

Česká společnost pro osvětlování  
regionální skupina Ostrava



***POTENCIÁL ENERGETICKÝCH  
ÚSPOR VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ  
V ČR***



Karel Sokanský a kolektiv

OSTRAVA 2007

**Anotace obsahu:**

- teoretický rozbor možností pro dosažení energetických úspor v rámci jednotlivých komponentů veřejného osvětlení
- rozbor aktuálních krajských koncepcí týkající se veřejného osvětlení
- studie potenciálu úspor veřejného osvětlení strukturovaná dle velikosti měst a obcí
- studie potenciálu veřejného osvětlení mimo města a obce
- vyhodnocení přínosů realizovaných energeticky úsporných opatření
- celkové vyhodnocení možností energetických úspor.

*Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu (program EFEKT) na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2007 – odstavec H4 – Pilotní projekty v oblasti úspor energie a OZE.*

Pod vedením Prof. Ing. Karla Sokanského, CSc. předsedy České společnosti pro osvětlování vypracoval tým autorů:

Ing. Tomáš Novák, Ph.D.

Ing. František Dostál

Ing. Tomáš Maixner

Jiří Voráček

Ing. Luděk Hladký

Ing. František Luxa

Ing. Alena Muchová

Ing. Martina Litschmannová

Doc. Dr. Vladimír Homola, Ph.D.

Doc. Ing. Radim Briš, CSc.

Bc. Michal Bartošík

Bedřich Quadrát

Bc. Daniel Diviš

Děkuji všem autorům a recenzentům Doc. Ing. Jiřímu Plchovi, CSc. za rychlost a obětavost při zpracování tohoto projektu.

Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.

## OBSAH

1.	Úvod.....	8
1.1.	Cíl publikace .....	8
1.2.	Charakteristika publikace .....	8
1.3.	Legislativa ve VO.....	8
1.3.1.	Další zákony důležité pro navrhování a provozování VO .....	9
1.3.2.	Přehled zákonů a vyhlášek: .....	10
1.4.	Normy a předpisy ve VO .....	11
1.4.1.	Základní technické normy pro VO.....	11
1.4.2.	Technické normy navazující a související s rozvody VO .....	12
1.4.3.	Ostatní obecné a obdobné resortní předpisy (převážně vydávané MDaS).....	14
2.	Vývoj a geneze VO v ČR.....	15
2.1.	Úvod.....	15
2.2.	Historie VO .....	16
2.3.	Architektura VO.....	18
2.3.1.	Kontextový diagram VO .....	19
2.3.2.	Struktura funkční architektury VO.....	19
2.4.	Veřejné osvětlení v ČR .....	20
3.	Rozbor technických možností k dosažení úspor při správě a provozu VO.....	25
3.1.	Účinnosti svítidel a možnosti jejich zvyšování .....	25
3.1.1.	Účinnost svítidla.....	25
3.1.2.	Rozložení světelného toku – činitel využití .....	31
3.1.3.	Možnosti zvyšování účinnosti svítidel z pohledu energetických úspor .....	33
3.2.	Volba světelných zdrojů z pohledu kvalitativních a kvantitativních parametrů .....	35
3.2.1.	Základní parametry světelných zdrojů: .....	36
3.2.2.	Žárovky .....	37
3.2.3.	Halogenové žárovky.....	38
3.2.4.	Kompaktní zářivky.....	40
3.2.5.	Lineární zářivky .....	42
3.2.6.	Vysokotlaké halogenidové výbojky .....	43
3.2.7.	Vysokotlaké sodíkové výbojky .....	45
3.2.8.	Nízkotlaké sodíkové výbojky.....	47
3.2.9.	Vysokotlaké rtuťové výbojky.....	48
3.2.10.	Indukční výbojky.....	49
3.2.11.	Světelné diody .....	50
3.3.	Směrování světelného toku pouze do prostoru komunikace .....	54
3.4.	Volba roztečí svítidel .....	58
3.4.1.	Příklad úplné rekonstrukce.....	58
3.4.2.	Výměna svítidel a stožárů – kabeláž zachována .....	60
3.4.3.	Výměna svítidel – stožáry a kabeláž zachována .....	60
3.4.4.	Zhodnocení možností při volbě roztečí svítidel .....	60
3.5.	Příklady vhodně rozmístěných osvětlovacích soustav .....	63
3.6.	Údržba VO, zvyšování intervalu údržby svítidel a výměny světelných zdrojů .....	65
3.6.1.	Údržba osvětlovacích soustav VO .....	65
3.6.2.	Běžná údržba .....	66

3.6.3.	Preventivní údržba.....	70
3.6.4.	Odstraňování následků škod a vandalismu .....	76
3.6.5.	Zajištění centrálního dispečinku a pohotovostní poruchové služby.....	78
3.6.6.	Zajištění pravidelných elektrorevizí.....	78
3.6.7.	Změny osvětlovací soustavy .....	78
3.6.8.	Výměna světelných zdrojů a čištění svítidel .....	81
3.7.	Snižování nákladů na údržbu osvětlovacích soustav VO.....	81
3.7.1.	Výměna světelných zdrojů.....	82
3.7.2.	Čištění svítidel.....	83
3.7.3.	Dlouhodobé a nepřerušované provádění preventivní údržby.....	84
3.7.4.	Závěr - úspory související s údržbou osvětlovacích soustav.....	84
3.8.	Generel VO .....	84
3.9.	Pasportizace VO.....	85
3.10.	Problematika VO přechodů pro chodce a mostních objektů.....	88
3.10.1.	Doplňkové nasvětlení přechodů pro chodce .....	88
3.10.2.	Provedení VO na mostních objektech.....	91
3.11.	Stmívání osvětlovacích soustav VO – adaptivní osvětlení .....	92
3.11.1.	Regulace osvětlení pozemních komunikací v ČR.....	94
3.11.2.	Váhové kritérium pro výběr třídy osvětlení .....	95
3.12.	Detekce intenzit dopravy.....	96
3.13.	Systémy regulace VO.....	97
3.13.1.	Skupinová regulace .....	98
3.13.2.	Individuální regulace.....	101
3.14.	Financování energeticky úsporných zařízení .....	104
3.15.	Dohledové systémy – získávání on-line informací o skutečném stavu VO.....	106
3.15.1.	Posouzení a volba dohledového systému .....	106
3.15.2.	Přínosy komplexního dohledového systému .....	107
3.15.3.	Řízení a diagnostika stavu zařízení VO .....	108
4.	Rozbor požadavků nových evropských norem na VO.....	109
4.1.	Klasifikace a požadavky na soustavy VO.....	109
4.1.1.	Důležité definice .....	109
4.1.2.	Postupy odvození požadavků na osvětlení.....	111
4.1.3.	Třídy osvětlení dle ČSN EN 13201-2 .....	114
4.1.4.	Práce se souborem norem a postup stanovení tříd osvětlení:.....	118
4.2.	Příklad zatřídění VO ve městě Havířově.....	124
4.2.1.	Další příklady zatřídění nižších stupňů osvětlení komunikací (obecně):.....	125
4.3.	Příklad ověřování (měření) parametrů realizovaných osvětlovacích soustav VO .....	129
4.3.1.	Racionalizace veřejného osvětlení ul. Novinářská, Moravská Ostrava a Přívoz .....	129
4.3.2.	Racionalizace veřejného osvětlení K Šachtě, Slezská Ostrava .....	130
4.3.3.	Komentář k ověřování projektovaných hodnot VO s měřením po realizaci.....	132
5.	Požadavky na omezení rušivého světla jehož dominantním zdrojem je VO.....	133
5.1.	O rušivém světle obecně .....	133
5.1.1.	Názvosloví.....	133
5.1.2.	Legislativa .....	134
5.1.3.	Vlastnosti svítidel s plochým sklem.....	134
5.2.	Oslnění .....	135
5.2.1.	Porovnání svítidel z hlediska oslnění .....	136

5.2.2.	Příklad porovnání svítidel .....	139
5.2.3.	Příklad porovnání osvětlovacích soustav .....	142
5.2.4.	Závěr.....	143
5.3.	Svítidla s plochým sklem .....	143
5.3.1.	Odstranění vypouklého difuzoru KS bez náhrady .....	144
5.3.2.	Náhrada vypouklého difuzoru KS plochým sklem PS (tvrzeným) .....	144
5.3.3.	Celková rekonstrukce osvětlovacích soustav .....	145
6.	Návrh možných způsobů financování, obnovy, provozu a údržby VO .....	146
6.1.	Příímá správa městem nebo obcí.....	146
6.2.	Základní informace před rozhodnutím o převodu správy VO .....	147
6.3.	Možnosti převodu správy a údržby osvětlovacích soustav VO .....	148
6.3.1.	Přenesená správa VO .....	148
6.3.2.	Dlouhodobý nájem VO .....	148
6.3.3.	Společný podnik s městem na provozování VO .....	149
6.4.	Příklady způsobů financování VO .....	149
6.4.1.	Návrh financování VO od firmy ELTODO .....	150
6.4.2.	Návrh financování VO od firmy ČEZ energetické služby, s.r.o. (dříve EVi).....	155
7.	Popis metodiky sběru dat .....	157
7.1.	Co vše lze získat z informací o VO?.....	164
8.	Statistické zpracování získaného souboru dat.....	166
8.1.	Exploratorní statistika .....	166
8.1.1.	Popis kategoriální (slovní) proměnné .....	166
8.1.2.	Popis kvantitativní (numerické) proměnné .....	168
8.1.3.	Grafické znázornění kvantitativní proměnné .....	171
8.2.	Statistická indukce - Odhady parametrů základního souboru.....	172
8.2.1.	Jednostranné intervaly spolehlivosti .....	174
8.2.2.	Oboustranný interval spolehlivosti.....	174
8.3.	Interval spolehlivosti pro střední hodnotu (neznáme-li $\sigma$ ) .....	175
8.4.	Interval spolehlivosti pro rozptyl .....	175
8.5.	Interval spolehlivosti pro směrodatnou odchylku .....	176
8.6.	Interval spolehlivosti pro relativní četnost (podíl) .....	177
8.7.	Ověření normality .....	178
8.8.	Princip testování normality: .....	181
8.9.	Kontingenční tabulka .....	181
9.	Vyhodnocení jednotlivých krajských energetických koncepcí z pohledu VO .....	183
9.1.	Zákon 406/200 Sb. o hospodaření energií.....	183
9.1.1.	Územní energetická koncepce.....	183
9.2.	Nařízení vlády 195/2001 sb.....	184
9.3.	Posouzení jednotlivých krajských energetických koncepcí z pohledu VO.....	185
9.3.1.	Moravskoslezský kraj.....	185
9.3.2.	Zlínský kraj .....	185
9.3.3.	Olomoucký kraj.....	186
9.3.4.	Jihomoravský kraj .....	186
9.3.5.	Kraj Vysočina.....	187
9.3.6.	Pardubický kraj .....	187
9.3.7.	Královéhradecký kraj .....	187
9.3.8.	Liberecký kraj .....	187

9.3.9.	Ústecký kraj.....	187
9.3.10.	Karlovarský kraj.....	188
9.3.11.	Plzeňský kraj.....	188
9.3.12.	Jihočeský kraj.....	188
9.3.13.	Středočeský kraj.....	188
9.3.14.	Praha.....	189
9.4.	Vyhodnocení krajských energetických koncepcí.....	189
10.	Potenciál úspor při provozu VO mimo obce a města.....	191
10.1.	Železnice.....	191
10.1.1.	Osvětlované prostory – požadavky na osvětlení.....	191
10.1.2.	Svítilidla.....	193
10.1.3.	Světelné zdroje.....	193
10.1.4.	Osvětlovací soustavy.....	193
10.1.5.	Možnosti úspor.....	194
10.1.6.	Osvětlení a ekologie.....	194
10.2.	Letiště.....	196
10.2.1.	Osvětlované prostory – požadavky na osvětlení.....	196
10.2.2.	Svítilidla.....	196
10.2.3.	Světelné zdroje.....	198
10.2.4.	Osvětlovací soustavy.....	198
10.2.5.	Možnosti úspor.....	198
10.2.6.	Osvětlení a ekologie.....	198
10.3.	Vodní cesty.....	199
10.3.1.	Osvětlované prostory – požadavky na osvětlení.....	199
10.3.2.	Svítilidla.....	199
10.3.3.	Světelné zdroje.....	200
10.3.4.	Osvětlovací soustavy.....	200
10.3.5.	Možnosti úspor.....	200
10.3.6.	Osvětlení a ekologie.....	200
10.4.	Dálnice.....	200
11.	Vyhodnocení databáze VO pomocí statistických metod.....	201
11.1.	Informační údaje o databázi.....	201
11.2.	Spotřeba elektrické energie na světelné místo.....	203
11.3.	Roční spotřeba el. energie na obyvatele.....	205
11.4.	Odhad spotřeby el. energie VO v ČR.....	208
11.5.	Vypočtený instalovaný příkon na světelné místo.....	208
11.6.	Vypočtený instalovaný příkon na obyvatele.....	210
11.7.	Odhad vypočteného instalovaného příkonu VO v ČR.....	213
11.8.	Vypočtený počet světelných míst na 100 obyvatel.....	213
11.9.	Odhad počtu světelných míst v ČR.....	216
11.10.	Výpočet stavu regulovaných soustav VO.....	216
11.11.	Výpočet zastoupení provozovatelů VO.....	218
11.12.	Výpočet podílu kabelových rozvodů ve VO [%].....	219
11.13.	Výpočet podílu venkovních rozvodů ve VO [km].....	222
11.14.	Výpočet podílu venkovních rozvodů ve VO [%].....	225
12.	Investiční rozhodování při obnově současných soustav VO.....	228
12.1.1.	Otázky před investičním rozhodnutím.....	228

12.1.2.	Konstrukce svítidel.....	229
12.1.3.	Rušivé světlo .....	230
12.1.4.	Doba života svítidla.....	230
12.1.5.	Náklady .....	231
12.1.6.	Úspory .....	231
12.1.7.	Implicitní užitek .....	231
12.1.8.	Vyhodnocení investičního rozhodování.....	231
13.	Projekty EU na podporu energeticky účinných osvětlovacích soustav.....	233
14.	Závěr.....	235
15.	Doporučení .....	238
16.	Seznam příloh.....	239
17.	Literatura .....	240

# 1. ÚVOD

## 1.1. Cíl publikace

Cílem této studie je zjištění potenciálu energetických úspor v oblasti veřejného osvětlení (dále jen VO). Jelikož se jedná o komunální sféru je nutno odlišit VO v městech a obcích podle jejich velikostí. Další částí, kterou se studie zabývá, je zjištění možných úspor při osvětlení v dopravě v rámci dopravních cest mimo města a obce, které jsou spravovány státními organizacemi, nebo organizacemi zřízenými kraji (pozemní komunikace, železniční a vodní cesty a letiště). Výsledkem studie je celkový potenciál úspor VO segmentovaný podle jednotlivých sfér spotřeby a podle velikosti jednotlivých měst a obcí.

## 1.2. Charakteristika publikace

- přehledná a podrobná studie aktuálních krajských koncepcí týkající se veřejného osvětlení
- studie potenciálu úspor veřejného osvětlení strukturovaná dle velikosti měst a obcí od města nad 1mil. obyvatel až po obce pod 500 obyvatel (dle požadavků podkladů pro výběrové řízení bude tato struktura členěna do 11-ti kategorií)
- studie potenciálu veřejného osvětlení mimo města a obce (pozemní komunikace, železniční a vodní cesty pod správou státu a krajů – letiště)
- zahrnutí již provedených energeticky úsporných opatření do statistického vyhodnocení získaných dat
- celkové vyhodnocení možností energetických úspor včetně udání statistických ukazatelů (přesnost, odchylky, spolehlivost)

## 1.3. Legislativa ve VO

Veřejné osvětlení se nachází na veřejných prostranstvích, v místech motoristické dopravy a pohybu chodců. Z tohoto důvodu je pro jeho navrhování, výstavbu a provozování nezbytná znalost širokého okruhu legislativních a technických norem.

Obecně, právní postavení veřejného osvětlení není dobré. Pokud budeme hledat povinnost obce provozovat veřejné osvětlení, lze vyjít ze zákona č.128/2000 Sb. o obcích (obecní zřízení), Hlava II – Samostatná působnost obce, díl 1, § 35 odst. 2 kde je uvedeno:..

*Obec v samostatné působnosti ve svém územním obvodu dále pečuje v souladu s místními předpoklady a s místními zvyklostmi o vytváření podmínek pro rozvoj sociální péče a pro uspokojování potřeb svých občanů. Jde především o uspokojování potřeby bydlení, **ochrany** a rozvoje **zdraví**, dopravy a spojů, potřeby informací, výchovy a vzdělání, celkového kulturního rozvoje a **ochrany veřejného pořádku**.*

Vzhledem k tomu, že je zřejmý vztah mezi bezpečností a veřejným osvětlením, vyplývá povinnost obce zajišťovat správný provoz veřejného osvětlení, jenž přispívá k vyšší bezpečnosti obyvatel.

Z hlediska toho, že zařízení veřejného osvětlení je součástí majetku obce, je důležitý také Díl 2 – Hospodaření obce, § 38 odst. 1:



*Majetek obce musí být využíván účelně a hospodárně a v souladu s jejími zájmy a úkoly vyplývajícími ze zákona vymezené působnosti. Obec je povinna pečovat o zachování a rozvoj svého majetku. Obec vede evidenci svého majetku.*

Z této části zákona vyplývá, že obec má pečovat o údržbu (zachování majetku) a provádět rekonstrukce a rozšiřování (rozvoj majetku) veřejného osvětlení. Dále má obec povinnost na základě tohoto zákona vést pasport veřejného osvětlení (evidence majetku).

### 1.3.1. Další zákony důležité pro navrhování a provozování VO

- **zákon č. 13/1997 Sb. - o pozemních komunikacích** - zákon o pozemních komunikacích č. 13/1997 Sb. s prováděcí vyhláškou č. 104/1997 Sb. dále novelizovaných vyhl. č. 300/1999 Sb. a 355/2000 Sb., který byl novelizován zákonem č. 102/2000 Sb.

Z hlediska veřejného osvětlení jsou důležité § 12, 13 o příslušenství komunikací, § 29 pevné překážky, § 30 ochranná pásma, kde novela zvětšila ochranné pásmo dálnice pro umístění světelných zdrojů (např. pro reklamy) ze 100 na 250 m.

Důležité jsou prováděcí vyhlášky. Např. vyhl. č. 355/2000 Sb. blíže specifikuje v §47a Vymezení souvisle zastavěného území, dále ve vyhlášce č. 104/1997 Sb. je § 25 Veřejné osvětlení, který stanovuje pravidla pro osvětlování dálnic a silnic a také připomíná platné technické normy VO a pro projektování komunikací.

- **zákon č. 289/1995 Sb. - o lesích (lesní zákon)** - jak vyplývá ze změn a doplnění provedených zákonem č. 238/1999 Sb., č. 67/2000 Sb., č. 132/2000 Sb.

V § 14 odst (2) zakládá povinnost respektovat ochranné pásmo a dále stanovuje postupy v případech odnětí nebo omezení lesních pozemků, povinnost projednat liniové stavby, při kterých k takovým případům dojde.

- **zákon č. 266/1994 Sb. - o drahách** - ve znění zákona č. 189/1999 Sb., a zákona č. 23/2000 Sb., č. 71/2000 Sb., č. 23/2000 Sb., č. 132/2000 Sb.

V zákoně § 4 specifikuje obvod dráhy, § 5 pojmy: stavba dráhy a stavba na dráze, § 8 ochranná pásma pro různé druhy drah a § 9 stanovuje podmínky ochranného pásma dráhy.

- **zákon č. 138/1973 Sb. - o vodách (vodní zákon)** - změna: 425/1990 Sb., 114/1995 Sb., 14/1998 Sb., č. 58/1998 Sb.

Důležité jsou: § 14 odst. (1) souhlas a jeho udělování ke stavbám podle písm. e) a g).

- **zákon č. 334/1992 Sb. - o ochraně zemědělského půdního fondu** - změna: 10/1993 Sb.

V § 7 odst. (2), (3) – specifikují pravidla pro projednávání návrhů staveb z hlediska ochrany zemědělského půdního fondu, v § 9 v odst. (2) specifikuje výjimky, kdy není třeba souhlasu orgánu ZPF, má-li být ze zemědělského půdního fondu odňata půda.

- **zákon č. 458/2000 Sb. – o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o Státní energetické inspekci** - nahrazuje zákon č. 222/1994 Sb., který byl doplněn zákonem č. 83/1998 Sb.

