tím, že uživatel může ovládat jednotlivá svítidla. V této úrovni každé svítidlo a rozvodná skříň musí být vybaveny komunikační jednotkou. Princip: v rozvaděči je umístěna řídicí jednotka, která komunikuje se svítidly pomocí Mesh sítě. Každé svítidlo musí obsahovat komunikační jednotku, která je umístěna ve svítidle nebo pod svítidlem. Na Obr. 18 je ilustrační ukázka.



Obr. 18: Ilustrační obrázek inteligentního řízení veřejného osvětlení (Zdroj: Internet)

Výhody:

- 1) Možnost spínání veřejného osvětlení na dálku.
- 2) Dálkové odečty elektrické energie.
- 3) Zasílání zpráv, při neoprávněném vniknutí do rozvodné skříňě.
- 4) Možnost ovládání jednotlivých svítidel.
- 5) Uživatel vidí konkrétní svítidla a jejich stavy (funkčnosti) na webovém rozhraní.
- 6) Možnost připojení dalších prvků (např. kamerový systém, ukazatel rychlosti atd.).
- 7) Vše může uživatel hlídat přes webové rozhraní.

Nevýhody:

- 1) Každé svítidlo a rozvodná skříň musí být vybaveny komunikační jednotkou.
- 2) Vyšší pořizovací náklady jak jednotlivých svítidel, tak samotné rozvodné skříňě.

Typy komunikačních protokolů:

Narrowband IoT

Lorawan IoT

Sigfox IoT

NARROWBAND IOT

NB-IoT je nová bezdrátová úzkopásmová LPWA technologie speciálně vyvinutá pro internet věcí. Největší její předností je možnost nasazení v pásmech GSM a LTE.

NarrowBand IoT ctí standardy [3GPP](#) (dohoda o spolupráci mezi telekomunikačními asociacemi z roku 1998 s cílem vyvinout a udržovat 3G sítě, následně také LTE a IMS (IP Multimedia Subsystem)). NB-IoT bude poskytovat zlepšené pokrytí uvnitř budov, podporu masivního počtu zařízení, velmi nízkou cenu koncových zařízení i jejich spotřebu energie a také optimalizovanou architekturu sítě. Je tak velmi vhodný pro opětovný „refarming“ GSM kanálů.

K dosažení co nejlepšího využití spektra byl NB-IoT navržen s řadou možností nasazení pro GSM, WCDMA nebo LTE:

- standalone – výměna GSM nosiče s NB-IoT nosičem (využití hlavně v oblastech se souběžným pokrytím GSM a WCDMA/LTE)



- in-band – skrze flexibilní využití části LTE nosiče
- guard-band (ochranné pásmo) – ať už v síti WCDMA nebo LTE

Parametry NB-IoT:

- šířka pásma 200 kHz
- dosah 15km (164 dB)
- licencované pásmo 7-900 MHz
- přenosová rychlost 50 kbps
- downlink (OFDMA) a uplink (FDMA s GMSK modulací případně SC-FDMA)

Mezi podporovatele NB-IoT jsou firmy jako Alcatel-Lucent, AT&T, Deutsche Telekom, Ericsson, Huawei, Intel LG Electronics, Nokia Networks Panasonic, Qualcomm, Samsung, Telefonica, T-Mobile US, Verizon, Vodafone a další.

Je předpovídáno, že NarrowBand IoT doplní v budoucnu na trhu již zavedené technologie jako Sigfox či LoRaWAN a rozšíří nabídku našich mobilních operátorů.

LORAWAN IOT

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) je další z nízkopříkonových bezdrátových síťových protokolů navržených pro levnou a zabezpečenou obousměrnou komunikaci v internetu věcí. Využívá opět pásmo do 1 GHz a rychlost přenosu je potom od 0,3 kbps do 50 kbps.

Komunikace mezi koncovými prvky a bránami je rozložena na různá frekvenční pásma a přenosové rychlosti. Volba rychlosti přenosu dat je kompromisem mezi komunikačním rozsahem a délkou zprávy. Jednotlivé komunikační proudy s různými přenosovými rychlostmi spolu neinterferují (vzhledem k technologii rozprostřeného spektra) a vytváří sadu „virtuálních“ kanálů pro zvýšení kapacity brány.