Zákon je společný pro elektroenergetiku, plynárenství a teplárenství. Z hlediska sítě VO jsou nejdůležitější ustanovení o ochranných pásmech, které bohužel v některých případech chápou správci výše uvedených sítí a správci vodovodní a kanalizačních řadů jako nedotknutelné vlastní území. Je třeba chápat ochranné pásmo jako prostor v blízkosti již uložené sítě, ve kterém jsem povinen jednat s příslušným správcem o technickém provedení křížení nebo souběhu námi navrhovaného vedení VO. Ve většině případů nebývá problém s provedením kabelové trasy, ale značné problémy nastávají v případě umístování stožárů. Nerozumně požadované odstupy základů stožárů od cizích vedení při stávajících šířkách chodníků v husté městské zástavbě v podstatě znemožňují umístění zařízení VO do jeho vlastního a navíc **vyhrazeného pásma** podle ČSN 73 6005, která byla do konce roku 1999 dokonce závazná.

V § 46 zákona (v části Elektroenergetika), odst. (3) jsou stanovena ochranná pásma venkovního vedení, odst. (5) podzemního vedení do 110 kV včetně a vedení řídicí, měřicí a zabezpečovací techniky a pro vedení nad 110 kV.

V § 68 (Plynárenství), odst. (3) jsou ochranná pásma plynovodů a technologických staveb

V § 87 (Teplárenství), odst. (2) ochranná pásma horkovodů (*Pozn. autora: zde je největší problém to, že v případě nevyhnutelného stavění stožáru VO v ochranném pásmu horkovodu, je požadováno založení pod úroveň horkovodního kanálu, což bývá až 2,5 m hluboko - výrazně se prodražuje provedení základu a cena stožáru s prodlouženým dříkem.*), dále v odst. (3) pro výměňkové stanice.

### 1.3.2. Přehled zákonů a vyhlášek:

- **zákon č. 183/2006 Sb.**, o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění
- **zákon č. 458/2000 Sb.**, o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o státní energetické inspekci v platném znění
- **zákon č. 22/1997 Sb.**, o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů v platném znění
- **nařízení vlády č. 163/2002 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky
- **nařízení vlády č. 190/2002 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE
- **nařízení vlády č. 17/2003 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na el. zařízení nízkého napětí v platném znění
- **nařízení vlády č. 18/2003 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska elektro-magnetické kompatibility v platném znění
- **zákon č. 251/2005 Sb.**, o inspekci práce

- **zákon č. 338/2005 Sb.**, úplné znění zákona č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce v platném znění
- **nařízení vlády č. 362/2005 Sb.**, o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- **zákon č. 47/1994 Sb.**, kterým se mění a doplňuje zákon České národní rady č. 2/19969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, v platném znění
- **zákon č. 13/1997 Sb.**, o pozemních komunikacích v platném znění
- **vyhláška č. 104/1997 Sb.**, Ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích v platném znění
- **zákon č. 185/2001 Sb.**, o odpadech v platném znění
- **vyhláška č. 381/2001 Sb.**, Katalog odpadů
- **vyhláška č. 383/2001 Sb.**, o podrobnostech nakládání s odpady
- **vyhláška č. 237/2002 Sb.**, o podrobnostech způsobu provedení zpětného odběru některých výrobků
- **zákon č. 86/2002 Sb.**, o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší)

Návrh, provoz i údržba veřejného osvětlení podléhají technické normalizaci a proto s jeho návrhem, správou i údržbou souvisí řada zákonů, norem a nařízení vlády.

Základní normy pro navrhování VO jsou obsaženy v souboru norem ČSN EN 13 201-2, 3, 4 a v ČSN CEN/TR 13201-1.

## 1.4. Normy a předpisy ve VO

V oblasti VO jsou důležité dále uvedené technické normy a předpisy. Správci, zhotovitelé údržby, účelových oprav a rekonstrukcí VO jsou povinni uplatnit příslušnou normu nebo předpis v platném znění k datu vydání objednávky, zadávací dokumentace, uzavření smlouvy o dílo. V případě změn norem a předpisů v průběhu stavby se postupuje podle příslušného ustanovení o přechodném období v příslušné normě uvedeném a podle dohody mezi objednatelem a zhotovitelem.

### 1.4.1. Základní technické normy pro VO

- **ČSN CEN/TR 13201-1** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 1: Výběr tříd osvětlení
- **ČSN EN 13201-2** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 2: Požadavky
- **ČSN EN 13201-3** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 3: Výpočet
- **ČSN EN 13201-4** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 4: Metody měření

#### 1.4.2. Technické normy navazující a související s rozvody VO

- **ČSN EN 60598-2-3** Svítidla – Část 2-3: Zvláštní požadavky – Svítidla pro osvětlení pozemních komunikací.
- **ČSN 33 2000-1** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 1: Rozsah platnosti, účel a základní hlediska.
- **ČSN 33 2000-3** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 3: Stanovení základních charakteristik.
- **ČSN 33 2000-4-41** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem.
- **ČSN 33 2000-4-42** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 42: Ochrana před účinky tepla.
- **ČSN 33 2000-4-43** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 43: Ochrana proti nadproudům.
- **ČSN 33 2000-4-45** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 45: Ochrana před přepětím.
- **ČSN 33 2000-4-46** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 46: Odpojování a spínání.
- **ČSN 33 2000-4-47** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 471: Opatření k zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem.
- **ČSN 33 2000-4-473** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům.
- **ČSN 33 2000-4-481** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů. Oddíl 481: Výběr opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem podle vnějších vlivů.
- **ČSN 33 2000-5-51** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 51: Všeobecné předpisy,
- **ČSN 33 2000-5-52** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení,
- **ČSN 33 2000-5-53** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje,
- **ČSN 33 2000-5-523** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení. Oddíl 523: Dovolené proudy.
- **ČSN 33 2000-5-537** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje, Oddíl 537: Přístroje pro odpojování a spínání.
- **ČSN 33 2000-5-54** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče.
- **ČSN 33 2000-5-56** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba el. zařízení, Kap. 56: Napájení zařízení v případě nouze.
- **ČSN 33 2000-6-61** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 6: Revize. Kapitola 61: Postupy při výchozí revizi.

- **ČSN 33 2000-7-714** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 7: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech. Oddíl 714: Zařízení pro venkovní osvětlení.
- **ČSN 33 0360** Elektrotechnické předpisy. Místa připojení ochranných vodičů na elektrických zařízeních.
- **ČSN 33 3210** Elektrotechnické předpisy. Rozvodná zařízení. Společná ustanovení.
- **ČSN EN 50341-1,2** Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 45kV – Část 1 a 2
- **ČSN EN 50423-1,2** Elektrická venkovní vedení s napětím nad AC 1 kV do AC 45kV – Část 1 a 2
- **ČSN 33 3320** Elektrotechnické předpisy. Elektrické přípojky.
- **ČSN 34 1390** Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu před bleskem.
- **ČSN 34 8340** Osvětlovací stožáry.
- **ČSN 35 9754** Závěry a klíče pro zajišťování hlavních domovních skříní a rozvodných zařízení NN umístěvaných v prostředí venkovním.
- **ČSN 73 6005** Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.
- **ČSN 73 6006** Označování podzemních vedení výstražnými fóliemi.
- **ČSN 73 6100** Názvosloví silničních komunikací.
- **ČSN 73 6101** Projektování silnic a dálnic.
- **ČSN 73 6102** Projektování křižovatek na silničních komunikacích.
- **ČSN 73 6110** Projektování místních komunikací.
- **ČSN 73 6201** Projektování mostních objektů.
- **ČSN 73 7507** Projektování tunelů pozemních komunikacích.
- **ČSN P ENV 1992-3** Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: betonové základy
- **ČSN ISO 3864** Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky.
- **ČSN ISO 9223** Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér.
- **ČSN EN 22063** Kovové a jiné anorganické povlaky. Žárové stříkání. Zinek, hliník a jejich slitiny.
- **ČSN EN 40-1 až 7** Osvětlovací stožáry části 1-7 (část 4 zatím nezavedena – proto je stále v platnosti souběžně ČSN 34 8340)
- **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 40-5** 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 60446** Základní a bezpečnostní zásady při obsluze strojních zařízení, Značení vodičů barvami nebo číslicemi
- **ČSN EN 60662** Vysokotlaké sodíkové výbojky
- **ČSN EN 61167** Halogenidové výbojky
- **ČSN EN 62035** Výbojové světelné zdroje – Požadavky na bezpečnost
- **ČSN P ENV 206** Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení

#### 1.4.3. Ostatní obecné a obdobné resortní předpisy (převážně vydávané MDaS)

- **TKP 15** Osvětlení pozemních komunikací (2006).
- **TP 84** Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí (2003).
- **TP 98** Technologické vybavení tunelů (2003).
- **TP 124** Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací (2000).
- **TP 146** Povolování a provádění výkopů a zásypů rýh pro inženýrské sítě ve vozovkách pozemních komunikací (2001)
- **PNE 33 0000-1** Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribuční soustavě dodavatel elektřiny.
- **Doporučení ESČ 33.01.96** (k ČSN 33 2000-4-41) Podmínky použití nadproudových jisticích prvků při ochraně samočinným odpojením od zdroje v požadovaném čase.
- **Doporučení ESČ 00.02.94** První pomoc při úrazu elektrickou energií.
- **Publikace CIE č. 88 – 1990** Guide for the lighting of road tunnels and underpasses (Průvodce osvětlením tunelů a podjezdů).
- **Publikace CIE č. 115 – 1995** Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic (Doporučení pro osvětlení komunikací pro motorovou a pěší dopravu)
- **Publikace CIE č. 126 – 1997** Guidelines for minimizing sky glow (Průvodce k omezení záře oblohy)
- **Publikace CIE č. 136 – 2000** Guide for the lighting of urban areas (Průvodce osvětlením obytných zón)
- **Publikace CIE č. 140 – 2000** Calculation and measurement of illuminance and luminance in road lighting (Výpočet a měření osvětlenosti a jasu silničních komunikací).

## 2. VÝVOJ A GENEZE VO V ČR

### 2.1. Úvod

Pod pojmem veřejné osvětlení (VO) se rozumí osvětlení veřejných komunikací a prostranství (místních komunikací, silnic, dálnic, komunikací pro pěší a cyklistickou dopravu, včetně tunelů, podjezdů, podchodů, mostů, lávek, křižovatek, přechodů, náměstí, parků, pěších a obytných zón, zastávek městské hromadné dopravy, parkovišť atd.), osvětlení významných objektů (fasád budov, architektonických památek, výtvarných děl, přírodních útvarů apod.), osvětlení veřejných hodin, slavnostní osvětlení (požívané při zvláštních příležitostech, často s provizorním napájením, např. vánoční výzdoba) apod., ve městech, v obcích i mimo ně.

VO patří mezi tzv. neplacené služby veřejnosti, obvykle hrazené z obecních rozpočtů. Nemá komerční charakter.

VO je důležitou součástí životního prostředí a podstatně ovlivňuje veřejný pořádek a bezpečnost dopravy, osob a majetku i atraktivnost měst a obcí a významnou měrou přispívá ke spokojenosti obyvatel. Jak v této obecně šíři tedy chápat pojem bezpečnost? Je to možné vyjádřit jako množství trestných či kriminálních činů v dané lokalitě, je to možné chápat jako vandalismus, násilné činy ve vztahu k osobnímu vlastnictví, činy výtržnictví, subjektivní pocit bezpečí v dané lokalitě. Pochopitelně je sem nutno přiřadit i bezpečnost pohybu chodce přecházejícího vozovku, bezpečnost řidiče motorového vozidla, obecně bezpečnost účastníků silničního provozu a v obecné rovině i péče o bezpečné životní prostředí. Provedené výzkumy v evropských zemích potvrdily přímý vztah mezi úrovní veřejného osvětlení a dopravní nehodovostí, zločinností, vandalismem a dalšími nežádoucími protispolečenskými jevy.

K rozvodu veřejného osvětlení mohou být za stanovených podmínek připojeny i jiné odběry (elektrické spotřebiče, které často mají s veřejným osvětlením společné pouze napájení), např. dopravní značky, světelná dopravní signalizace a prvky městského mobiliáře.

#### **Z výše uvedeného vymezení pojmu VO vyplývá:**

Základním požadavkem provozovatelů VO je zajištění bezpečnosti a pohody ve veřejně přístupných prostorech. Vedle zabezpečení dostatečného množství a kvality světla je pro uživatele důležité, aby osvětlení vykazovalo co nejmenší četnost a délku výpadků funkce jednotlivých světelných míst. Zařízení VO nesmí být samo o sobě zdrojem nebezpečí pro uživatele VO (např. ochrana před dotykem živých částí osvětlovacího zařízení). Důležitým požadavkem je také soulad osvětlovacího zařízení (především světelných míst a rozvaděčů) s prostředím (design svítidel a stožárů, proporce atd.), a to nejen v noci, ale i ve dne.

Souhrn funkcí veřejného osvětlení, jíž jsou podřízeny aktivity v této oblasti:

- zajištění bezpečnosti obyvatel (kriminalita, pohyb po komunikacích pro pěší atd.)
- zajištění bezpečnosti účastníků silničního provozu, zejména vztah motorizovaná doprava a pěší účastník
- pocit pohody obyvatel
- zkrášlení, zatraktivnění a vytvoření osobitého prostředí obcí a sídel
- zatraktivnění lokalit s nepřímým dopadem na vzrůst turistického ruchu.

Pro veřejné osvětlení, jeho výstavbu, provoz i vlastní funkci platí řada předpisů a norem, které jsou sladěny s legislativou EU.

Základním cílem provozovatele VO je zajištění výše uvedených požadavků při dlouhodobém vynaložení co nejnižších nákladů na výstavbu, modernizaci, rekonstrukce, správu, provoz a údržbu VO. K tomuto cíli je potřeba dospět optimalizací jednotlivých nákladových položek, k nimž patří např.:

- cena, životnost, výkonnost a stálost technických parametrů jednotlivých prvků systému veřejného osvětlení
- cena elektrické energie
- jednotková cena lidské práce
- jednotková cena použití technického vybavení (zahrnující odpisy zařízení, cenu pohonných hmot apod.)
- doba provozu soustavy VO.



*Obr. 2.1 - Pohled na Prahu*

Při uvedených rozborech je nutno vzít v úvahu předpokládaný vývoj vstupních cen s dostatečným výhledem.

## **2.2. Historie VO**

Chceme-li se zamyslet nad veřejným osvětlením v České republice, je vhodné si připomenout něco z historie.

Základním účelem osvětlení lidských sídel, sídlišť a shromažďovacích prostorů bylo již v historických dobách zajištění bezpečnosti osob. Bylo potřebné zejména tam, kde byla větší koncentrace obyvatelstva. Je pozoruhodné, že již v textech starověkých civilizací egyptských a mezopotámských jsou zmínky o venkovním osvětlení, ať již stacionárním např. pochodně, olejové kahance, nebo přenosné, jako např. starověkém Římě používaná přenosná svítidla - lanterny.

Vraťme se však na území Čech. Zaznamenaná historie má několik období, lišící se druhem světelných zdrojů a používanými svítidly.



První písemné zmínky jsou z roku 1329, kdy byla vyhlášena povinnost chodců či jezdců nosit ve významných královských městech vlastní světlo. Pevné místo mívaly pouze ohně v branách. Od roku 1723 začíná, zejména v Praze, období osvětlování olejovými lampami umístěnými na sloupech či na budovách. Používaly se též pochodně vetknuté do konzole na fazádě či ohně v koších.

Dalším významným pokrokem bylo osvětlení plynovými lampami s motýlovitým plamenem. První tyto lampy v počtu 200 ks jsou zřízeny v roce 1847 při příležitosti oslavy narozenin panovníka Ferdinanda I. Dobrotivého a jsou připojené na soukromou plynárnu. Používání plynového osvětlení bylo dále zdokonalováno. Podstatný kvalitativní skok představoval vynález Auerových punčošek. Plynové osvětlení přetrvalo mnoho desítek let, vrcholí v roce 1940, kdy byl v Praze největší počet těchto lamp. Poslední z těchto lamp dosloužila v osmdesátých letech 20. století. Pro svůj nezaměnitelný charakter osvětlení historických zákoutí se v současné době přistupuje v Praze k obnovení tohoto osvětlení, ovšem již na vyšší technické úrovni.

Období osvětlování plynem se prolíná se stále častějším využitím elektrických zdrojů světla. Od 90. let 19. století nastupují obloukové lampy, ale i žárovky. Vůbec prvním městem s elektrickým osvětlením obloukovými lampami v celém Rakousko - Uhersku byl Jindřichův Hradec a brzy po něm Písek.

S tím pochopitelně souvisí i nové konstrukce a tvary svítidel a sloupů (kandelábrů), jejichž tvarové repliky se, zejména v historických jádrech měst, používají dodnes, byť vesměs upravené pro moderní zdroje světla a soudobé požadavky na svítidlo (el. bezpečnost, stupeň krytí apod.). Již v roce 1938 byly v Praze použity ve VO nízkotlaké sodíkové výbojky v oblasti Vypichu. Pro své nevhodné (monochromatické) barevné podání a vysoké náklady na údržbu a konstrukci svítidel však nenalezly v ČR širšího uplatnění. Dnes je plně nahrazují vysokotlaké sodíkové zdroje.

Ve veřejném osvětlení od 50. let 20. století stále více nastupují výbojové zdroje. Zprvu se jednalo převážně o zářivky 20 – 40 W, pro které byla konstruována speciální svítidla na různé výšky stožárů nebo převěsy, dále od roku 1958 nastupují rtuťové vysokotlaké výbojky. Ty měly sice vyšší světelná tok a delší životnost v porovnání se žárovkami a punčoškami pro plynové osvětlení, ale jaksi “mrtvolnou“ barvu světla. S dalším vývojem používaných luminoforů došlo ke zlepšení barevného podání.

Od roku 1973 byly instalovány první vysokotlaké sodíkové výbojky, které jsou dnes nejrozšířenějším světelným zdrojem pro veřejné osvětlení. Svě místo ve VO našly i halogenidové výbojky, jejichž první terénní nasazení bylo roku 1978 a zejména v oblasti architekturního osvětlení jsou hojně využívány dosud.

Česká republika, zejména od 60. let minulého století, zaujímala v oblasti veřejného osvětlení v Evropě významné místo, zejména po stránce aplikovaného výzkumu osvětlování a v základním výzkumu světelných zdrojů. Významní špičkoví pracovníci z oboru byli soustředěni zejména do podniků Tesla Holešovice a Elektropodniku Praha. Vždyť první československé zářivky sjely z výrobní linky Tesly Holešovice již v roce 1948, první rtuťové výbojky v roce 1952.

V roce 1969 byl v rámci programu úspor energie vznesen na vývojové pracovníky Tesly Holešovice požadavek na vývoj a zavedení hromadné výroby sodíkové vysokotlaké výbojky. To byl nemalý úkol a již v roce 1971 v listopadu se rozsvítily první československé výbojky v Praze před Teslou Holešovice a v roce 1973, již ze sériové výroby, na Mariánském (Vackově) náměstí. Následně byla vyvinuta na popud Rozvojového střediska světelné techniky Tesly Holešovice a pražského Elektropodniku celá příkonová řada těchto zdrojů od 50 W do 400 W, řada představovala celkem 16 typů v různých variantách, i ve variantě pro přímou náhradu rtuťových výbojek bez nutnosti výměny předřadníků. Nic již nebránilo masovému rozšíření, tohoto světelného zdroje v soustavách VO v republice. V této souvislosti se mezi světelnými techniky o naší republice hovořilo jako o nejžlutějším místě na mapě Evropy. Vrcholem sériové produkce těchto typů zdrojů byla výroba 1,2 mil. ks ročně, z toho značný podíl exportu. Nejednalo se pouze o kvantitu, ale v době ukončení vývoje celé typové řady tyto zdroje dosahovaly parametrů srovnatelných s tehdejšími velkými zahraničními výrobci.

Výroba svítidel, zejména pro rtuťové a posléze pro sodíkové vysokotlaké výbojky, byla v té době soustředěna do podniků Elektrosvit a Elektropodnik. Výroba reagovala na svou dobu celkem pružně na požadavky světelných techniků a sledovala vývoj nových typů světelných zdrojů. Mnohé typy svítidel z té doby dosahovaly, s ohledem na soudobou materiálovou základnu, slušné technické a estetické úrovně. Ostatně svítidla z 80. a 90. let je možno vidět v soustavách VO dodnes, byť již nesplňují současné požadavky.

### **2.3. Architektura VO**

Architektura systému veřejného osvětlení je metodika, jak vytvořit funkční koncept, ve výsledku popisuje funkce a aplikace celého systému a jeho propojení s okolím, pomáhá odhalovat a definovat a tedy hledat řešení pro vztahy a vazby v systému.