Aby se maximalizovala životnost baterie koncového zařízení a celková kapacita sítě, síťový server LoRaWAN spravuje přenosovou rychlost a RF výstup pro každé koncové zařízení individuálně, prostřednictvím systému adaptivní rychlosti přenosu dat (ADR).

LoRaWAN rozlišuje několik tříd zařízení:

- **třída A** – koncová zařízení podporují obousměrnou komunikaci (každý uplink je následovaný dvěma okny pro příjem dat)
- **třída B** – mimo „vynucený“ downlink třídy A, otvírají zařízení této třídy mimořádná přijímací okna v nastavenou dobu
- **třída C** – přijímací okna jsou otevřená téměř nepřetržitě a zavírají se pouze při vysílání

Specifikace:

- technologie: Spread Spectrum
- modulace: SS Chirp – FSK
- počet kanálů: 10
- velikost zprávy: 256 Bytů
- rychlost přenosu: 250 bps – 50 kbps
- přenosové pásmo UP: 125/250 kHz
- přenosové pásmo DOWN: 125 kHz
- frekvence: 868 MHz (ETSI), 913 MHz (FCC)
- počet zpráv za den: neomezený
- vysílací výkon: 25 mW / 14 dBm
- citlivost: -140 dBm
- linkový zisk: 165 dB
- dosah v terénu: až 40 km v terénu, 15 km v příměstském prostředí a 2 – 5 km ve městě



- zabezpečení: šifrování AES128
- výdrž na bateriích: 5-15 let (podle hustoty komunikace)

SIGFOX IOT

SIGFOX je bezdrátová komunikační síť s dlouhým dosahem až mnoha kilometrů pro zajištění občasného přenosu malého množství informací z měřících zařízení a senzorů. Obecně patří mezi tzv. nízkopříkonové LPWAN sítě pro systém IoT (Internet of Things). Typickými oblastmi stovek aplikací sítě SigFox v Evropě jsou odečty vody, elektřiny, plynu, parkovací senzory, Industry 4.0, Smart City, zabezpečovací zařízení, logistika, sledování teplot při transportu a uskladnění, měření srážek a průtoků na záplavových tocích apod. Pomocí sítě SIGFOX mohou být věci, senzory a zařízení nezávislá na elektřině, vydržet na bateriích až patnáct let a komunikovat s velmi vysokou spolehlivostí i bezpečností.

SIGFOX rádiový přenos a modulace

SIGFOX technologie pracuje v bezlicenčním ISM pásmu 868 MHz (906 MHz v USA), v němž běží nelicencované krátkodosahové technologie, například část domácích meteorostanic, ovládání vrat garáže, ale třeba i wMbus, technologie bezdrátového propojení měřidel. To souvisí s potřebou opravdu významně minimalizovat náklady. Protože v tomto pásmu neběží ani bluetooth, ani WiFi, ani energomonitor, není těmito bezdrátovými technologiemi ovlivňována (rušena).

K přenosu SigFox komunikace se využívá tzv. UNB (Ultra Narrow Band) pásmo pro vysílání jen krátkého pulsu dat s vysílacím výkonem omezeným na 100 mW a modulací pracující v 200 kHz veřejném pásmu. Každá přenášená zpráva v době přenosu zabírá šířku pásma 100 Hz a je přenášena rychlostí 100 nebo 600 bps (v závislosti na regionu). Toto řešení zajišťuje dlouhý dosah a velkou odolnost proti rušení. Vysílaná zpráva využívá tzv. DBPSK modulaci, které stačí pro rychlost přenosu 1 bps jen frekvenční pásmo 1 Hz. Tedy při deklarované přenosové rychlosti SigFox komunikace 100 bps se využívá již zmíněná šířka frekvenčního pásma 100 Hz. Nízká přenosová rychlost (bitrate) a úzké koncentrované přenosové pásmo DBPSK modulace tedy přináší velmi efektivní využití přenosového spektra, je velmi snadné ho implementovat a přijímač může demodulovat signály velmi blízko hladině šumu.

SIGFOX režim spotřeby

Technologie SigFox pracuje na příjmu obdobně jako třída A technologie LoRa, tedy zařízení si samo vybírá, kdy chce poslouchat. Typicky jen krátce poté, co samo něco odešlo, aby mohlo přijmout potvrzení či reakci. Takže je možné do zařízení něco (data či příkaz) odeslat, ale kdy se požadavek vykoná, pak záleží na rozhodnutí samotného zařízení, které se musí samo probudit. Výhodou, která z toho vyplývá, je skutečně velmi nízká spotřeba koncových zařízení, kdy na jednu baterii prý dokážou fungovat až několik let.

Typické elektrické hodnoty v režimu vysílání je spotřeba cca 30 mA při vysílacím výkonu +14.5 dBm, zatímco ve většinu času v tzv. „Off režimu“ je spotřeba jen několik nanoampér (nA). To vše při napájení z knoflíkové baterie 1,9-3,6 V.

Celková výdrž je samozřejmě dána kapacitou baterie / akumulátoru, frekvencí vysílání a i počtem bajtů přenášených dat. Čím menší počet vysílání a čím méně dat (například jen 4 bajty místo max. povolených 12 bajtů), tím menší je spotřeba a tím delší výdrž. Samozřejmě v praxi však nenapájíme jen samotnou SigFox komunikační část, ale i nějakou snímací (senzorskou) část, takže celková výdrž systému je vysoce individuální hodnota lišící se u každé aplikace.

Komunikace SIGFOX je jistě do budoucna zajímavý způsob přenosu dat v časově velmi pomalých procesech nebo v plně automatizovaných aplikacích s malou četností zaslání informačních zpráv (tzn., že měřící zařízení pracuje zcela samostatně – např. elektroměr – a pouze jednou za den



pošle výsledek procesu nebo případně bude okamžitě informovat o aktuální poruše atd.). V tomto směru tak prakticky nahrazuje dříve velmi populární zasílání informací nebo řízení pomocí SMS zpráv.

Nejde tak o přímého konkurenta ani rychlých průmyslových sběrnic, ani lokální rychlé WLAN bezdrátové komunikace, ani středně rychlé LTE komunikace. Jde o doplněk k nim, který doposud na trhu rozhodně chyběl. Konkurentem jsou mu však podobné komunikační technologie, jako například LoRa, které využívají podobný základní systém, i když trošku s odlišnými parametry z pohledu množství přenášených dat, dosahu a příkonu. SIGFOX byl vyvinutý hlavně pro maximální úsporu energie, a proto poskytuje také nejmenší datovou přenosovou kapacitu.

III. Třetí úroveň - aktivní řízení je pomocí různých senzorů nebo čidel, kde se po nastavení systém řídí sám a reaguje na různé podněty (počasí, nehody, hustota dopravy atd.). Systém monitorování a řízení na dálku umožňuje, aby soustavy osvětlení reagovaly na vnější parametry jako:

- Hustotu dopravy.
- Dostupnou hladinu denního světla.
- Nehody.
- Povětrnostní podmínky.
- Překážky nebo další narušení na silnicích (zvířata).

Tímto způsobem lze systém osvětlení přizpůsobit skutečným potřebám, přičemž jsou energeticky účinné bez omezení bezpečnosti.

Výhody.

1. Celý systém se řídí sám dle nastavených parametrů.
2. Systém může být vybaven nabíjecími stanicemi (inteligentní stožár) pro nabíjení (např. kol, koloběžek, telefonu atd.).

Nevýhody:

1. Celkový systém je energetický náročný.
2. Vysoké pořizovací náklady.



A.5 Analýza současného stavu a trendů v oblasti veřejného osvětlení

V rámci analytické části plánu obnovy a modernizace veřejného osvětlení byla provedena rešerše současného stavu a trendů v oblasti svítidel pro veřejné osvětlení. Z hlediska stupně kvality je možné rozdělit svítidla do tří stupňů kvality: nízká, střední a vysoká. Kvalitativní rozdíly definované mezi jednotlivými stupni kvality vycházejí ze světelně-technických parametrů svítidel a jejich technického provedení. Zároveň byla provedena analýza dostupných systémů pro řízení a ovládání soustavy veřejného osvětlení se zhodnocením jejich úrovně investičních nákladů na jejich zavedení.