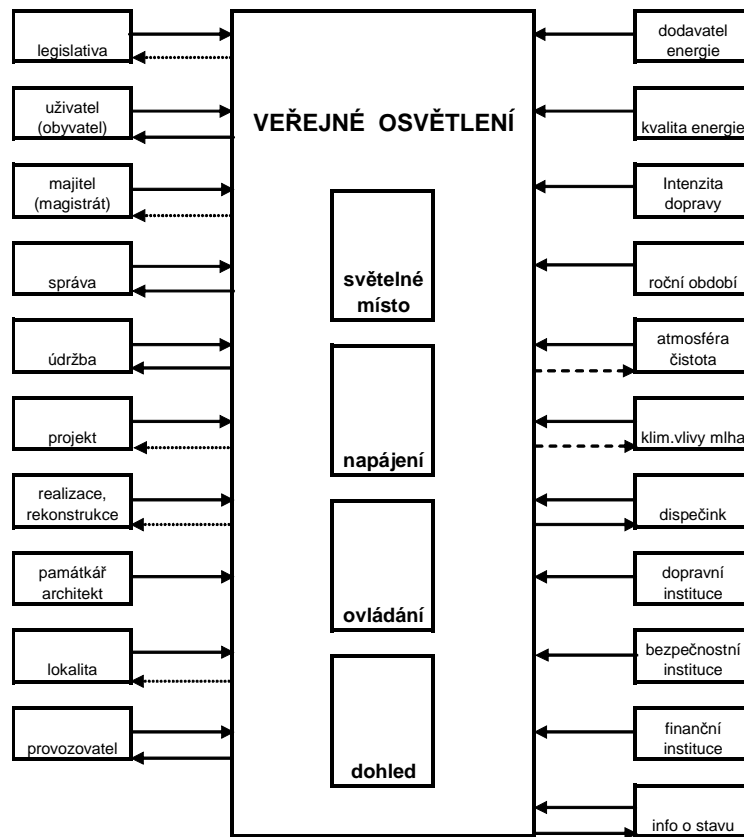
Obecné zásady pro tvorbu architektury:

- popis stávajícího stavu
- návrh nově vznikajícího systému nebo systému s podstatnými technickými novelizacemi
  - zjištění požadavků uživatelů a stanovení základních cílů
  - definice okolí systému a jeho vazby se systémem
  - definovat funkce systému a jejich vzájemné vazby
  - seskupení funkcí do aplikací za účelem realizace

S použitím tohoto systému popisu veřejného osvětlení nejsou dosud velké praktické zkušenosti, ale z dosavadních zkušeností přináší dobré vodítko k odhalování vazeb a souvislostí v konkrétní lokalitě a v konkrétním systému výstavby, správy a údržby soustavy VO. Ve vytvoření architektury, která by mohla v důsledku odhalit dosud ne plně či přehlédnutelné vazby a souvislosti je třeba pracovat na základě praktických zkušeností zvláště doplněných o obecně platné zásady.

### 2.3.1. Kontextový diagram VO

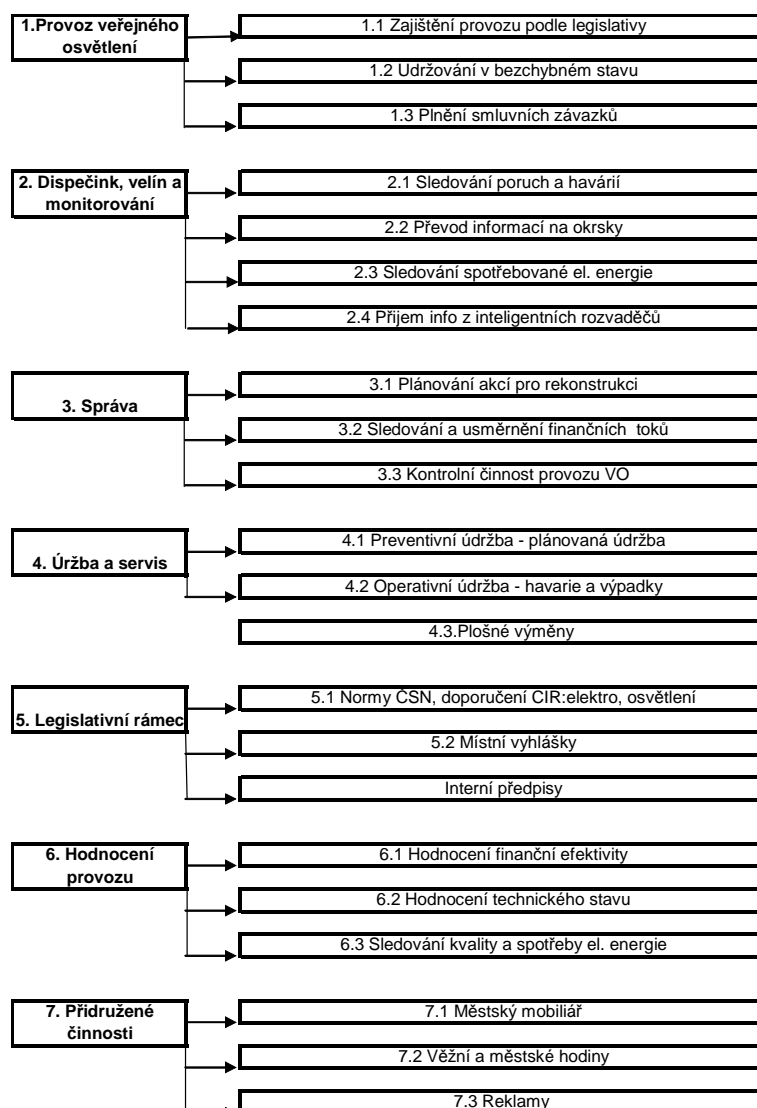
Je grafickým znázorněním vazeb a definuje okolí systému a jeho komunikaci s vlastním systémem veřejného osvětlení.



Obr. 2.2 – kontextový diagram

### 2.3.2. Struktura funkční architektury VO

Graficky je znázorněna „funkčním stromem“, který popisuje jednotlivé funkce (objekty) systému a náplně jejich činností.



Obr. 2.3– funkční strom

## 2.4. Veřejné osvětlení v ČR

Na území České republiky je v současné době v soustavě veřejného osvětlení instalováno kolem 1 100 000 světelných míst.

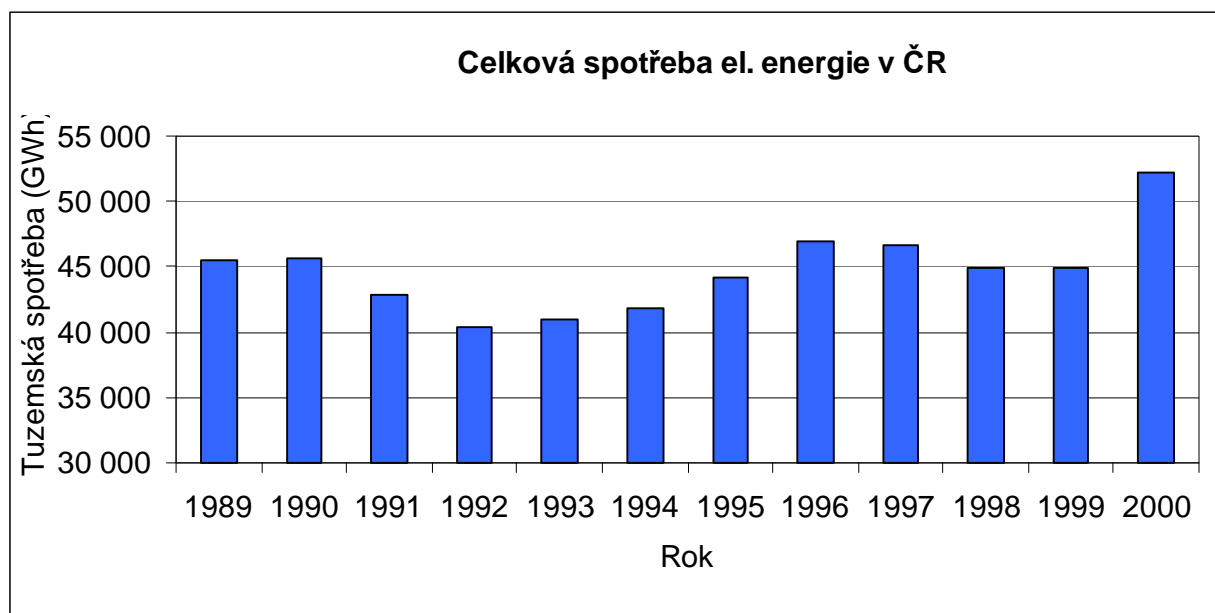
Značný podíl dnes provozovaných soustav VO byl zbudována ještě před rokem 1990. Do roku 1989 se o veřejné osvětlení ve městech staraly většinou Technické služby ve formě rozpočtových nebo příspěvkových organizací. Dnes je správa, provoz a údržba veřejného osvětlení zajišťována nejrůznějšími způsoby.

Vzhledem k tomu, že většina nových osvětlovacích soustav veřejného osvětlení vybudovaných před rokem 1990 byla z hlediska hladiny osvětlení a příkonu použitých zdrojů předimenzována (podle výsledků průzkumu v letech 1986 a 1987 bylo toto předimenzování zhruba 2,5 násobné),

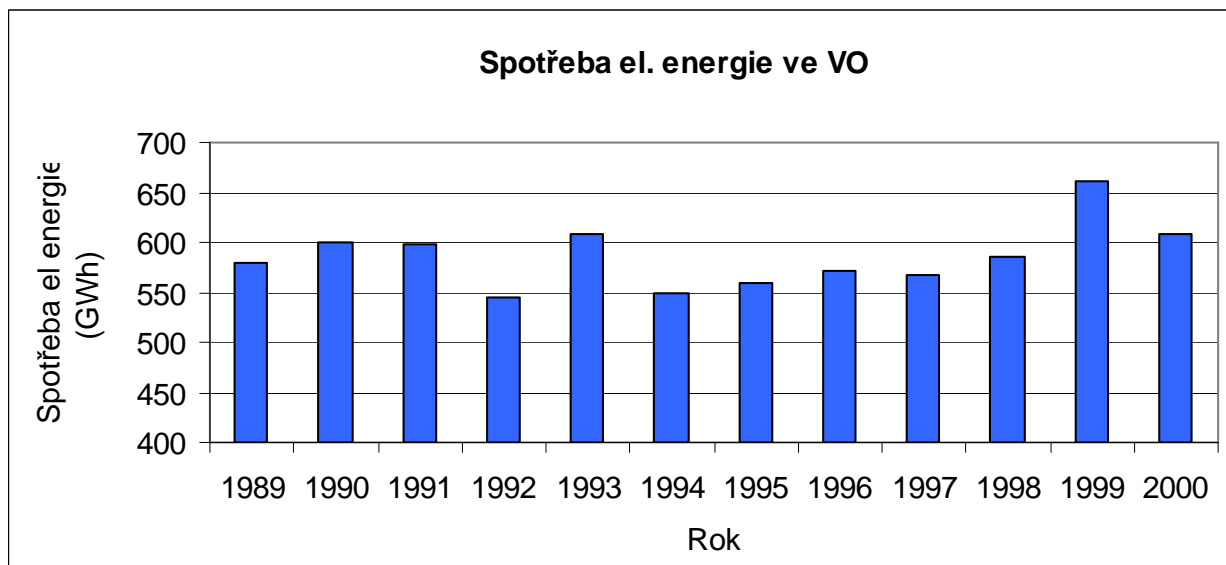
bylo v průběhu uplynulého desetiletí, a je dodnes, realizováno snižování instalovaného příkonu stávajícího VO. Snahou všech, kteří se podílejí na obnově a budování nových soustav je používání moderních prvků pro osvětlení a novými přístupy k technickému, ekonomickému a provoznímu řešení s cílem snižování instalovaného příkonu a nákladů na údržbu stávajícího VO při zachování noremních požadavků.

Prakticky veškerá odpovědnost za veřejné osvětlení je v současné době přenesena na města a obce, přičemž povinnost osvětlovat veřejná prostranství se v aktuální verzi zákona o obcích vůbec nevyskytuje. Z kompetence Ministerstva vnitra, pod které se před rokem 1990 veřejné osvětlení příslušelo, bylo vyňato a dnes se k němu nehlásí ministerstvo žádné. Provozovatelům soustavy VO významně pomáhají společnosti a odborná sdružení, soustředující odborníky a provozovatele této odbornosti, jako je Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení, Česká společnost pro osvětlení a další odborná, zejména vysokoškolská pracoviště.

**Podíl spotřebované el. energie na soustavy VO v České republice činil v roce 2000 cca 1,6 % z celkové tuzemsko objemu spotřeby el. energie.**



*Obr. 2.4 - celková spotřeba el. energie v ČR*

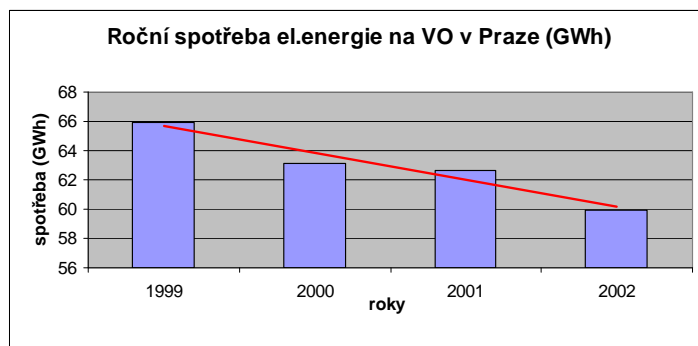


Obr. 2.5 - spotřeba el. energie ve VO

Graf – spotřeba el. energie ve veřejném osvětlení v ČR v letech 1989 – 2000. Od roku 1994 jsou prováděna opatření k úspoře elektrické energie, přičemž počet světelných míst stále roste s postupující výstavbou. (není zde zahrnuto osvětlení objektů Českých drah, průmyslových objektů, komerčních zón, reklamní osvětlení.)

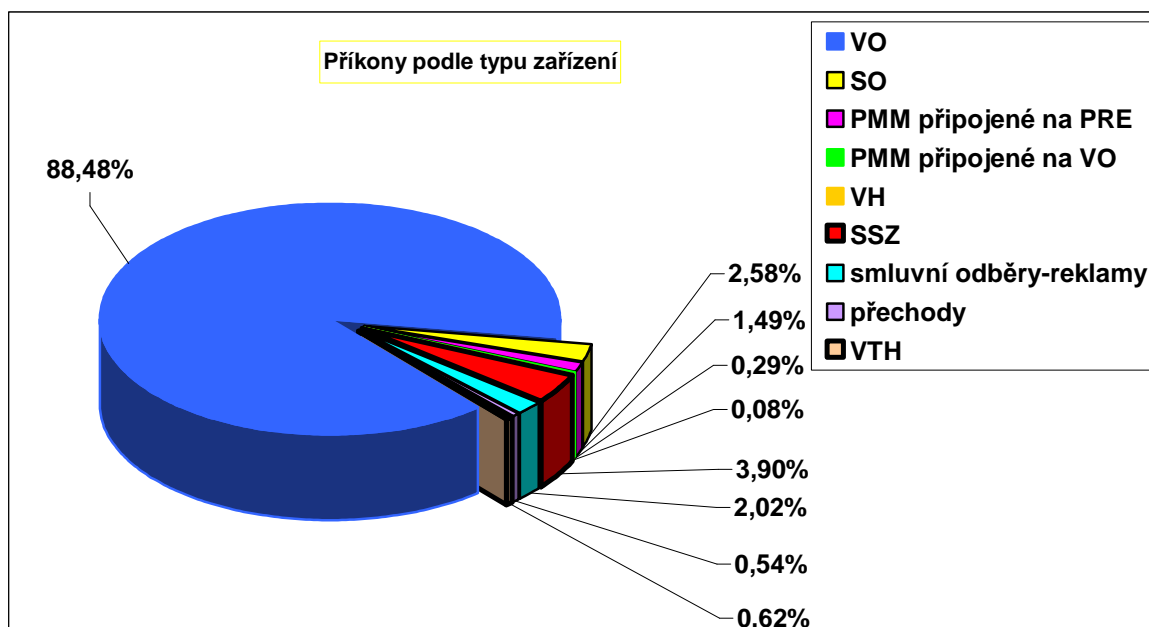
Další údaje o vývoji spotřeby elektrické energie na VO, celkového příkonu a příkonu na jednotlivé světelné místo jsou uvedeny pro hl. m. Prahu, kde jsou správcem sledovány a vyhodnocovány v souvislosti s úspornými opatřeními. Počet světelných míst Prahy z bilance celkové ČR činí cca 14 %.

Z grafů je patrný trend snižování spotřeby el. energie, dosažené racionalizačními opatřeními, jako používání kvalitních svítidel umožňujících snížení příkonu světelného při zachování noremních požadavků, optimalizace výpočtů VO, používání kvalitních světelných zdrojů a další i při vzrůstajícím počtu světelných míst novou výstavbou.



Obr. 2.6 - roční spotřeba el.energie na VO v Praze

Na celkové roční spotřebě el. energie se uliční osvětlení podílí 88,5 %, ostatní položky jsou uvedeny v následujícím grafu. Zde jsou vyznačeny i podíly z celkové spotřeby na další připojená zařízení k rozvodu VO (architekturní a slavnostní osvětlení, semaforey, reklamy a další)



Obr. 2.7 – příkony podle typu zařízení

Nejen v Praze, ale dnes již v celé České republice, zejména ve středních a větších městech dochází k využívání racionalizačních opatření na základě podrobné pasportizace a generelu s výsledkem snížení nákladu na provoz a údržbu soustavy VO.

K těmto opatřením patří:

- používání kvalitních světelných zdrojů,
- výměna svítidel za nová s vyšší účinností a kvalitními předřadníky,
- zavádění skupinové výměny světelných zdrojů,
- dimenzování osvětlení podle aktuálního zatížení komunikace, regulace nap. napětí
- omezení svícení během dne provozováním noční údržby,
- optimalizací a sledováním tras vozidel údržby
- důsledná pasportizace a evidence všech údržbových zásahů soustavy VO v elektronické podobě

Pozitivní trend je v posledních letech možno pozorovat v případě osvětlení středů měst a obcí a jejich významných dominant. V rámci snah o zkrášlení měst a obcí se dnes ve větší míře osvětlují kostely a jiné památky a je kladen větší důraz na estetiku osvětlení významných náměstí a ulic. Častěji se osvětlovací stožáry využívají i pro jiné účely než upevnění svítidel (např. ozvučení, využití pro městský informační systém, vlajkovou nebo vánoční výzdobu apod.) nebo se kombinují s lavičkami a odpadkovými koši atd.

Silnice a dálnice se zatím, až na výjimky (některé dálniční křižovatky a krátké úseky na okrajích velkých měst), stále neosvětlují. V Evropě je toto osvětlení rozšířeno zejména v zemích Beneluxu. Zde bylo pro osvětlení dálnic hojně rozšířeno osvětlení nízkotlakými sodíkovými výbojkami, postupně se přechází na vysokotlaké sodíkové výbojky.

Od roku 2002 nebyla v české republice sledována spotřeba elektrické energie na veřejné osvětlení. Jedním z cílů této studie je zjištění jeho současného stavu.



### 3. ROZBOR TECHNICKÝCH MOŽNOSTÍ K DOSAŽENÍ ÚSPOR PŘI SPRÁVĚ A PROVOZU VO

#### 3.1. Účinnosti svítidel a možnosti jejich zvyšování

##### 3.1.1. Účinnost svítidla

###### Stanovení účinnosti

Účinnost svítidla  $\eta$  je definována jako poměr světelného toku, který ze svítidla vystupuje ( $\Phi_s$ ) ke světelnému toku nainstalovaných světelných zdrojů ( $\Phi_{zs}$ )

$$\eta = \frac{\Phi_s}{\Phi_{zs}} \quad 3.1$$

Bývá dobrým zvykem uvádět také účinnost do dolního a horního poloprostoru. Tyto prostory jsou vymezeny vodorovnou rovinou procházející optickým středem svítidla, které je v základní poloze - tedy tak, že vztázná osa svítivosti (ve směru normály na hlavní vyzařovací plochu svítidla) je orientovaná svisle. Světelná účinnost do dolního poloprostoru  $\eta_D$  je definována obdobně jako celková, ovšem vztahuje se ke světelnému toku vyzářenému do dolního poloprostoru ( $\Phi_D$ ):

$$\eta_D = \frac{\Phi_D}{\Phi_{zs}} \quad 3.2$$

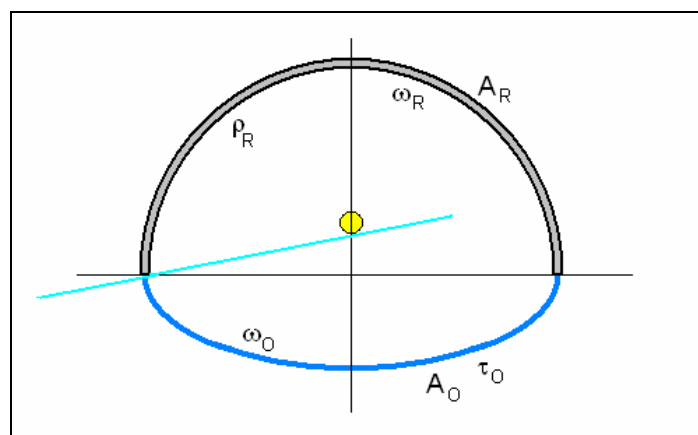
Podobně je definována i účinnost do horního poloprostoru  $\eta_H$ , která je významná z pohledu ekologického posouzení osvětlovací soustavy:

$$\eta_H = \frac{\Phi_H}{\Phi_{zs}} \quad 3.3$$

U svítidel se na účinnosti a dalších optických vlastnostech zásadně podílí zásadně dva konstrukční prvky. Tím prvním je kvalita reflektoru, druhým provedení mísy (= též difuzor, průsvitný prvek uzavírající optickou část svítidla).

V dalším textu budou probrána technická svítidla, tedy svítidla, která se nejvýrazněji podílí na osvětlování komunikací a veřejných prostranství. Je u nich na prvním místě jejich světelná funkce (na rozdíl od svítidle dekorativních, kde je kladen vyšší důraz na vzhled svítidla).

Účinnost svítidla je závislá na geometrickém uspořádání. Pro jednoduchost (které se v reálu kvalitní svítidla blíží) se předpokládá, že světelný paprsek ze svítidla vychází mísou přímo, bez odrazu a s konstantním činitelem prostupu  $\tau_o$ ; světelný paprsek, který dopadá na reflektor se odráží tak, že po odrazu (činitel odrazu  $\rho_R$ ) vystupuje otvorem svítidla do prostoru. Za předpokladu, že světelný zdroj emituje světlo rovnoměrně všemi směry, pak je množství světla vycházející ze svítidla přímo ( $\Phi_o$ ) přímo úměrné prostorovému úhlu výstupního otvoru ( $\omega_o$ ) pod kterým je vidět otvor z místa světelného zdroje. Světelný tok dopadající na reflektor ( $\Phi_R$ ) je přímo úměrný prostorovému úhlu reflektoru ( $\omega_R$ ).



Obr. 3.1 - účinnost svítidla

Jsou-li naplněny uvedené předpoklady, pak lze psát vztah pro stanovení účinnosti svítidla:

$$\eta = \frac{\Phi_O \cdot \tau_O + \Phi_R \cdot \rho_R \cdot \tau_O}{\Phi_{zs}} \quad 3.4$$

Což lze přepsat také takto:

$$\eta = \frac{\omega_O \cdot \tau_O [1 + (4\pi - \omega_O) \cdot \rho_R]}{4\pi} \quad 3.5$$

Ze vztahu nahoře vyplývají zřejmé závěry, že účinnost lze zlepšit kvalitnějšími materiály, případně zvětšením prostorového úhlu výstupního otvoru. Je zřejmé, že čím budou lepší odrazné vlastnosti reflektoru, tím více světla se od něho odrazí. A čím vyšší bude propustnost difuzoru, tím více světla jím projde.

Sporné je zvětšování výstupního otvoru, resp. zlepšování poměru prostorových úhlů otvoru a reflektoru ve prospěch otvoru. To lze jednoduše provést tak, že se světelný zdroj přesune směrem k otvoru. Tím se však obvykle snižuje clonění svítidla, tedy hrozí vyšší oslnění (úhel clonění je úhel pod kterým začne být vidět světelné aktivní část světelného zdroje – viz Obr. 3.1. Krom toho se pak poměrně menší plochou reflektoru hůře přesměruje světlo, takže v konečném důsledku je svítidlo méně využitelné (má nižší činitel využití – viz dále) než svítidlo s lépe usměrněným světlem. Při návrhu svítidla je třeba najít vhodný kompromis tak, aby svítidlo mělo co nejvyšší užitnou hodnotu a co nejméně oslňovalo.

### Reflektor

Optické vlastnosti refraktoru jsou závislé na **materiálu** (povrchové vrstvě) a způsobu jeho **zpracování**:

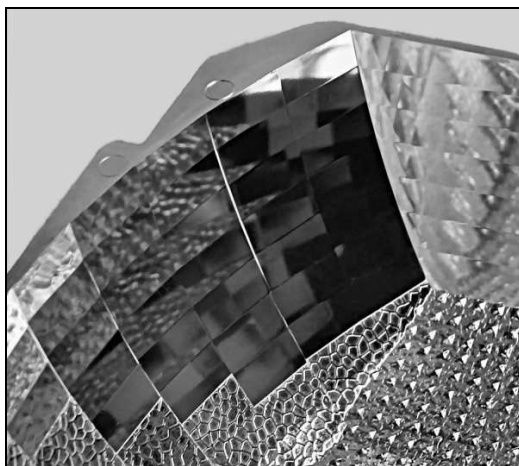
- lakované (smaltované) reflektory jsou v případě technických svítidel takřka nepoužívané
- používá se běžný matovaný hliník, který má odraznost světla 55÷60%
- o něco kvalitnější je leštěný hliník s odrazností 60÷72%

- nejkvalitnější je plátovaný hliník, kde mikroskopická vrstva téměř čistého hliníku (99,9%) zaručuje odraznost 72÷90%.

Neméně významný je též **tvár reflektoru**. U laciných svítidel se používají prosté, tvarově jednoduché výlisky, které nezaručují dostatečně kvalitní zpracování přeměření světelného toku. Pokud jsou navíc matné, pak jejich odraz je spíše difuzní, takže světlo opouští dutinu svítidla po několika odrazech, což významně snižuje účinnost svítidla.

Kvalitnější svítidla již mají složitější reflektor a používají i kvalitnější, zrcadlově odražející materiály. Jejich účinnost je vyšší než je tomu u svítidel předešlých.

Svítidla nejvyšší kvality již používají složitě tvarované reflektory – tzv. radiálně fasetované (Obr. 3.2), které jsou buď z plátovaného hliníku, nebo se používají plastové výlisky vysoké přesnosti na kterých je napařena vysoce odrazná vrstva. Taková svítidla dosahují velmi vysokých účinností.



*Obr. 3.2 – příklad fasetového reflektoru*

Na účinnost svítidel má samozřejmě vliv celková kvalita nejen provedení, ale i návrhu svítidla. Zejména tvar jednotlivých prvků (reflektor, mísa) ale i jejich pozice především vůči zdroji.

### **Mísa – difuzor svítidla**

Druhým optickým prvkem majícím rozhodující vliv na vlastnosti svítidla, tedy jeho účinnost a rozložení světelného toku je difuzor. U technických svítidel se prakticky bez výjimky používají průhledné **materiály**. Jsou to:

- tvrzené sklo – barevně (průsvitnost) stabilní, odolává teplotě (jsou podmínkou pro použití některých světelných zdrojů), obtížněji se tvaruje, takže se používá jako ploché nebo mírně vypouklé, vyšší váha ztěžuje manipulaci
- antireflexní tvrzené sklo
- PC (polykarbonát) – pro svítidla v tzv. antivandal provedení – materiál je běžnými prostředky nerozbitný, avšak stárne, po 3÷6 letech se zakalí – zažloutne a je vhodné jej vyměnit za nový
- PMMA (polymethylmetakrylát) – je barevně stálý, není odolný násilí

- žádný materiál – zdánlivě absurdní, ale pro úplnost je uveden. Je tím míněno neuzavřené svítidlo. Je samozřejmě nejlevnější, avšak neposkytuje žádné krytí optické části svítidla před vlivem atmosféry (ani před vlivem vandalů). Reflektor takového svítidla stárne a poměrně rychle ztrácí své vlastnosti. Svítidla bez krytí jsou pro venkovní osvětlovací soustavy naprosto nevhodná. Z hlediska účinnosti jsou samozřejmě v novém stavu neúčinnější, protože odpadají ztráty průchodem difuzorem, avšak v krátké době dochází ke zmíněnému znehodnocení.

Teoreticky by mohlo být svítidlo bez difuzoru provedeno tak, že by se povrch reflektoru pokryl nějakou ochrannou vrstvou, která by nesnižovala jeho odrazné vlastnosti. Patrně by takový reflektor bylo možné vyrobit, avšak byl by zřejmě významně dražší než běžné provedení. Ale i v takovém případě by však stále zůstával problém mechanické ochrany světelného zdroje a dostatečného krytí před vlivem okolního prostředí. Svítidlo bez difuzoru je v současnosti, a patrně i v budoucnosti nereálné.

Účinnost svítidla ovlivňuje do značné míry **tvár difuzoru**:

- plastový vypouklý difuzor (Obr. 3.3) je nejběžnější. Jeho tvar nelze volit libovolně, tedy pouze z estetického hlediska, protože ovlivňuje ztráty průchodem paprsku. Čím více se směr průchozího paprsku blíží normále, tím menší jsou ztráty. Svítidla s vypouklým difuzorem mají nejlepší poměr cena/výkon.



Obr. 3.3 – „klasický“ vypouklý difuzor ( účinnost cca 80%)

- jinou variantou předešlého je refraktor (Obr. 3.4), což je vypouklý difuzor, který je však tvarován tak, že tvoří tzv. Fresnelovu čočku. Jedná se v podstatě o hranoly, které lámou světlo a přesměrují tak paprsky vycházející ze svítidla žádoucím směrem. Svítidla s takovými difuzory jsou neúčinnější. Žel jsou také technologicky náročná na výrobu a tedy i dražší. Nejsou ani běžnou produkcí výrobců.



Obr. 3.4 – refraktor (účinnost cca 82%)

- ploché sklo – tvrzené – (Obr. 3.5) světlo odražené od reflektoru dopadá na ochranné sklo v normálovém směru jen výjimečně. Jakmile dopadá pod větším úhlem od normály (kolmice na rovinu skla), tak se zvětšují ztráty průchodem (světlo prochází silnější vrstvou skla) a větší část (než při kolmém odrazu) se odrazí zpět do svítidla, takže dojde k dalším ztrátám odrazem. Tím se svítidlo odlišuje od ideálního stavu, kdy dochází pouze k jednomu odrazu. Ztráty odrazem a větším pohlcením dosahují pro větší úhly až 80%. Proto jsou svítidla s tvrzeným sklem méně účinná než svítidla s „klasickým“ (vypouklým) difuzorem a také vyzařují světlo pod menším úhlem než „klasická“ svítidla, takže pro dosažení vyhovující rovnoměrnosti na komunikaci se musí umisťovat v menších roztečích nebo na vyšší stožáry – potom ovšem se musí osadit světelný zdroj s vyšším světelným tokem (a tedy i příkonem). Toto navýšení počtu je podle typu komunikace 1,05-1,35×. To znamená vyšší investiční i provozní náklady. V důsledku mohou dokonce zvyšovat ekologickou zátěž životního prostředí.

Lze tedy tato svítidla jednoznačně doporučit pouze tam, kde se používají samostatně (přechody pro chodce, zastávky MHD apod.) nebo v přesně daném počtu (malá parkoviště, vjezdy do objektů apod.). Všude jinde je nutné posoudit jejich vliv na životní prostředí porovnáním s „klasickou“ soustavou. Na druhou stranu jsou opticky stabilní a odolávají teplotě, takže jsou podmínkou pro použití některých typů světelných zdrojů.



*Obr. 3.5 – ploché sklo (účinnost cca 76%)*

- ploché sklo – antireflexní – díky této úpravě procházejí sklem světelné paprsky s minimálními ztrátami a to i velkými úhly od normály. Je to tedy ideální materiál pro uzavřená svítidla. Nevýhoda tohoto materiálu je v jeho ceně. Zatím není stanovena pro sériovou výrobu, ale lze předpokládat, že bude znatelně vyšší než u jiných typů difuzorů. Použití lze předpokládat na místech, kde se provádí rekonstrukce osvětlení a je žádoucí použít svítidla s plochým sklem. S běžnými skly by bylo nutné změnit rozteče stožárů nebo použít vyšší stožáry a světelné zdroje vyšších příkonů. Při použití antireflexních skel je možné původní geometrii osvětlovací soustavy zachovat.
- mírně vypouklé sklo – je varianta svítidla s plochým sklem, avšak alespoň částečně snižující nevýhody zcela plochých (tvrzených) skel. Svítidla mají účinnost lepší než s tvrzeným plochým sklem, ale horší než s „klasickým“ difuzorem.

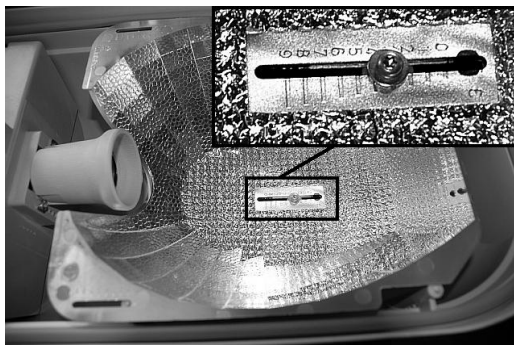


*Obr. 3.6 – mírně vypouklé sklo ( účinnost cca 78%)*

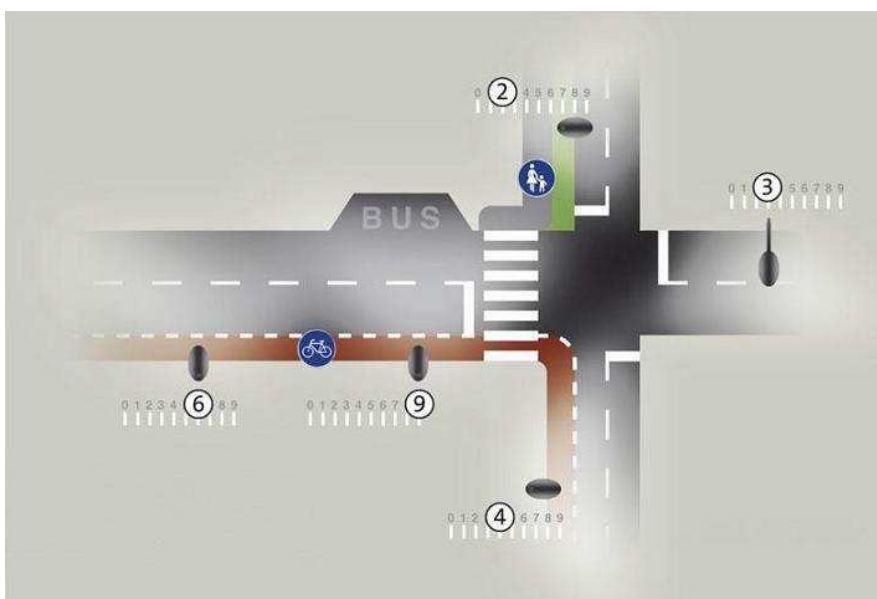
- žádný - jak již bylo uvedeno v předešlé části, přináší takové řešení nejvyšší účinnost, avšak jen krátkodobě. Je to nepřijatelné řešení.

### Změna vzájemné polohy jednotlivých optických prvků svítidel.

Účinnost svítidla je závislá na geometrických parametrech. Je možné najít takový tvar reflektoru a difuzoru a jejich vzájemné polohy vůči sobě i vůči zdroji, kdy bude účinnost svítidla maximální. V konkrétní situaci však maximální účinnost nemusí zajistit i nejlepší využití světelného toku. To závisí na činiteli využití (viz kapitola 3.1.2). Proto špičková svítidla umožňují různé nastavení reflektoru i světelného zdroje (difuzor by bylo možné posunovat jen obtížně). Pak je možné nastavit optimálně svítidlo pro konkrétní situaci (viz. Obr. 3.7 a Obr. 3.8)



Obr. 3.7 – nastavení reflektoru (posun reflektoru – použití viz –Obr. 3.8)

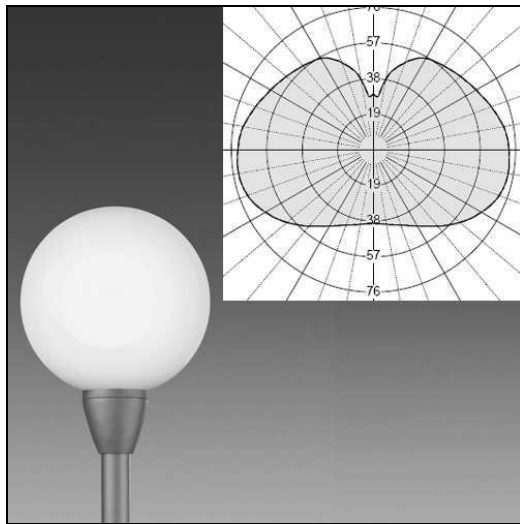


Obr. 3.8 – nastavení reflektoru – z obr. je patrné použití různých nastavení podle potřeby osvětlení určitých partií (vozovka, chodník, zastávka...)

### 3.1.2. Rozložení světelného toku – činitel využití

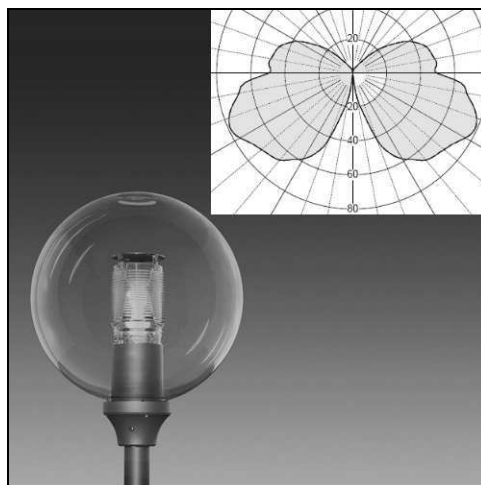
Účinnost svítidla není rozhodující pro energetické úspory sama o sobě. Rozhodující je způsob distribuce světelného toku. Bude-li světlo ze světelného zdroje směřováno patřičným směrem, tak méně účinné svítidlo zajistí kvalitnější a ekonomičtější osvětlení. Názorný je příklad svítidla s kulovým difuzorem.

Na Obr. 3.9 je takové svítidlo v provedení bez jakékoli významnější úpravy směrování světelného toku. Světlo se šíří do všech směrů. Celková účinnost tohoto svítidla je velice slušná a dosahuje hodnoty 0,79. Je však rozdělena tak, že do dolního poloprostoru je směřována přesně polovina světelného toku. Pro jednoduchost předpokládejme, že se veškerý světelný tok zpracuje užitečně (v reálu to bude samozřejmě horší). Potom z 1000lm bude využito 395 lm ( $= 0,79/2 \times 1000$ ).



*Obr. 3.9 – klasická „koule – účinnost 79/39,5%*

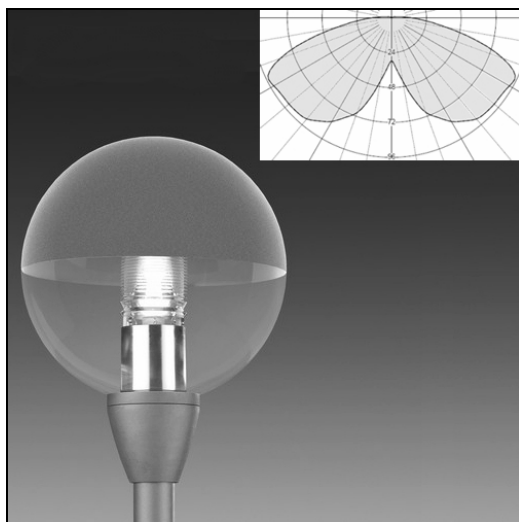
Na dalším obrázku (Obr. 3.10) je „klasická koule“ opatřena refraktorem, který usměrní větší část světelného toku do dolního poloprostoru (přitom zůstává zachován vzhled svítidla – respektování architektonického nebo historického pohledu). I při čirém difuzoru (v předešlém případě byl difuzor matný, takže mírně snížil účinnost) celková účinnost svítidla klesá na hodnotu 0,61. Přitom do dolního poloprostoru jsou směřovány cca 2/3 světla. Ač tedy v tomto případě klesla účinnost přibližně o 23% ( $0,61/0,79 \times 100$ ), tak do dolního poloprostoru dopadne, za stejných podmínek jako v předešlém případě, 406 lm ( $0,61 \times 2/3 \times 1000$ ). Tedy svítidlo s nižší účinností zajišťuje vyšší osvětlenost, byť nepřilíš (účinnost 77% a osvětlenost 103% prvého).