Stupně kvality svítidel veřejného osvětlení

Vysoký stupeň kvality

Skupina svítidel s vysokým stupněm kvality se vyznačuje především kvalitními komponentami předřadné a optické části svítidla a kvalitním provedením korpusu svítidla a použitých materiálů. Za účelem garance dlouhé životnosti a minimálního poklesu světelného toku svítidla jsou svítidla vybavena kvalitními LED čipy. LED čipy jsou dostatečně chlazeny, čímž je prodloužena jejich doba životnosti. Z těchto důvodů je pro konstrukci korpusu svítidla použito kvalitních materiálů. Světelné zdroje dosahují životnosti 100 000 hod. – L90B10 s poklesem světelného toku LED čipů po 100 000 hod. max. 10 %. Efektivní distribuce a přesné směrování světelného toku je zajištěno optickými čočkami umístěných na LED čipech. Tyto čočky jsou vyrobeny z kvalitních materiálů, odolných vůči degradaci. Skupina svítidel s vysokým stupněm kvality se také vyznačuje dostatečným počtem nabízených optických systémů pro různé řezy komunikací. Na svítidla je poskytována záruka v rozmezí 5-10 let. Ceny svítidel se odvíjí od výkonu svítidel a jejich vybavenosti, pohybují se cca od 10 000,-Kč a výš.

Střední stupeň kvality

Skupina svítidel se středním stupněm kvality je vybavena kvalitními komponentami předřadné a optické části, ale lze očekávat sníženou kvalitu v provedení korpusu svítidel a použitých materiálů. Snížená kvalita provedení korpusu negativně ovlivňuje teplotní management svítidel. Nedostatečný odvod tepla z LED čipů negativně ovlivňuje životnost a spolehlivost svítidla jako celku. Dochází k vyššímu poklesu světelného toku. Svítidla dosahují provozní životnosti L70B50. Skupina svítidel se také vyznačuje větším množstvím nabízených optických systémů. Poskytovaná záruka na svítidlo se pohybuje v rozmezí 3-5 let s cenou svítidel v rozmezí cca 5 000 – 10000,- Kč. Cena závisí na výkonu svítidel a jejich vybavenosti.

Nízký stupeň kvality

Svítidla s nízkým stupněm kvality se vyznačují nízkou kvalitou komponent předřadné a optické části a nízkou kvalitou provedení korpusu svítidla. Použité LED čipy vykazují velký pokles světelného toku a není zajištěn jejich dostatečný odvod tepla. LED čipy se tak nedostatečně chladí, poškozují se, a tím se významně zkracuje jejich životnost. Svítidla dosahují provozní životnosti L50B50. Předřadná část svítidla není schopna plnit svoji funkci v horizontu několika let. Množství nabízených optických systémů je nedostačující. Svítidla jsou prodávána internetovými prodejci převážně s původem z Číny a se záruční dobou 24 měsíců, která odpovídá jejich kvalitě. Cena svítidel se pohybuje cca kolem 4 000,- Kč.