*Obr. 3.10 – klasická „koule“ refraktorem – účinnost 61/40,6%*



Na Obr. 3.11 je varianta „koule“ s refraktorem navíc doplněná clonou napařenou přímo na kulový difuzor. Tak se prakticky všechno světlo přeměruje do dolního poloprostoru. Celková účinnost svítidla klesá na 0,47 a směrem kterému je směřováno 96% světelného toku emitovaného svítidlem. Na osvětlovanou plochu tedy dopadne 451 lm z 1000 lm světelného zdroje. Ve srovnání se základním provedením bez clony a refraktoru klesla účinnost na cca 60% ( $0,47/0,79 \times 100$ ) a využitelný světelný tok vzrostl na 114% ( $451/395 \times 100$ ).



Obr. 3.11 – refraktor doplnit clonou napařenou přímo na kulový difuzor – účinnost 47/45,1%

Popsaný příklad ukazuje, že snížení účinnosti svítidla nemusí mít za následek nižší osvětlenost plochy určené k osvětlení, ale že tomu může být naopak. Rozhodující je podíl využitého světla ke světlu vyprodukovanému světelným zdrojem, tedy na velikosti **činitele využití**.

Uvedené platí zejména pro taková místa, kde se pro osvětlování použijí svítidla „dekorativní“, tedy ta, kde je na prvním místě estetický vzhled a až na dalším technické parametry. To jsou parky, náměstí, ulice v obchodních nebo historických čtvrtích měst. Tam, kde již nejsou kladeny priority na vzhled osvětlovacích soustav, tam se použijí svítidla techničtějšího ražení. Tedy především svítidla pro osvětlování komunikací (to ovšem neznamená, že není možné navrhnout svítidlo, které je dokonalé opticky a působivé i po výtvarné stránce).

U technických svítidel je již mezi účinností svítidla a činitelem využití daleko užší vazba.

### 3.1.3. Možnosti zvyšování účinnosti svítidel z pohledu energetických úspor

V předešlých odstavcích bylo ukázáno, že účinnost svítidla není jednoznačný ani rozhodující parametr, který by určoval míru energetických úspor osvětlovací soustavy. Mnohem významnější je činitel využití svítidla, resp. osvětlovací soustavy. Ten je dán množstvím světla emitovaným ze svítidla směrem k osvětlovanému objektu (komunikace, náměstí, parkoviště atd.).

Vzhledem k různorodosti osvětlovaných objektů (velikost a tvar – relativně úzká komunikace nebo náměstí nepravidelných tvarů) nelze určit, jaký činitel využití má to které svítidlo. Svítidlo

osvětlující velkou otevřenou plochu (teoreticky nekonečnou – kdy se veškeré světlo využije) má činitel využití prakticky roven účinnosti svítidla. V případě relativně úzké silnice je činitel využití nižší.

Například svítidlo podle Obr. 3.12 v případě osvětlení velké otevřené plochy činitel využití blízký účinnosti do dolního poloprostoru – cca 0,78. Totéž svítidlo osvětlující běžnou dvoupruhovou komunikaci o celkové šířce 6,5 metru má činitel využití méně než poloviční – 0,34. Stejně svítidlo, avšak s plochým sklem má uvedené hodnoty 0,64 a 0,29. Pro svítidlo v příkladu je lze tedy říct, že v provedení s klasickým difuzorem je energeticky úspornější v poměru  $0,29/0,34 = 0,85$ . To znamená, že je v daném příkladě o 15% je energeticky (i jinak, tedy např. investičně nebo provozně) výhodnější.



*Obr. 3.12 – svítidlo z příkladu*

Popsaný příklad nelze zobecnit. I když, jak bude uvedeno v kapitole o omezení rušivého světla, obecně platí pro osvětlování komunikací, že jsou svítidla s klasickým difuzorem ekonomičtější (a někdy i ekologičtější).

### **Závěr**

Účinnost svítidel určených pro osvětlování venkovních objektů není rozhodující, rozhodující je činitel využití, který do jisté míry je provázán s účinností svítidel. Dosažení energetických úspor je možné maximálním využitím světelného toku světelných zdrojů umístěných ve svítidle.

Pro svítidla stejného konstrukčního principu lze předpokládat, že jejich činitel využití bude v konkrétní situaci podobný, úměrný účinnosti svítidla. **Rozhodující pro energeticky šetrné soustavy je volba charakteru svítidla** – směru vyzařování světelného toku, který je rozhodující pro velikost činitele využití a v druhé řadě účinnost svítidla.

Několik příkladů:

- pro osvětlování běžných komunikací se použijí svítidla se širokou charakteristikou rozložení svítivosti ve směru podélném s osou komunikace a úzkou ve směru příčném – běžná svítidla pro osvětlování komunikací

- pro rozsáhlá prostranství (náměstí) jsou vhodná svítidla s rovnoměrnou, rotačně symetrickou charakteristikou rozložení svítivosti – například svítidla s difuzorem ve tvaru koule s refraktorem a pokoveným vrchlíkem, ale pro případ, že bude žádoucí osvětlit např. fasády přilehlých budov, pak je vhodné nechat část světelného toku směřovat i do horního poloprostoru
- pro přechody pro chodce je žádoucí použít speciální svítidla, která mají výrazně asymetrickou charakteristiku.

**Je-li správně zvolen charakter svítidla, pak již je rozhodující účinnost svítidla.** V zásadě lze předpokládat, že u svítidel pro osvětlování komunikací se nejlepších účinností (činitelů využití) dosáhne pro produkty následujících vlastností:

#### **Reflektor**

- radiálně fasetovaný opatřený povrchem s vysokou odrazností světla (plátovaný hliník nebo jiný materiál podobných optických vlastností).

#### **Mísa (difuzor)**

- refraktor – nevýhoda – není běžně ve výrobních programech
- vypouklý („klasický“) difuzor z PMMA (stálost) nebo PC (odolnost)
- plochá skla z antireflexního skla – drahé – běžná tvrzená skla vykazují nižší účinnost a menší vyzařovací úhel než refraktory nebo klasické difuzory, jsou vhodná jen za určitých podmínek (více v části o rušivém světle).

#### **Mechanické prvky**

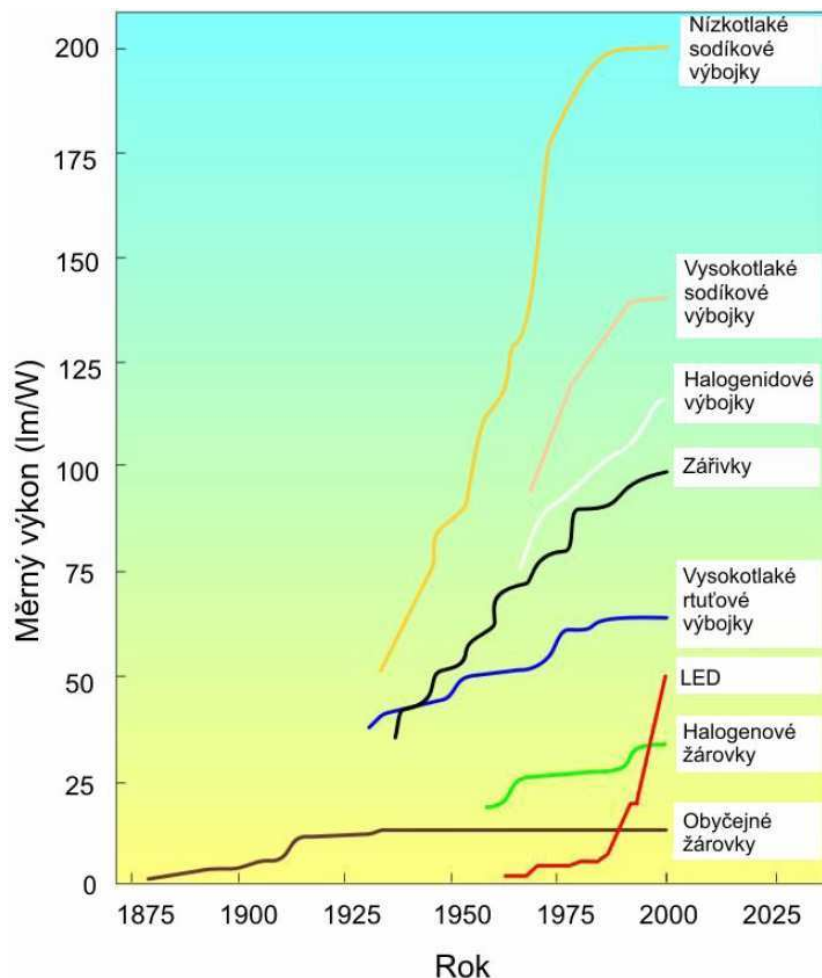
- vysoké krytí IP pro celé svítidlo (viz kapitola o krytí svítidel)
- systémy umožňující dýchání, resp. výdech svítidel, tj. membrány jednosměrně (ven ze svítidla) umožňující výstup vodních par (viz kapitola o krytí svítidel)
- možnost měnit polohu svítidla a refraktoru.

Všechny popsané parametry svítidla je ještě třeba zúročit kvalitním návrhem osvětlení. Ani nejučinnější svítidlo s nejvhodnější charakteristikou svítivosti nezaručí ekonomické a energetické využití. Podmínkou pro realizaci jakékoliv osvětlovací soustavy by měl být **kvalifikovaný návrh** světelným technikem.

### **3.2. Volba světelných zdrojů z pohledu kvalitativních a kvantitativních parametrů**

Jednou z nejdůležitějších oblastí ovlivňujících spotřebu elektrické energie osvětlovacích soustav jsou světelné zdroje. Mezi hlavní parametry, které se u světelných zdrojů sledují patří **měrný výkon**, doba života, index podání barev, **možnost stmívání** a rozměry.

Na Obr. 3.13 jsou uvedeny měrné výkony zdrojů pro všeobecné osvětlování. Tyto závislosti ukazují velice důležitou vlastnost světelných zdrojů a sice míru přeměny spotřebované elektrické energie na vyzářený světelný tok. Pro jednotlivé typy světelných zdrojů jsou zde uvedeny měrné výkony od doby zavedení do výroby až po dnešní dny, resp. i s prognózou do roku 2025.



Obr. 3.13 - vývoje měrných výkonů světelných zdrojů pro všeobecné osvětlování

### 3.2.1. Základní parametry světelných zdrojů:

Parametry světelných zdrojů lze rozdělit na **kvantitativní** a **kvalitativní**:

- mezi kvantitativní parametry patří vyzařovaný světelný tok  $\Phi$  a elektrický příkon  $P$ . Pro vzájemné porovnání světelných zdrojů je velmi důležitou veličinou měrný výkon  $\eta_v$ . Tyto parametry jsou důležité zejména pro uživatele a projektanty, kteří potřebují znát celkový příkon osvětlovací soustavy
- kvalita světelných zdrojů se posuzuje podle délky jejich života  $T$ , podle indexu barevného podání a podle stálosti světelně-technických parametrů.

Mezi důležité vlastnosti patří také **geometrické rozměry**, **tvár**, **hmotnost**, **distribuce** a **možnost úpravy světelného toku**. Samostatnou kapitolu pak tvoří **pořizovací** a **provozní náklady**.

Barevné podání (index podání barev), nebo také chromatičnost světelných zdrojů je určena spektrálním složením vyzařované energie. Vyjadřuje se pomocí trichromatických souřadnic anebo teploty chromatičnosti. V praxi se však světelné zdroje rozlišují především podle

barevného tónu vyzařovaného světla. Jakost úrovně vjemu barev se číselně vyjadřuje pomocí všeobecného indexu podání barev  $R_a$  (-). Podání barev je uspokojivé, je-li  $R_a$  větší než 40 a za dobré je považováno je-li  $R_a$  větší než 80. Požadavky na index podání barev upravují normy zabývající se osvětlováním konkrétních prostorů (ať už vnitřních či venkovních).

Stálost světelně technických parametrů souvisí s provozními vlastnostmi světelných zdrojů. Jedná se o časovou závislost, kterou lze definovat jako rychlou nebo pomalou:

**Rychlémi změnami** se rozumí změny parametrů např. světelného toku v závislosti na napájecím napětí o frekvenci 50 Hz. Světelný tok kolísá s dvojnásobnou frekvencí a hloubka kolísání záleží na setrvačných vlastnostech světelného zdroje. Tento jev může vyvolat stroboskopický efekt, který se stává nebezpečnou záležitostí v některých provozech, zejména v provozech s točivými stroji. Mezi další rychlé změny patří také změny světelného toku v závislosti na kolísání efektivní hodnoty napětí. Toto kolísání je způsobeno provozem některých spotřebičů jako jsou např. elektrické obloukové pece. Rušivě ovlivňuje zrakový vjem zejména kolísání světelného toku v oblasti frekvencí 8 – 12 Hz. Na kolísání napětí jsou nejcitlivější žárovky. Mezi rychlé změny se také počítají změny parametrů v souvislosti s náběhem světelného zdroje po zapnutí k napájecí síti. Žárovky nabíhají téměř okamžitě, zatímco parametry výbojových světelných zdrojů se ustalují až po několika minutách.

**Pomalými změnami** se rozumí závislost parametrů světelných zdrojů na statických změnách napětí, což se vyjadřuje pomocí křížových charakteristik. **Mezi pomalé změny patří rovněž změny parametrů způsobené stárnutím světelných zdrojů.** Během jejich doby života světelný tok klesá. Například u žárovek se sníží po 1000 hod. provozu světelný tok na 90 %. U výbojových zdrojů se požaduje, aby po uplynutí doby života nepoklesl jejich světelný tok pod 70 % jmenovité hodnoty.

### 3.2.2. Žárovky

Obyčejné žárovky jsou stále nejpůvodnějším světelným zdrojem. Jejich teplé světlo vytváří příjemnou atmosféru a jsou stále nejvyhledávanější ve výběru světelných zdrojů pro všeobecné osvětlování. To platí samozřejmě pro osvětlování interiérů nebo venkovních prostorů spíše společenského charakteru.



Obr. 3.14 - příklad bodové žárovky

Žárovky jsou prvotními umělými zdroji světla využívající technologii výroby, která je už víc jak 100 let stará. Princip technologie spočívá v tom, že do vnitřku vyčerpáné skleněné baňky (vakuum) je uloženo vlákno z wolframu, které je protékáno elektrickým proudem. Elektrický proud způsobuje ohřev vlákna a tím i vyzařování v oblasti viditelného spektra elektromagnetického vlnění. Moderní žárovky mají vlákno ve tvaru spirály, která umožňuje vyšší účinnost a redukuje tepelné ztráty. Baňky žárovek jsou vyčerpáné na vysoké vakuum proto, aby bylo chráněno vlákno před sloučením s kyslíkem a jeho hořením. Baňky žárovek vyšších výkonů jsou plněny inertními plyny.

Měrný výkon žárovek se pohybuje okolo  $10 \text{ lm.W}^{-1}$ . Se vzrůstající teplotou vlákna vzrůstá jeho hodnota a také teplota chromatičnosti. První uhlíkové žárovky měly měrný výkon  $1,7 \text{ lm.W}^{-1}$ . Život žárovek se pohybuje okolo 1 000 hodin. Vlivem nových technologií navíjení vlákna a plnění baněk inertními plyny doba života dále vzrůstá.

Rozdíly mezi spektrem denního světla a spektrem žárovky velice názorně ukazují příčinu nízkého měrného výkonu žárovek. Většina vyzařené energie se nepohybuje ve viditelné části spektra (380nm – 780 nm), ale až v oblasti infračerveného, tedy neviditelného záření.

I světelné zdroje jako žárovky se v současnosti stále inovují. Dělají se pokusy na snížení emise wolframových spirál s povlaky z hafnia. Moderní a účelné jsou zejména reflektorové multivrstvy baněk žárovek, u kterých zpětný odraz infračerveného záření vyhřívá vlákno. Relativně nové jsou také žárovky multimirror s průměrem 51 mm na síťové napětí. Tyto zdroje byly vyvinuty na základě vylepšení vlastností spirál tak, aby se dosáhlo vyšší mechanické stability vlákna.

Žárovky se vyrábějí v širokém sortimentu výkonů, rozměrů a tvarů pro speciální úlohy osvětlení a zvláštní nároky. Nové tvary a barevné odstíny dávají osvětlovaným prostorám příjemnou atmosféru.

Na základě výše uvedeného technického popisu žárovek je zřejmé, že tyto světelné zdroje mají nejen minulost, ale také současnost a budoucnost. Jejich použití směřuje zejména do oblastí, kde je nutný okamžitý náběh světelného zdroje na 100% světelného toku (chodby, sociální zařízení, atd...) a kde jsou vysoké nároky na index podání barev a teplou barvu světla (společenské a reprezentativní prostory). Energetických úspor se dá dosahovat jejich stmíváním a kombinací s pohybovými čidly, kdy tyto světelné zdroje, které jsou relativně odolné vůči častému spínání, pracují pouze v omezených časech při častém střídání obsluhy v osvětlovaných prostorech.

### **Použití žárovek ve venkovním osvětlení**

Pohybové čidlo je vlastně hlavní „omluvou“ pro existenci žárovek ve venkovním osvětlení. Ať jako světlo vítající hosta nebo naopak, světlo odhalující lupiče, tak okamžitá reakce – rozsvícení – je důležitá. Přesto jsou i v těchto aplikacích jsou spíše využívány halogenové žárovky.

### **3.2.3. Halogenové žárovky**

Halogenové žárovky jsou velmi kompaktní světelné zdroje, z čehož vyplývají široké možnosti jejich použití, zejména v oblasti přesného směřování světelných paprsků. Mají měrný výkon o cca 100 % vyšší než standardní žárovky. Ve standardní žárovce se wolfram z vlákna žárovky vypařuje a pokrývá povrch baňky, čímž se snižuje světelný tok žárovky. Kruhový proces uvnitř

baňky způsobuje, že vypařený wolfram se při povrchu baňky slučuje s halovým prvkem a vytváří halogenid a vlivem teplotního pole se wolfram vrací chaoticky zpět na vlákno. Tím se nejen zvyšuje světelný tok, ale prodlužuje se také doba života halogenových žárovek.



*Obr. 3.15 - příklad halogenové žárovky*

Kruhový proces je základem pro následující výrazné přednosti halogenových žárovek:

- s rostoucí teplotou vlákna roste světelný tok
- vlivem obnovy povrchu vlákna roste doba života
- tím že nedochází k usazování wolframu na povrchu baňky, nedochází ke snižování světelného toku během doby života
- kompaktní tvar musí odpovídat tepelným požadavkům kruhového procesu.

Halogenové žárovky poskytují bílé světlo s teplotou chromatičnosti 3000 K. Index barevného podání světla halogenových žárovek je  $R_a = 100$ . Halogenové žárovky jsou hospodárnější než standardní žárovky, jejich měrný výkon je cca  $22 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$  a doba života se udává okolo 2000 hodin.

Halogenové žárovky s reflektory se vyrábějí pro různé úhly vyzařování např.  $10^\circ$ ,  $12^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $36^\circ$  a  $60^\circ$ . Vyrábějí se i v širokém sortimentu výkonů, na napětí 230 V i na nízké napětí. Žárovky na nízké napětí se staly módní záležitostí. Vyrábějí se buď bez odrazné plochy nebo s dichroickým zrcadlem, které omezuje tepelnou složku ve vyzařovaném záření asi na 66 %, což je výhodné zejména při osvětlování předmětů, které jsou citlivé na infračervené záření.

Moderní halogenové žárovky procházejí etapou bouřlivého vývoje. Používají reflexní selektivní povrchy - multivrstvy pro zpětný odraz tepelného záření na vlákno, jehož cílem je zvýšení měrného výkonu halogenových žárovek. Z podobných důvodů je do baněk moderních halogenových žárovek dávkován i xenon. Do křemenného skla baňky se dotuje certit na potlačení UV záření. Stále více se také uplatňují moderní halogenové žárovky na síťové napětí, které se vyvinuly díky novým možnostem uchycení mnohem slabších vláken než se používají u

halogenových žárovek na nízké napětí. Hitem posledních let jsou i nízkotlaké halogenové žárovky (nižší degradace wolframu) a také halogenové žárovky miniaturních rozměrů.

Energetických úspor lze dosahovat, stejně jako u klasických žárovek stmíváním a použitím v situacích s krátkou dobou provozu a častým spínáním. Na rozdíl od klasických žárovek je jejich teplota chromatičnosti vyšší a jejich světlo studenější. Z tohoto důvodu lze tyto světelné zdroje používat v reklamním osvětlování (v kombinaci s výše uvedenými speciálními odraznými a pohltivými plochami i v oblasti osvětlování muzeálních historicky cenných předmětů).

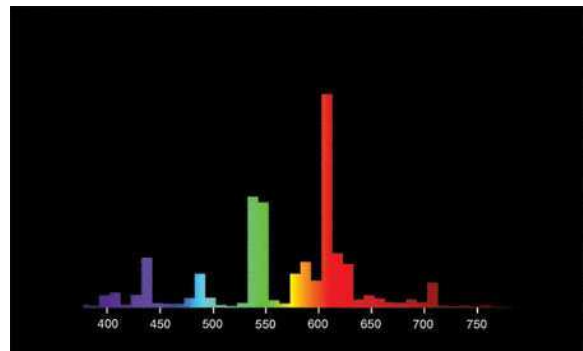
### Použití halogenových žárovek ve venkovním osvětlení

Ve VO mají uplatnění v systémech bezpečnostního osvětlení ve spojitosti s pohybovými čidly. Jiné uplatnění je při architektonickém osvětlování objektů nebo občasném osvětlování prostranství. Ať kulturních tak i hospodářských nebo průmyslových. V osvětlování komunikací je jejich použití téměř vyloučené.

### 3.2.4. Kompaktní zářivky

Tyto světelné zdroje se vyznačují následujícími vlastnostmi (ve srovnání s teplotními zdroji):

- produkují světlo s vyšším indexem podání barev,
- ve srovnání se žárovkami jsou energeticky úspornější
- velká vyzařovací plocha zaručuje relativně nízké jasy
- mají výrazně delší dobu života.



Obr. 3.16 - příklad kompaktní zářivky

Kompaktní zářivky spotřebovávají výrazně méně elektrické energie než klasické žárovky, mají mnohem delší dobu života a většinou mohou být použity na stejných místech jako obyčejné žárovky. Měrný výkon kompaktních zářivek je v porovnání s běžnými typy žárovek přibližně pětinašobně vyšší. Současně dosahovaná střední doba života kompaktních zářivek je 15 000 hodin, zatímco střední doba života žárovek je 1000 hodin.

Kompaktní zářivky vyrábějí světlo na stejném principu jako zářivky. Páry rtuti jsou vlivem elektrického pole mezi elektrodami vybuzeny k emisi neviditelného UV záření. Vnitřní strana



skla je opatřena vrstvou speciální látky - luminoforu, který přeměňuje UV záření na viditelné světlo. Výběrem luminoforu je možno docílit různých barev světla. U kompaktních zářivek se díky zahnutí a rozdělení skleněných trubiček podařilo dosáhnout rozměrů srovnatelných se standardními žárovkami.

Kompaktní zářivky lze rozdělit do tří skupin:

- kompaktní zářivky s implementovaným předřadníkem jako úsporná alternativa žárovek
- kompaktní zářivky pro zvlášť malá svítidla
- kompaktní zářivky jako zmenšená alternativa lineárních zářivek bez zabudovaného zapalovače.

Provoz s kompaktních zářivek s elektronickým předřadníkem zabezpečuje vysoký komfort:

- okamžitý start bez blikání,
- odolnost proti častému spínání,
- delší doba života,
- odstranění stroboskopického efektu a kmitání světelného toku.

Výraznou nevýhodou kompaktních zářivek v porovnání s žárovkami, je rychlost jejich startu. Zatímco žárovky nabíhají na jmenovitý světelný tok téměř okamžitě, kompaktní zářivky po připojení napájecího napětí naběhnou pouze na cca 50 % světelného toku. To ukazuje na nevhodnost použití kompaktních zářivek v prostorech, ve kterých je nutné dosáhnout okamžitě 100 % světelného toku (např. sociální zařízení). Další výrazná nevýhoda při provozu kompaktních zářivek je jejich vysoká teplotní závislost, ze které vyplývá nevhodnost použití takovýchto světelných zdrojů v oblastech s nízkými teplotami. V našich zeměpisných šířkách se do těchto prostor řadí i venkovní prostory, ve kterých v zimních měsících klesá teplota výrazně pod bod mrazu. V okolí této teploty se pohybuje světelný tok zářivek na cca 30% jmenovitého světelného toku.

Trendy vývoje v oblasti kompaktních zářivek se specializují na tzv. 3/8“ technologii, kde se hledají řešení pro tvarované kompaktní zářivky a kompaktní zářivky s reflektorem či difuzorem. Také se pracuje na vývoji kompaktních zářivek s velkým příkonem (v současnosti např. 200 W s integrovaným předřadníkem), což umožňuje miniaturizaci svítidel a nasazování kompaktních zářivek i do aplikací, ve kterých se doposud používaly výbojky. Amalgámové technologie umožňují rozšíření použití v teplotách, které se výrazně odchyľují od teplot pokojových. Takovéto kompaktní zářivky jsou schopné produkovat 90% jmenovitého světelného toku v rozsahu teplot od 10-ti do 50-ti stupňů Celsia. Vývoj se také zaměřuje na stmívatelné kompaktní zářivky, kompaktní zářivky opatřené soumrakovým spínačem, či technologie omezující vliv spínacích cyklů.

Díky vysokému měrnému výkonu, lze dosahovat výrazných energetických úspor prostým nasazováním těchto světelných zdrojů místo žárovek. Je ovšem nutné dbát na nemalá rizika způsobená jinými rozměry, která mohou způsobit změnu distribuce světelného toku jdoucího ze svítidla. Dále je nutné také uvažovat s omezeními, která vznikají pomalým náběhem světelného toku, nižším indexem barevného podání (speciální aplikace), teplotní závislostí a pulzním odběrem proudu u takovýchto světelných zdrojů.

### **Použití kompaktních zářivek ve venkovním osvětlení**

Ve venkovním osvětlování lze využít kompaktních zářivek především při osvětlení pěších zón a vnitrobloků. I při těchto aplikacích je nutno přihlížet k jejich teplotní závislosti. Ač mají tyto typy zářivek ve svém názvu „kompaktní“ tak stále je jejich světelně činná plocha vůči vydávanému světelnému toku příliš velká a tudíž se na osvětlení komunikací téměř nepoužívají.

### **3.2.5. Lineární zářivky**

Lineární zářivky vyrábějí okolo 70 % umělého světla na celém světě. Jsou velice výhodné zejména z ekonomického hlediska, protože se vyznačují vysokým měrným výkonem. Zářivka spotřebuje jen přibližně pětinu elektrického proudu žárovky se stejným světelným tokem.

Zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky, které vyzařují hlavně v oblasti ultrafialového záření. Toto se transformuje ve viditelné záření pomocí luminoforu. Princip funkce zářivek je následující. Ve skleněné trubici jsou vlivem elektrického pole mezi elektrodami vybuzeny páry rtuti, ve kterých dochází k emisi neviditelného UV záření. Speciální látka - luminofor na vnitřním povrchu skleněné trubice přeměňuje neviditelné UV záření na viditelné světlo. Volbou luminoforu je možné ovlivnit barvu světla zářivky.



*Obr. 3.17 - příklad kruhové lineární zářivky*

Jako všechny výbojky se ani zářivky neobejdou bez předřadných přístrojů. Po zapálení výboje je napětí na zářivce nižší než napájecí napětí. Na tlumivce se vytvoří úbytek napětí, který omezí proud tekoucí zářivkou. Zářivky lze také provozovat s elektronickými předřadníky, které plní stejnou funkci na vysoké frekvenci. Moderní plně elektronické vysokofrekvenční předřadníky nahrazují tlumivky a startéry a přispívají tak k větší hospodárnosti, vyššímu světelnému komfortu a delší době života zářivek.

Nové typy zářivek T5 mají průměr trubice jen 16 mm, jsou o 50 mm kratší než standardní trubice T8 s průměrem 26 mm. Nabízejí vyšší měrný výkon až  $104 \text{ lm.W}^{-1}$  a jsou určeny pouze pro provoz s elektronickými předřadníky. Zářivky T5 dosahují úspor oproti zářivkám T8 v následujících oblastech:

- vyšší měrný výkon zářivek T5
- vyšší účinnosti svítidel vlivem nižšího stínění odrazných materiálů – zářivky T5 jsou o 40 % štíhlejší než zářivky T8
- úspornější provoz s elektronickým předřadníkem
- se systémem T5 je možné konstruovat štíhlejší svítidla s čehož plynou další materiálové úspory.

Doba života zářivek je silně ovlivněna počtem zapnutí. Při 30-ti spínacích cyklech denně může doba života poklesnout až na 50% jmenovité hodnoty. Nehodí se proto tam, kde dochází k častému zapínání a vypínání.

Doba života zářivek se mění i podle způsobu provozu. Při provozu s klasickým předřadníkem se doba života zářivky pohybuje okolo 10 000 h zatímco při provozu s elektronickým předřadníkem se pohybuje okolo 18 000h.

Na rozdíl od žárovek, u kterých světelný tok dosahuje jmenovité hodnoty téměř okamžitě, zářivky dosahují jmenovité hodnoty až po cca 2 min. provozu. Zářivky jsou také velmi teplotně závislé a proto se nehodí pro osvětlování venkovních prostorů, ve kterých dochází k poklesům teplot do oblastí bodu mrazu a níže.

Také v oblasti zářivek je možné pozorovat výrazné trendy směřující ke zlepšení vlastností těchto světelných zdrojů. Jde především o další snižování množství rtuti a dokonce o vývoj bezrtuťových technologií. Samozřejmě poslední let je pokrok v programu T5 – zářivek s průměrem 16 mm. Vývoj směřuje také do oblasti nových typů luminoforů. Cílem je lepší využití záření výboje pro vznik světla. Zajímavou oblastí je také vývoj nízkotlakých výbojových světelných zdrojů s proměnlivou barvou světla. Zkoumají se bezelektrodové technologie, které vyústily do vývoje indukčních výbojek. V posledním období je možné pozorovat významný nárůst doby života zářivek (až do 50 000 h), dosažený odlišnou konstrukcí elektrod a ochrannou vrstvou na baňce a luminoforu. Významné jsou také postoje k barvě světla zářivek pro zrakově nejnáročnější pracoviště. Očekává se optimalizace náhradní teploty chromatičnosti světelných zdrojů pro zrakově náročné práce v oblasti nad 6000 K.

### **Použití zářivek ve venkovním osvětlení**

Zářivky se ve venkovním osvětlení objevují ještě sporadicky na méně důležitých místech, někdy i v menších obcích nebo na podřadných komunikacích. Problém u nich nastává v zimě, kdy jejich velká závislost velikosti světelného toku na teplotě způsobí, že je velice nízký. Existují zářivky v provedení do chladu, které uvedenou nectnost nevykazují. I ty se pak hodí spíše k venkovnímu pracovnímu osvětlení než k osvětlování komunikací. Tedy například k osvětlení venkovních nákladových ramp, krytých nástupišť, zastávek MHD apod.

### **3.2.6. Vysokotlaké halogenidové výbojky**

Viditelné záření zde vzniká jednak v parách rtuti, ale hlavně zářením produktů halogenidů, to je sloučenin halových prvků např. s galiem, thaliem, sodíkem apod. Toto vede ke zvýšení indexu barevného podání až na  $R_a = 90$  a měrného výkonu na  $130 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ .



*Obr. 3.18 - příklad halogenidové výbojky*

V křemenném hořáku vzniká cyklus obdobný regeneračnímu cyklu jako u halogenových žárovek, ale opačný. Tlak rtuťových par je cca 0,5 MPa a tlak příměsí  $1,33 \cdot 10^2$  Pa. Vnější baňka je z borosilikátového skla a hořák z křemenného nebo jiného speciálního skla. Halogenidové výbojky pracují při venkovní teplotě  $-20$  až  $60$  °C. Doba života těchto výbojek dosahuje až 15000 hod.

Halogenidové výbojky vyžadují zapalovač, který k inicializaci výboje používá vysokonapěťový impuls (standardně 4,5 kV). Výkonová řada začíná na 35 W a končí na 2000 W. Tvar baňky a patice se vyrábí v nejrůznějších konstrukčních provedeních (jednopaticové tubusové a eliptické, dvoupatkové, ...). Na jmenovité parametry světelného toku nabíhá výbojka cca po 10-ti minutách. Halogenidové výbojky se i přes relativně vysokou cenu začínají prosazovat hlavně tam, kde jsou vysoké požadavky na barevné podání. Jedná se o kinematografii a osvětlování sportovišť, kde se předpokládá televizní vysílání atd. Díky velkým příkonům a malým rozměrům (jednoduchá konstrukce odrazných ploch svítidel) se také využívají ve výrobních halách s vysokými závěsnými výškami svítidel (od cca 6ti metrů).

Za nový trend z oblasti vysokotlakých výbojových zdrojů se považuje halogenidová výbojka s hořákem z korundové keramiky. Jde o zdroj, který kombinuje vynikající vlastnosti keramického hořáku vyplývající z jeho vysoké teplotní odolnosti s širokými možnostmi upravovat spektrum záření díky možnosti používat velký počet různých svítících příměsí a jeho kombinací. Výsledkem jsou výbojky, které se vyznačují vysokým měrným výkonem  $85-95 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$  a to i při malých příkonech a velmi dobrém podání barev ( $R_a \approx 90$ ).

Halogenidové výbojky jsou vzhledem k náročné technologii cca 4 krát dražší než vysokotlaké sodíkové výbojky a tudíž pro masové nasazení do systémů veřejného osvětlení nevhodné. Použití však nacházejí při osvětlování velkých prostranství a architektonickém osvětlování objektů.

Použití moderních halogenidových výbojek pro osvětlování bytů kanceláří a škol je v současné době již reálné. Při probíhající miniaturizaci (20, 35, 50W). Ustalování barevných parametrů

během doby života a zvyšování indexu podání barev stále disponují nevýhodami, které zabraňují jejich masivnímu nasazování v těchto prostorech:

- nelze stmívat
- relativně vysoké pořizovací náklady na osvětlovací soustavy
- nemožnost okamžitého znovuzápalu u teplých výbojek
- pomalý náběh na 100 % světelný tok (cca 4 min)
- nižší doba života než u zářivek.

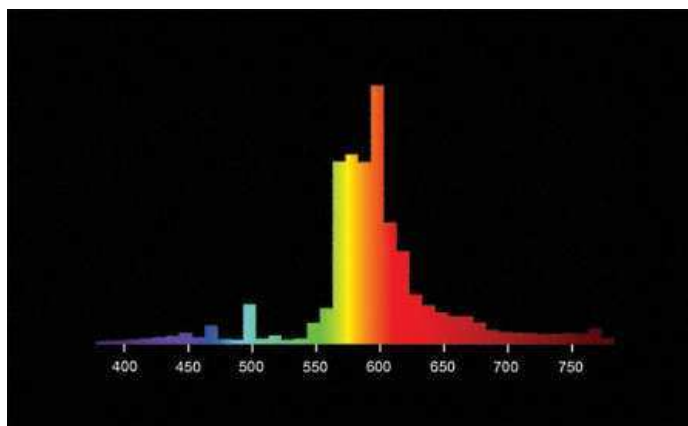
Energetické úspory lze u těchto světelných zdrojů dosahovat zejména v nasazování na osvětlování vnitřních pracovních prostor s vysokými závěsnými výškami, u kterých je kvalitativní normativní požadavek (ČSN EN 12464-1) na index podání barev vyšší než 80. Tyto úspory jsou dosahovány na základě výše uvedených vlastností, které dovolují jednoduché směřování světelného toku těchto světelných zdrojů. Stmívání při kombinovaném provozu je řešeno přepínáním okruhů těchto svítidel.

### Použití vysokotlakých halogenidových výbojek ve venkovním osvětlení

Vzhledem k jejich vysokému měrnému výkonu jsou zdrojem velmi vhodným pro osvětlování venkovních prostor a komunikací. Účinnější jsou prakticky jen sodíkové vysoko a nízkotlaké výbojky. Halogenidové výbojky jsou vhodné tam, kde je důležité dobré barevné podání, třeba ve společenských centrech měst. Jiné použití je na místech, kde je žádoucí odlišit barevně nějaký kritický úsek komunikace. Často se toho využívá na přechodech pro chodce, případně vjezdy, křižovatky apod. Uplatnění nachází i při osvětlování architektonicky a památkově významných objektů.

### 3.2.7. Vysokotlaké sodíkové výbojky

Výboj v parách sodíku je ze světelně technického hlediska velmi zajímavý. Nízkotlaký sodík se vyznačuje intenzitním rezonančním dubletem ve žluté části viditelného spektra s vlnovou délkou 589,0 a 589,6 nm.



Obr. 3.19 - příklad vysokotlaké sodíkové výbojky

Těchto vlastností, vedle nízkého budicího potenciálu uvedené čáry, se využívá již od třicátých let při konstrukci nízkotlakých sodíkových výbojek, v nichž tlak par sodíku při pracovní teplotě 270°C dosahuje hodnoty asi 0,5 Pa. Při zvyšování tlaku par sodíku světelná účinnost klesá, prochází minimem a dále opět stoupá, takže při tlaku kolem 27 kPa dosahuje druhého maxima a v závislosti na dalších parametrech (složení amalgamu sodíku, druh a tlak plnicího plynu, geometrické parametry hořáku, příkon výbojky apod.) může dosáhnout hodnoty až 150 lm.W<sup>-1</sup>. Při rostoucím tlaku par sodíku dochází k výraznému rozšíření spektrálních čar a ke vzniku silného spojitého záření, přičemž zároveň je absorbováno záření rezonanční. Se zvyšujícím se tlakem je stále zřetelnější asymetrie rozšiřování rezonančních čar do dlouhovlnné části spektra. Spektrum záření je bohatší, což má za následek i lepší podání barev osvětlovaných předmětů. Tento druh výboje je využíván u moderních vysokotlakých sodíkových výbojek, které se výrazně prosadily zejména v uličním, ale i ve venkovním osvětlení.

Vysokotlaké sodíkové výbojky jsou tedy světelné zdroje, v nichž světlo vzniká hlavně zářením sodíkových par s pracovním parciálním tlakem v rozmezí 3 až 60 kPa. Hořák je zhotoven z průsvitného korundu (alfa – modifikace Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> s příměsí MgO). Trubice je na obou koncích uzavřena proudovými průchodkami různého provedení, které jsou ke korundové trubici připájeny pomocí skelné pájky na bázi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – CaO s některými dalšími příměsmi (např. SrO, TiO<sub>2</sub>, BaO). Kvalita pájky rozhodujícím způsobem ovlivňuje život výbojky. Průchodky musí odolávat dlouhodobému působení sodíkových a rtuťových par při vysokých pracovních teplotách a velkým teplotním nárazům při zapínání a vypínání výbojky. K čelu niobové průchodky je pomocí titanu připájena wolframová elektroda, na níž je nanесena emisní vrstva na bázi wolframu barya. Polohou elektrody v hořáku lze regulovat teplotu prostoru za elektrodami. Tato teplota určuje tlak par sodíku v hořáku, a tím i základní elektrické a světelné parametry výbojky. Rtuť se sodíkem se do hořáku dává v podobě amalgámu příslušného složení. Hořák se plní inertním plynem, jehož funkce je stejná jako u jiných vysokotlakých výbojek. Z hlediska měrného výkonu je nejvhodnější xenon, protože zajišťuje nejmenší teplotní ztráty ve výboji a největší měrný výkon. Hořák je vložen do vnější baňky, vyčerpáné na vysoké vakuum, které snižuje tepelné ztráty hořáku a současně chrání niobové průchodky před oxidací. Sortiment vysokotlakých sodíkových výbojek je velmi široký a pohybuje se v příkonových řadách od 50-ti W do 1000W.

Vysokotlaké sodíkové výbojky je nutné provozovat v obvodu s tlumivkou a vhodným zapalovacím zařízením, který vyhovuje mezinárodním normám CIE. Schéma zapojení je shodné se zapojením halogenidových výbojek. Při dodržování provozních podmínek (povolené kolísání napětí menší než 5%, správně dimenzované tlumivky) výbojky předních výrobců dosahují života 16 000 až 32 000 hod. Ukončení života je dáno postupným nárůstem napětí na výboji. Při překročení určitého poměru tohoto napětí vzhledem k napájecímu napětí sítě výboj zhasne. Po vychladnutí výbojka znovu zapálí a celý cyklus se opakuje. Periodické zhasínání výbojek je příznakem ukončení života a výbojku je nutné vyměnit.

Novinku v oblasti vysokotlakých sodíkových výbojek jsou světelné zdroje neobsahující rtuť, označované jako „mercury free“. Tyto výbojky se provozují na standardních předřadnicích. Jelikož výbojky neobsahují rtuť, není nutno likvidovat vyhořelé zdroje jako nebezpečný odpad.