ZÁKLADNÍ VÝBAVA A PARAMETRY SVÍTEL	PARAMETR	POŽADAVEK
Svítilno musí být osazeno čipy SMD, nikoliv COB	ANO/NE	ANO
Funkce konstantního světelného toku - CLO	ANO/NE	ANO
Teplota chromatičnosti	CCT (K)	≤ 2700
Index podání barev	CRI (Ra)	≥ 70
Různé optické charakteristiky pro typy komunikace (min. 4 optiky)	ANO/NE	ANO
Počáteční příkon svítidla	P sv,o (W)	(DOPLNIT)
Konečný příkon svítidel (po 100 000 hodinách)	P sv,o (W)	(DOPLNIT)
Počáteční měrný výkon svítidla	h sv,o (lm/W)	min. 115
Hodnota tohoto parametru musí být uvedena v tzv. "HOT LUMEN", tedy ve stavu kdy je světelný tok ustálený v reálných pracovních podmínkách.		
Konečný měrný výkon svítidla	h sv,o (lm/W)	min. 110
Účinnost (cos φ)	I (-)	max. 0,95
Ochrana proti přepětí	Uov (kV)	8
Krytí svítidla v prostoru optické části i v prostoru elektrovýzbroje	IP	66
Třída ochrany	CL	I
Těleso svítidla z tlak. hliníkové slitiny, samočistící / bez žebrování / zamezení usazování nečistot	ANO/NE	ANO
Světelné zdroje opatřeny teplotní ochranou	ANO/NE	ANO
Mechanická odolnost	IK	10
LED moduly s kvalitním pasivním chlazením a vlastní tepelnou ochranou při přehřátí modulu (pro zaručení garantované životnosti), nepřipouští se použití chlazení svítidla pomocí ventilátorů	ANO/NE	ANO
Pracovní teplota svítidla musí být garantována při teplotě okolí v rozsahu -30 až + 40° C	ANO/NE	ANO
Minimální doba životnosti svítidla vč. LED zdrojů musí být 100 000 provozních hodin	hod.	100 000
Řiditelný driver - variantně DALI, 1 - 10 V, autonomní stmívání	ANO/NE	ANO
Možnost uchycení na stožár i výložník na Ø dřívku a výložníku 60 mm	ANO/NE	ANO
Možnost náklonu svítidla minimálně v rozsahu +- 15° (je možno zajistit přídatným zařízením - např. redukcí)	ANO/NE	ANO
Při užití více LED modulů/bloků ve svítidle možnost výměny každého samostatně	ANO/NE	ANO
Svítilna musí umožňovat vyjmutí / výměny / opravy bloku elektrické části svítidla - napájecího bloku.	ANO/NE	ANO
Konstrukce svítidla musí umožnit tento úkon v rámci běžné údržby v místě osazení (bez nutnosti odmontovat svítidlo)		
Svítilno a napájecí zdroj musí splňovat tyto normy: CE, ENEC, ČSN EN 60598, ČSN EN 55015, ČSN EN 62384, ČSN EN 60065, ČSN EN 61000, ČSN EN 61547, ČSN EN 61347	ANO/NE	ANO
Do svítidla musí jít vložit přídatný modul umožňující komunikaci s rozvaděčem nebo serverem	ANO/NE	ANO
Záruka na svítidlo min. 7 let	ANO/NE	ANO
Záruka na předřadníkovou část min. 5 let	ANO/NE	ANO

Tab. 9: Příklad parametrů svítidel

Stupeň kvality	Výrobce/prodejce svítidla	Odkaz (webové stránky)
Vysoký	Philips Lighting	http://www.lighting.philips.com/main/home
Vysoký	Etna iGuzzini	http://www.etna.cz/cz/etna/aktuality/
Vysoký	Siteco	https://www.siteco.com/en/home?catalogue=de_de



Vysoký	Schröder	https://www.artechnic-schreder.cz/
Vysoký	Thorn Lighting	http://www.thornlighting.com/en/products/outdoor-lighting
Střední	THOME Lighting Czech s.r.o.	https://www.thomelighting.com/
Střední	LAMBERGA	http://www.lamberg.cz/
Střední	OMS	http://www.omslighting.com/
Střední	Tungsram (GE)	https://tungsram.com/en/products/road-street
Střední	Hellux	http://www.hellux.cz/
Střední	Elektro-lumen	http://el-lumen.cz/
Nízká	Luxprim	https://luxprim.cz/81-verejne-osvetleni-town
Nízká	LEDSVITI	https://www.ledsviti.cz/led-verejne-osvetleni/
Nízká	LED Solution	https://eshop.ledsolution.cz/
Nízká	EKO LED LIGHTS, s.r.o.	http://www.ekoledlights.cz/o-nas.html

Tab. 10: Výrobci a prodejci svítidel dle stupně kvality.

Dostupné systémy řízení veřejného osvětlení

V této podkapitole jsou uvedeny příklady současných dostupných systémů řízení, monitorování a regulaci VO. V Tab. 11 jsou uvedeni výrobci a jejich systémy řízení VO. Následuje charakteristika uvedených příkladů systémů řízení VO.