Od 80. let dvacátého století mají vysokotlaké sodíkové výbojky dominantní postavení ve světelných zdrojích pro veřejného osvětlení ve většině zemí. Tyto světelné zdroje postupně nahradily méně účinné výbojky rtuťové. Použitím vysokotlakých sodíkových výbojek se na jednotlivých světelných místech snížil instalovaný příkon až o dva příkonové stupně. Vysokotlaké sodíkové výbojky mají ve veřejném osvětlení univerzální použití, tj. jsou vhodné

pro osvětlování veškerých komunikací, pěších zón i osvěcování fasád objektů. Výhodou vysokotlakých sodíkových výbojek je **měrný výkon až 150 lm/W**. Střední doba života, která se blíží až k 32 000 h umožňuje provádět hromadnou výměnu zdrojů ve veřejném osvětlení až po 4 letech. Určitou nevýhodou těchto zdrojů je barva vyzařovaného světla (index podání barev  $R_a=25$ ), která způsobuje horší barevné vnímání osvětlovaných předmětů. Pro veřejné osvětlení se dnes používají vysokotlaké sodíkové výbojky nízkých příkonů, a to v obcích 50 W a 70 W, na průtahu 100 W a 150 W, ve městech také do 150 W a na širokých výpadovkách až 250 W.

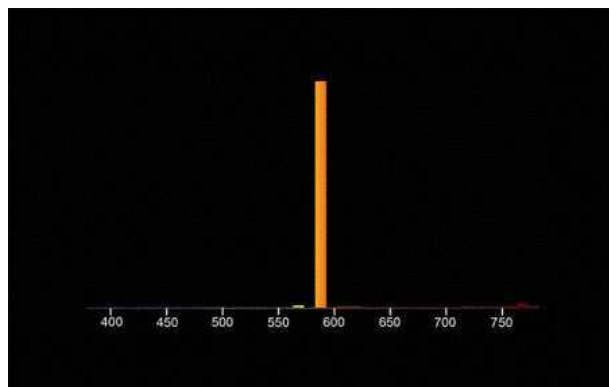
Další významnou výhodou vysokotlakých sodíkových výbojek je možnost jejich stmívání a to až do 50-ti % jejich jmenovitého světelného toku.

### **Použití vysokotlakých sodíkových výbojek ve venkovním osvětlení**

Zavedení vysokotlakých sodíkových výbojek do osvětlovací praxe přináší významné úspory elektrické energie. Podíl vysokotlakých sodíkových výbojek ve veřejném osvětlení stále narůstá. Je příjemné konstatovat, že Česká republika patří v tomto směru k zemím s nejvyšším podílem. Uplatnění naleznou prakticky ve všech oblastech veřejného a venkovního osvětlení. Uplatnění nachází i při osvětlování architektonicky nebo památkově zajímavých objektů.

### **3.2.8. Nízkotlaké sodíkové výbojky**

U sodíkových výbojek nastává výboj ve výbojové trubici vyhotovené z polykrystalického anebo monokrystalického kysličníku hlinitého, která je naplněna argonem, neonem a sodíkem. Při tlaku sodíkových par 0,5 Pa a teplotě stěny výbojové trubice 270 až 300 °C vyzáří monochromatické záření v pásmu vlnových délek 589 a 589,6 nm ve žluté oblasti spektra. Vlnová délka vyzařování nízkotlaké sodíkové výbojky se nachází v blízkosti maxima spektrální citlivosti lidského oka a tudíž je u tohoto světelného zdroje dosahováno **vysokých měrných výkonů nad 200 lm.W<sup>-1</sup>**. Vzhledem k monochromatickosti jejich vyzařování není v jejich světle možné rozlišovat barvy ( $R_a = 0$ ). Doba života výbojky dosahuje až 24 000 hod. Výbojová trubice sodíkových výbojek má kruhový průřez a ohýbá se do tvaru písmena U nebo W. Venkovní baňka tepelně izoluje výbojovou trubici, je jednoduchá a vyčerpaná na vysoké vakuum.



*Obr. 3.20 - příklad nízkotlaké sodíkové výbojky*

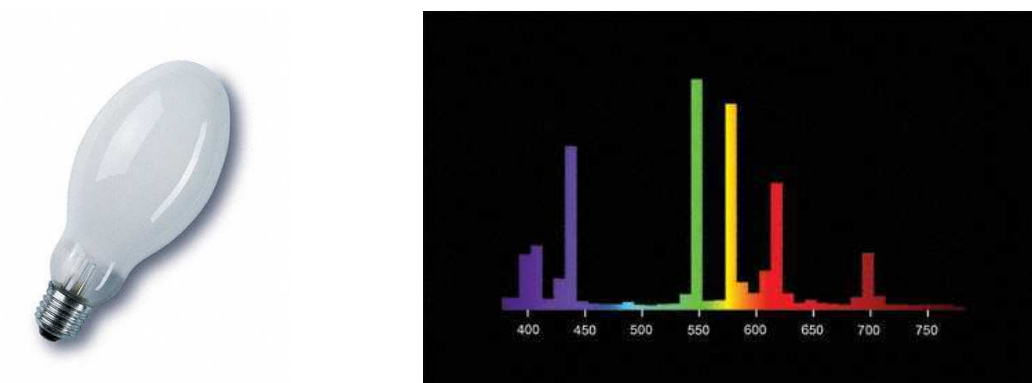
Využití nízkotlakých sodíkových výbojek je velmi omezené. Lze je de – facto uplatnit ve veřejném osvětlení a to s určitými omezeními. První omezení tkví v jejich velikosti vůči světelnému toku. Tento poměr je obdobný jako u zářivek a tudíž je velmi obtížné vyrobit svítidlo s vysokou účinností a distribucí světelného toku, kterou vyžaduje umístění na úzkých a dlouhých komunikacích. Druhé omezení souvisí, i přes značný pokrok ve velmi nízkém podání barev. Jejich použití se tedy omezuje na osvětlení výpadových silnic a dálnic. V současné době jsou rozšířeny zejména v zemích Beneluxu a ve Velké Británii. V naší republice, až na vzácné výjimky, nenašlo zatím osvětlení nízkotlakými sodíkovými výbojkami uplatnění vůbec.

### Použití nízkotlakých sodíkových výbojek ve venkovním osvětlení

Problém je v jejich rychlém úbytku světelného toku. Podle rozborů vyplývá, že ve velkých soustavách je ekonomické vyměňovat světelné zdroje po úbytku cca 10% světelného toku. A k tomu dochází u těchto zdrojů poměrně brzy. Stávají se tedy relativně drahými. K tomu přispívá i obtížné zpracování světelného toku díky rozměrům zdroje. Ve výsledku je pak celková účinnost dvojice svítidlo – světelný zdroj nižší než kupříkladu u téže dvojice s fyzicky vhodnějším zdrojem jako je například vysokotlaká sodíková výbojka. Je tedy případné využití, například v případě oblasti dálničních přivaděčů a výpadových silnic v okolí velkých aglomerací bez dopravního značení, velmi sporné. Jeho oprávněnost je nutné doložit kvalitním návrhem osvětlovací soustavy a korektním ekonomickým rozbohem. Obecně tyto zdroje lze spíše nedoporučit. Ostatně i v zemích Beneluxu, kde se tyto zdroje používaly pro osvětlování dálnic, se přechází na vysokotlaké sodíkové výbojky.

### 3.2.9. Vysokotlaké rtuťové výbojky

UV záření vzniká u těchto zdrojů obloukovým výbojem v parách rtuti při tlaku 0,1 MPa ve výbojové trubici z křemenného skla. Toto záření se transformuje pomocí luminoforu do viditelné oblasti. Hlavní elektrody tvoří wolframový drát pokrytý emisní vrstvou kysličníku barya, stroncia a vápníku.



Obr. 3.21 - příklad vysokotlaké rtuťové výbojky



Vysokotlaké rtuťové výbojky vyzářují do viditelné oblasti asi 15% přivedené energie, jejich světlo je modrobílé a modrozelené. Červená složka světla chybí a z tohoto důvodu se nanáší na vnitřní stěnu venkovní baňky ortofosfátový luminofor pro zabezpečení transformace UV záření do červené oblasti spektra. K ustálení výboje rtuťových výbojek dochází až po 3 - 5 minutách. Výhodou těchto výbojek je malý pokles světelného toku během života, odolnost proti změnám teploty, odolnost proti otřesům a menší poruchovost v důsledku menšího počtu kontaktů ve srovnání se zářivkami. Doba života je až 20 000 hod, index barevného podání  $R_a = 50$ , měrný výkon 50 až 80  $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$ . Tyto výbojky mají nevýhodu v tom, že k ustálení parametrů dochází asi až po 5 min po startu a jejich index barevného podání je neumožňuje používat ve vnitřních pracovních prostorech. Díky těmto důvodům se nehodí k osvětlování vnitřních prostorů.

### **Použití vysokotlakých rtuťových výbojek ve venkovním osvětlení**

Díky nízkému měrnému výkonu se ve veřejném osvětlení přestávají používat. Přestože podíl těchto výbojek ve spotřebě postupně stále klesá a jsou nahrazovány účinnějšími halogenidovými a zejména vysokotlakými sodíkovými výbojkami, lze však očekávat jejich používání i v nejbližší budoucnosti pro poměrně nízkou cenu. Pro barevné odlišení se používají v rámci osvětlování v pěších zón, parků, nákupních pasáží, veřejných prostor a parkovacích a příjezdových ploch shopping center. Z energetického hlediska nemají tyto světelné zdroje žádný potenciál využití do budoucnosti.

### **3.2.10. Indukční výbojky**

Do okruhu nízkotlakých výbojových zdrojů patří i světelné zdroje využívající principu indukce. Tyto světelné zdroje lze právem považovat za světelné zdroje budoucnosti. I když na principu vysokofrekvenčního buzení výboje v bezelektrodevém výbojovém prostoru se pracuje v laboratořích světových firem již po desetiletí, výbojku použitelnou se podařilo uvést na trh firmě PHILIPS teprve v roce 1993 pod označením QL (quality lighting).

Princip funkce : Do hruškovité baňky je zatavena z jedné strany otevřená trubice, do níž se vkládá feritové jádro s indukční cívkou napájenou proudem o frekvenci 2,65 MHz. Baňka nemá žádné elektrody, obsahuje pouze inertní plyn a páry rtuti. Atomy rtuti vybuzené vysokofrekvenčním polem vytvářeným cívkou, emitují ultrafialové záření, které je transformováno luminoforem na viditelné světlo. Vlivem bezelektrodevé konstrukce se dosahuje extrémně dlouhého života, podle údajů výrobce až 60 000 h, a to při velmi dobré stabilitě světelného toku v průběhu svícení. Výbojky se vyznačují všemi přednostmi, které poskytuje provoz na vysoké frekvenci. V současné době jsou výbojky vyráběny s příkonem 55 W a 85 W s účinností asi 65  $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$  a 70  $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$  při  $R_a$  větší nebo rovno 80. Doba náběhu činí 0,5 s, doba znovuzápalu je rovněž asi 0,5 s. Důležitou výhodou výbojek je jejich konstantní světelný tok v širokém teplotním rozsahu. Jejich aplikace zároveň podstatně snižuje náklady související s údržbou osvětlovací soustavy.

Na podobném principu pracuje indukční výbojka vyráběná firmou OSRAM pod názvem ENDURA např. o příkonu 150 W.



*Obr. 3.22 - příklad indukční výbojky*

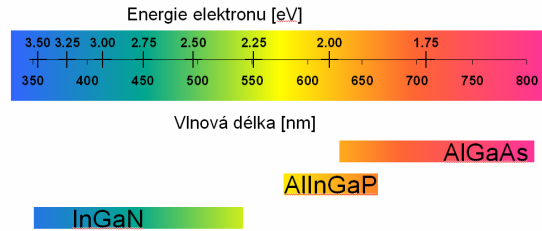
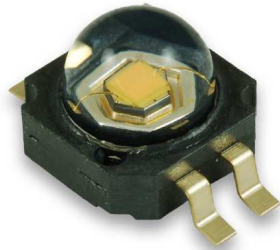
### **Použití indukčních výbojek ve venkovním osvětlení**

Indukční výbojky se umísťují v těžko přístupných prostorách bez možnosti pravidelné údržby. Z hlediska energetického přínosu nelze v současné době s těmito zdroji počítat. Nemají tedy výraznější použití ani ve venkovním osvětlování.

### **3.2.11. Světelné diody**

Světelné diody, označované také (nesprávně) LED diody, se v posledních letech ve stále větší míře využívají v nejrůznějších oblastech osvětlovací techniky. Za své rozšíření vděčí především rostoucímu měrnému výkonu. Světelná dioda je elektronický prvek, který generuje světelné záření při průchodu proudu polovodičovým přechodem. Používá tedy jiný fyzikální princip než žárovky nebo výbojky a má mnoho vlastností, kterými se od klasických zdrojů světla odlišuje. Polovodičový přechod vyzařuje velmi úzké spektrum, záření je v podstatě monochromatické. V současnosti jsou však na trhu prvky všech potřebných barev, se třemi čipy v jednom pouzdru, i světelné diody v jednotlivých barvách vhodných pro skládání bílé. Dalším způsobem je použití LED čipu, který se uvnitř pouzdra ještě opatří vrstvou aktivní hmoty, která na principu podobném luminoforu částečně převede záření na jiné vlnové délky viditelného spektra. Výsledným efektem je bílá barva. Světelné diody mají potenciál stát se vysoce účinným světelným zdrojem. Nejvíce zajímavé jsou nové aplikace v obecném osvětlování, kde se světelné diody začínají prosazovat namísto konvenčních světelných zdrojů.

## Základní typy LED - materiály



Žlutá mezera : neexistuje LED vyzařující v 550 až 585nm

Obr. 3.23 - příklad výkonové světelné diody a ukázka možností vyzařování světelných diod v oblasti různých vlnových délek v závislosti na použitém materiálu

Světelné diody lze rozdělit do 3 kategorií:

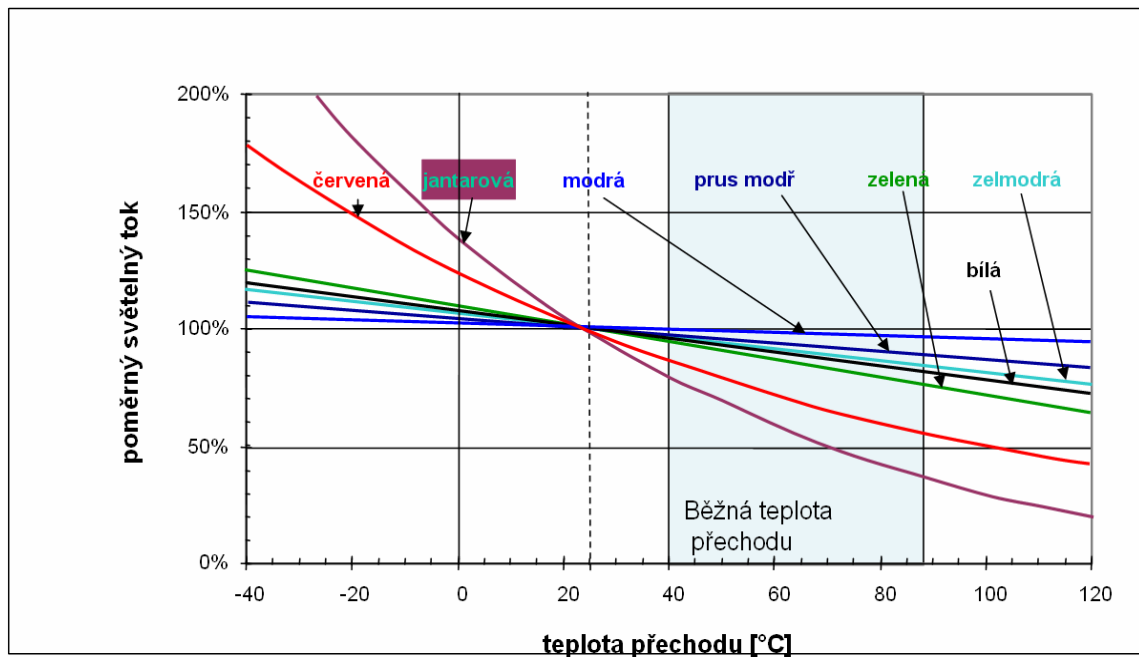
- SMD LED (indikace) – počítače, auta, mobily, orientační osvětlení
- klasické LED (signalizace) – kontrolky, třetí brzdová světla automobilů, reklama, orientační osvětlení
- výkonové LED (osvětlování) – dopravní signalizace, iluminace, zábavní průmysl.

V oblasti obecného používání (osvětlování) lze využívat pouze světelných diod s bílou barvou světla. V důsledku vysoké závislosti PN přechodu na teplotě se výrobci dostávají na maximální příkon 5 W. Tomu odpovídá světelný tok 140 lm, index podání barev může být větší než 80 a doba života až 50 000 hodin. Rozebereme-li bílé světelné diody podle jejich současných možností, pak je nutné srovnat jejich výhody a samozřejmě i nevýhody.

Tab. 3.1 - klady a zápory bílých světelných diod

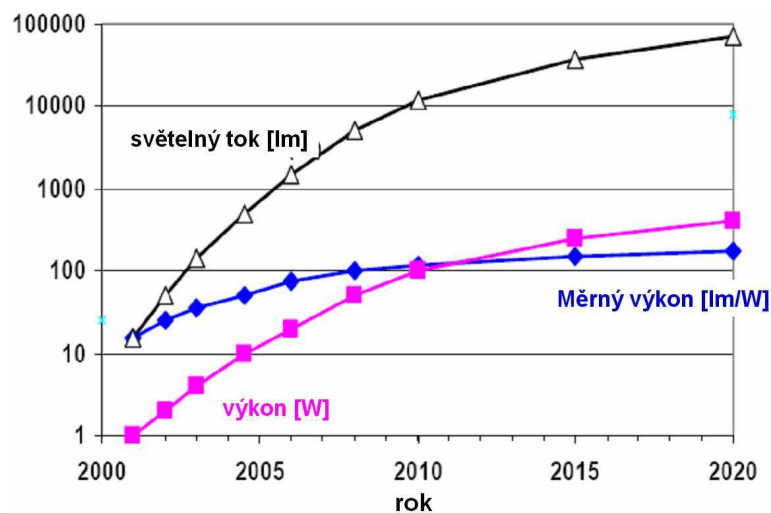
Systém	Pro	Proti
Studená bílá	Měrný výkon ~ 40 - 50 lm/W průmyslová technologie	$R_a > 70$
Teple bílá	Náhrada hal. žárovek $R_a > 90$	Měrný výkon okolo 17 lm/W
RGB	Možnost nastavení barvy Živé a syté barvy	Barevné stíny Stabilita barvy Složitější předřadník

První omezení závisí na teplotě přechodu. Tato závislost se různí dle barev světla světelných diod.



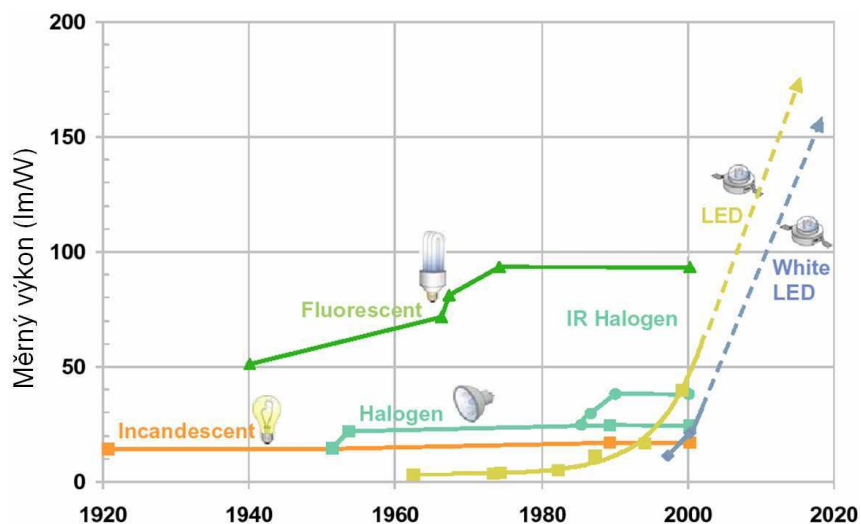
Obr. 3.24 - graf znázorňující závislost poklesu světelného toku u různých typů světelných diod v závislosti na teplotě PN přechodu

Druhé omezení použití světelných diod je v jejich maximálním příkonu a tedy i v jejich světelném toku. Tato nevýhoda se však dá odstranit použitím většího počtu světelných zdrojů. Prognóza do budoucnosti však dává tušit, že příkony světelných diod se v dohledné budoucnosti přiblíží hranici 100 W, která bude již dostatečná jak pro osvětlování vnitřních tak venkovních prostor.