Systém pro řízení (správu) a ovládání veřejného osvětlení	Výrobce
POSEIDON®City	Enika s.r.o.
Owlet	Schröder
CityTouch	Philips Lighting
RadioControl	Datmolux
INTELLI STREET	Teslux
INCITY	Thorn Lighting

Tab. 11: Příklady dostupných systémů řízení (správy) a ovládání veřejného osvětlení.

V tabulce č. 12 je uveden bližší popis výše zmíněných systémů řízení VO.

Systém řízení a správy VO	Technická specifikace
POSEIDON®City	<ul style="list-style-type: none">-vestavný přijímač do svítidla;-rozvaděč řízení zahrnuje Ethernetové rozhraní, Zigbee koordinátor, elektroměr a GSM router;-dosah signálu až 300 m;-možnost ovládat až 100 svítidel;-teplotní rozsah -20 až +50°C;
Owlet Samostatná jednotka	<ul style="list-style-type: none">-svítidlo vybavené samostatnou řídicí jednotkou (možnost řídit každé svítidlo zvlášť);-vhodné pro místa s malou frekvencí provozu ve večerních hodinách (pěší zóny, parky, parkoviště atd.);-inteligentní ovladače vybavené astronomickými hodinami, funkcí konstantního světelného výkonu nebo naprogramovaným stmíváním;-možnost integrace fotobuněk pro zapínání a vypínání svítidel VO dle intenzity přirozeného světla;-možnost použití čidel pohybu a rychlosti za účelem využití interaktivního stmívání;



Owlet Autonomní síť	<ul style="list-style-type: none"> -každé svítidlo vybaveno řídicí jednotkou; -jednotlivá svítidla spolu komunikují v rámci uzavřené bezdrátové sítě s cílem zajistit dynamický stmívací profil; -možnost dovybavení systému pohybovými a rychlostními čidly; -čidla s centralizovanou nebo decentralizovanou inteligencí; -systém vhodný pro ulice, silnice, náměstí, parky, sportoviště apod.;
Owlet Síť se schopností vzájemné spolupráce	<ul style="list-style-type: none"> -monitorování, měření a řízení sítě VO; -využívání otevřených komunikačních standardů; -obousměrná komunikace; -založen na protokolu IPv6;
CityTouch	<ul style="list-style-type: none"> -správa VO, měření spotřeby el. energie, monitorování stavu systému a diagnostika problémů; -možnost integrace systému do libovolného typu svítidla; -podpora snímačů, kamer a dalších zařízení IoT (Internetu věcí);
RadioControl	<ul style="list-style-type: none"> -monitorování provozních stavů jednotlivých svítidel; -svítidla mohou být vybaven elektronickým nebo elektromagnetickým předřadníkem; -systém založen na datovém koncentrátoru umístěném v rozvaděči a na řídicí jednotce umístěné ve svítidle; -umístění řídicích jednotek svítidel do modulu ve standardu NEMA nebo do modulu DATMOLUX (externí montáž); -
INTELLI STREET	<ul style="list-style-type: none"> -monitorování, řízení a regulace soustav VO prostřednictvím webového prohlížeče; -komunikace probíhá s využitím komunikačního protokolu LoRaWAN; -regulace VO plynulá nebo skoková (100 % / 50 %); -možnost individuálního nastavení jednotlivých svítidel; -pokrytí 3-5 km (v závislosti na terénu a zástavbě) s 5000 světelnými body;
INCITY	<ul style="list-style-type: none"> -systém pro regulaci VO s možností dálkového řízení; -možnost spínat a stmívat svítidla jednotlivě a v překrývajících se skupinách, dle času, dle informací z astronomických hodin, dle událostí a dle informací z čidel pohybu; -sběr dat ze systému osvětlení (světelné zdroje, předřadníky, řídicí jednotky); -možnosti zjišťování poruch, výpočtu energie; -dálkový přístup k systému VO a informacím o jeho aktuálním stavu; -možnost přizpůsobit systém osvětlení speciálním akcím;

Tab. 12: Příklady dostupných systémů řízení VO s jejich popisem.