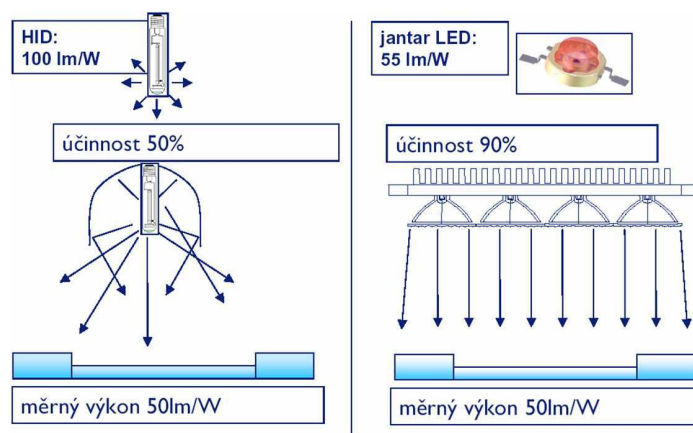
Obr. 3.25 - graf znázorňující předpoklad vývoje parametrů světelných diod v horizontu do roku 2020

Z obrázku Obr. 3.25 je také vidět relativně vysoký očekávaný nárůst měrného výkonu, který by se měl u výkonových světelných diod přiblížit k měrným výkonům běžně používaných zářivek a halogenidových a vysokotlakých sodíkových výbojek. Pro lepší představu srovnání měrných výkonů ostatních světelných zdrojů se světelnými diodami v historii, současnosti a v budoucnosti je uveden následující graf Obr. 3.26.



Obr. 3.26 - graf průběhů měrných výkonů světelných zdrojů včetně světelných diod s výhledem do roku 2020

Z výše uvedených technických parametrů a odhadů možného vývoje světelných diod vyplývají jejich významné možnosti do budoucna v oblasti vnitřního i veřejného osvětlení. Nevýhoda současného bouřlivého vývoje světelných diod je absence jejich normalizace. Nicméně ve srovnání s klasickými světelnými zdroji je jejich výhoda jednoznačně v tom, že částečně nahrazují funkci svítidel v distribuci světelného toku. Díky tomuto primárnímu směřování světelného toku se již v současné době stírají rozdíly mezi svítidly osazenými klasickými světelnými zdroji a svítidly osazenými světelnými diodami.



Obr. 3.27 - grafické znázornění výhod distribuce světelného toku u svítidel osazených světelnými diodami ve srovnání se svítidly osazenými klasickými světelnými zdroji.

*Toto srovnání je však spíše spekulativní a dokonce je možné je označit za neseriózní. Svítidlo s účinností 50% je velmi nízké kvality. Běžně se účinnosti svítidel pro veřejné osvětlení pohybují nad 70%, kvalitní dosahují účinnosti i 80%. Pak by byl měrný výkon svítidla s HID výbojkou  $100 \times 0,8 = 80 \text{ lm/W}$ , tedy stále ještě svítidlo se svítícími diodami dosahuje měrného výkonu cca 60% svítidla s vysokotlakou výbojkou obvyklé konstrukce.*

Další výraznou výhodou světelných diod je jejich snadné stmívání, které nemá vliv na dobu jejich života. Vliv na dobu života nemá ani časté spínání.

### **Použití světelných diod ve venkovním osvětlení**

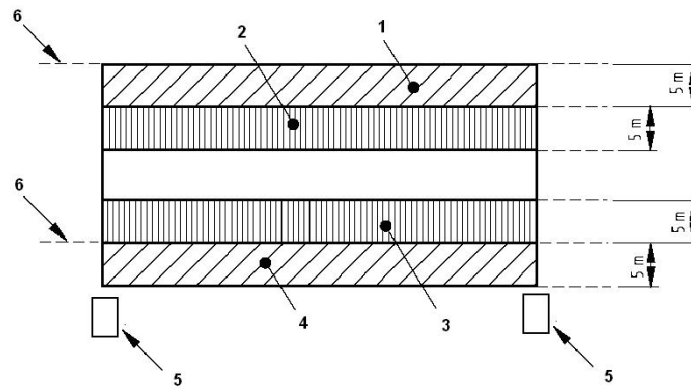
V současnosti je využití svítících diod pro venkovní osvětlení posunuto spíše do roviny dekorativní. Pro vážné ekonomické a energeticky účinné osvětlení zatím není jejich měrný světelný výkon dostatečný.

### **3.3. Směrování světelného toku pouze do prostoru komunikace**

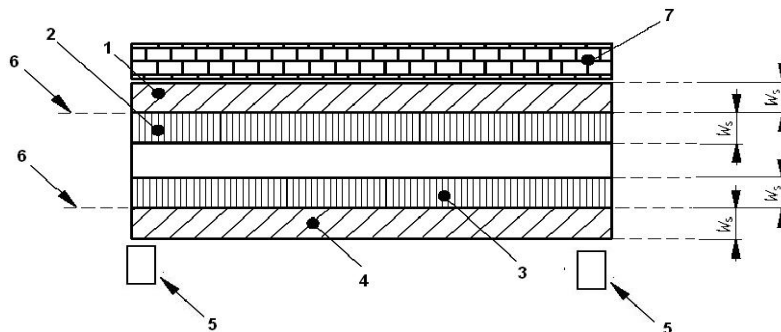
Na první pohled se jeví požadavek na směrování světelného toku svítidel pouze do prostoru komunikace jako správný požadavek. Skutečnost je však poněkud jiná. Svícení mimo komunikaci je potřebné pro zajištění informovanosti řidiče o dění mimo vozovku. Je nutné, aby byl spraven o tom, že se do vozovky chystá vstoupit chodec, který může být nepozorný, nebo opilý. Stejně může do vozovky vběhnout i nějaké zvíře, které může být oslněno světlotmety příjíždějícího vozidla. Zvíře je pak zmateno a snadno se stane obětí srážky s vozidlem. Proto je nutné osvětlit i určitý pruh okolí mimo vlastní vozovku. V normativních předpisech se na toto pamatuje a je stanoven tzv. činitel osvětlení okolí.

Definice zmíněného činitele osvětlení okolí zní následovně: Činitel osvětlení okolí je podíl průměrné vodorovné osvětlenosti dvou podélných pruhů přiléhajících ke dvěma okrajům jízdního pásu, přičemž tyto pruhy leží mimo jízdní pás, a průměrné osvětlenosti dvou podélných pruhů, přiléhajících ke dvěma okrajům jízdního pásu, ale tentokrát ležící na jízdním pásu. Šířka všech čtyř pásů musí být rovna 5 metrů, nebo polovině šířky jízdního pásu, nebo volné šířce pásu ležícího mimo jízdní dráhu, podle toho která z hodnot je nejmenší. V případě oddělených jízdních pásů se s oběma jízdními pásy zachází jako by se jednalo o jeden jízdní pás, pokud šířka středového dělicího pásu nepřekročí 10 m. Osvětlení (jas) okolí je normativně předepsán na polovinu jasu přilehlého pruhu komunikace.

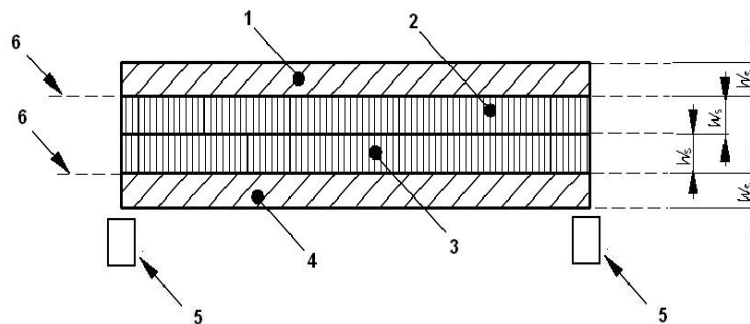
Nepřehledná formulace je srozumitelná po prostudování následujících obrázků:



Obr. 3.28 - šířka pruhu se rovná 5 m



Obr. 3.29 - šířka pruhu je menší než 5 m vlivem překážky (7)



Obr. 3.30 - šířka pruhu je menší než 5 m, protože šířka vozovky je menší než 10 m

### Legenda

- 1 Pruh 1; 2 Pruh 2; 3 Pruh 3; 4 Pruh 4
- 5 Svítidlo
- 6 Okraj jízdního pásu
- 7 Překážka
- WS Šířka pruhu

Světlo, které však dopadá mimo pruh vymezující „okolí“ je již světlo nežádoucí (i když stále ještě přijatelné a je možné je tolerovat, protože i tak zlepšuje „srozumitelnost“ komunikace). Jedná se o první z nepříznivých účinků světla, o světlo, které spadá do kategorie rušivého světla (viz pasáž o vlivu světla na životní prostředí).

Závažnější je světlo, které proniká do jiných míst než jen za hranici pásu vymezujícího okolí. Je to například světlo, které dopadá na fasády okolních objektů a zejména proniká do oken. To je však již případ, kterému je věnováno více prostoru v pasáži o rušivém světle.

Z hlediska ekonomie, tedy energetické účinnosti je samozřejmě žádoucí, aby většina světla dopadala na osvětlovanou komunikaci a „okolí“. To však není běžnými prostředky dosažitelné a je na místě považovat za velice vážnou obavu, že by takové svítidlo bylo ve skutečnosti nevhodné. Každé směrování světla je v důsledku snižování účinnosti svítidla a tedy nakonec i činitele využití dané soustavy. Příkladem je porovnání svítidel opatřených běžnou vypouklou mísou se svítidly uzavřenými plochým tvrzeným sklem. Ta druhá soustředí světlo pouze do dolního poloprostoru, což nelze říci o svítidlech s klasickým krytem. Přesto svítidla s plastovou vypouklou mísou dosahují o 5-35% lepší činitel využití než ta, která směřují světlo pouze do dolního poloprostoru.

Druhým extrémem jsou svítidla bez usměrnění světelného toku, nebo jen s nedokonalým. Typické jsou „koule“, které svítí téměř rovnoměrně všemi směry. Mají své uplatnění tam, kde je třeba svítit i do horního poloprostoru, tedy osvětlovat například průčelí architektonicky významných objektů. V ostatních případech je žádoucí jejich světlo přesměrovat některým ze způsobů uvedeným v pasáži o rušivém světle. Jak je ve zmíněném textu ukázáno, tak s přesměrováním světla silně klesá účinnost. Ovšem činitel využití lehce stoupá, takže výsledný efekt je pozitivní. Přesto takové řešení je ospravedlnitelné pouze tehdy, když má osvětlovací soustava splňovat určité estetické požadavky. V jiných případech jsou vhodnější jiná svítidla.

Z uvedeného je tedy zřejmé, že extrémní řešení nepřináší dobré výsledky. Ani „koule“, ale často ani svítidla přísně směřující světlo pouze do dolního poloprostoru, není často nejoptimálnější řešení.

Zajímavé je řešení využívající sekundárního zrcadla. Světlomet namířený směrem k zenitu osvětluje velké zrcadlo, které odráží světlo zpět k zemi (Obr. 3.31). Zrcadlo se skládá z řady dílčích zrcadel s přesně navrženou optikou. Toto řešení má dvojí efekt. Jednak se světlo dá přesně nasměrovat a lze tak nasvětlit velice přesně a bez přesahu určitou oblast. A jednak se světlo „rozdrobí“ do mnoha dílčích, sekundárních, zdrojů světla – důsledkem toho je menší míra oslnění než by byla od jednoho svítidla stejného světelného výkonu. Žel, takto lze osvětlovat pouze velká prostranství, jako parkoviště, velká autobusová nádraží, letiště. Na stejném principu jsou navržena i menší svítidla (Obr. 3.32). Je možné je použít pro osvětlování komunikací nižší třídy, s převahou pěších nebo pomalou dopravou, tedy ve společenských venkovních prostorech. V případě těchto svítidel však jde spíše o jejich dekorativní působení.





*Obr. 3.31 - systém přesného směřování prostřednictvím sekundárních zrcadel*



*Obr. 3.32 - aplikace sekundárního zrcadlového systému u svítidel pro osvětlování  
pěších zón, obchodních a společenských prostranství*

Stejně jako v jiných oblastech osvětlování, tak i v případě minimalizace světla vyzářeného mimo hlavní objekt osvětlování (vozovka), je třeba přistupovat kvalifikovaně. Jen tak bude zaručeno maximální využití světelného toku s minimálními investičními a provozními náklady i minimálním dopadem na noční přírodu.

### 3.4. Volba roztečí svítidel

Velice častým případem, před který je projektant postaven, je rekonstrukce osvětlovací soustavy veřejného osvětlení. Není přitom vzácným požadavkem zachovat stávající rozmístění světelných míst - stožárů veřejného osvětlení. Ne vždy je takový požadavek moudrý a hospodárný.

Je třeba rozlišit několik možných alternativ. Případ, kdy se provádí rekonstrukce a případ, kdy se buduje soustava „na zelené louce“. Nejlépe se jednotlivé případy doloží pomocí konkrétních příkladů.

#### 3.4.1. Příklad úplné rekonstrukce

Rekonstrukce komunikace v případě, že je stávající soustava zcela nevyhovující - daleko za svým účetním a morálním životem. Dokonce i životem fyzickým. Tehdy je nutné provést úplnou rekonstrukci. Stávající umístění a charakter světelných míst je určen stožáry 8 metrů vysokými vzájemně vzdálenými 30 m. Jedná se o zcela běžnou dvouproudovou vozovku dlouhou 360 metrů s chodníkem po jedné straně. Stožáry tvoří jednostrannou osvětlovací soustavu. Požadovaná třída osvětlení - ME4a.

Najít přijatelné řešení znamená najít takové svítidlo, které splní požadavky dané normou (a nebude je nadměrně překračovat). Svítidlo, které přitom bude co nejšetrnější ke kapse investora. Nejen z pohledu investičních nákladů, ale také z pohledu nákladů provozních.



*Obr. 3.33 – svítidlo s čirým difuzorem*

Možným řešením této konkrétní situace je například použití svítidel Siteco řady SR (Obr. 3.33) s možností měnit pozici reflektoru vůči zdroji (změnou pozice reflektoru i světelného zdroje), a tím měnit vyzářovací charakteristiku svítidla podle konkrétní potřeby (Obr. 3.34).



*Obr. 3.34 – reflektor s radiálními fazetami svítidla – je zde patrná stupnice pro změnu polohy reflektoru vůči zdroji*

Předpokládejme, že prvky osvětlovací soustavy byly v žalostném stavu a jejich výměna bezpodmínečně nutná. Že ve stejném stavu byly i elektrické rozvody. Náklady na rekonstrukci soustavy jsou zřejmé z tabulky *Tab. 3.2* (dále soustava A). Ceny jsou stanoveny podle ceníků a zvyklostí v daném místě.

V tabulce jsou uvedeny také náklady na provoz osvětlovací soustavy. Stručný výklad si zaslouží tři položky.

Položka „regulace“ – předpokládaný provoz soustavy je takový, že polovinu doby bude provozována s plným příkonem a stejnou dobu s polovičním. Průměrný příkon jsou  $\frac{3}{4}$  celkového příkonu.

Druhou položkou hodnou pozornosti je položka „náklady na čištění svítidel“, která je velice nízká. Důvod je nasnadě. Díky kvalitnímu těsnění na bázi silikonu si zvolené svítidlo uchovává po celou dobu života vynikající krytí IP65. Svítidla postačí očistit při výměně světelného zdroje.

Poslední „pozoruhodnou“ položkou je údaj o nákladech na opravy. Běžně se tato hodnota volí v rozmezí 5-7% investičních nákladů. V tomto případě byla zvolena pouze 4%. Důvodem je vypracovaný systém údržby použitých svítidel. Údržbu je možno provádět bez použití nástrojů.

Navržené řešení A splňovalo požadavek na výšku a rozteč svítidel. Ovšem poměrná rozteč 3,75 napovídá, že musí existovat lepší řešení. Se stejným typem svítidla, jen s výkonnějším světelným zdrojem a stožáry o dva metry vyššími, je možné navrhnout osvětlovací soustavu se světelnými místy vzdálenými o polovinu více než u původní soustavy.

Bylo by možné rozteč ještě zvětšit, avšak zhoršilo by to parametry osvětlení až na hraniční požadavky normy. Krom toho by patrně bylo nutné použít výložníky, takže ve výsledku by soustava nebyla o nic levnější než ta takto optimální. Jinou možností by bylo naklonění svítidel. To by ale zvýšilo ekologickou zátěž nočního prostředí. Výsledkem by byla, vzhledem k délce komunikace, úspora jednoho světelného bodu. Za cenu malých úspor investičních i provozních by se zaplatilo snížením kvality osvětlení a zhoršením životního prostředí. Proto není žádoucí hledat extrémní řešení, ale jako všeobecně optimální zvolit variantu uvedenou v *Tab. 3.3* (Dále soustava B.).

### **3.4.2. Výměna svítidel a stožárů – kabeláž zachována**

Zajímavé je prozkoumat také jiné případy, které mohou v souvislosti s rekonstrukcemi setkat. Poměrně běžná je situace, kdy jsou v pořádku kabelové rozvody, ale stožáry a svítidla jsou na konci svého života.

Ukázalo se (*Tab. 3.4*), že v takovém případě je pořizovací cena soustavy B vyšší než soustavy A. S provozními náklady je to obráceně. Doba, za kterou se vyrovnají celkové náklady u obou soustav, je dána podílem rozdílů jednotlivých nákladů. V tomto případě je to 6,4 roku. Jako přijatelnou lze považovat dobu 8-9 let.

### **3.4.3. Výměna svítidel – stožáry a kabeláž zachována**

Tento případ nastává když jsou v pořádku kabelové rozvody i stožáry, kdy je nutné provést pouhou výměnu svítidel. Potom je soustava B investičně výrazně dražší než původní. Naprosto logicky. U soustavy A se pouze demontují stará svítidla a namontují nová. U soustavy B se navíc demontují i stožáry a kabelové rozvody a namontují se nové stožáry a rozvody. Ovšem soustava B je méně náročná z provozního hlediska (*Tab. 3.5*). Není to však dostatečně velký rozdíl, který by umožnil úhradu investic v přijatelné době. Doba vyrovnání nákladů u obou soustav téměř sto let je zcela nezajímavá. V tomto případě je výhodné zachovat původní geometrii soustavy.

Poznámka: K přijatelné době vyrovnání nákladů mezi soustavou A a B (8,8 roku) dojde v případě, že by byla soustava A tvořena čtyřiadvaceti svítidly. Tedy při rozteči 15,7 metru. To je již velmi nepravděpodobné.

### **3.4.4. Zhodnocení možností při volbě roztečí svítidel**

Výsledky nelze zevšeobecnit, každý konkrétní příklad je nutné analyzovat samostatně.

Když se provádí kompletní rekonstrukce osvětlovací soustavy, tak zvětšení vzdálenosti stožárů vede k úsporám investičním i provozním. Podmínkou je použití kvalitních svítidel. K uvedeným úsporám může dojít i v případě, že by zůstala zachována kabeláž. A není vyloučeno, že k nim může dojít i v případě, že se vyměňují pouze svítidla. Jistě zajímavé budou výsledky v situaci, kdy jsou svítidla umístěna na převěsech nebo výložnicích zakotvených do objektů zástavby lemující komunikaci a tedy změna pozice je investičně relativně nízká. Je velmi pravděpodobné, že by byly úspory ještě vyšší a případy, kdy se vyplatí zvětšit rozteče světelných míst, mnohem častější.

**Tab. 3.2**

<b>Tab. 3.2 – Investiční a provozní náklady – soustava A</b>			
popis položky	množství	Kč/J	celkem [Kč]
<b>Montáž</b>			
Rozteč světelných bodů [m]	30		
Sloup 8 m [ks]	13	8 200	106 600
Svítilno SR100/100W [ks]	13	4 500	58 500
Sv. zdroj HST 100W [ks]	13	280	3 640
Montáž stožáru včetně zapojení	13	830	10 790
Montáž svítidla včetně zapojení	13	210	2 730
Patka pro sloup včetně výkopu	13	5 800	75 400
Kabel CYKY 4Bx16 včetně uložení [m]	412	180	74 160
Kabel AYKY 4Bx25 demontáž [m]	412	8	3 296
Demontáž stožáru [ks]	13	415	5 395
Demontáž patky [ks]	13	200	2 600
Demontáž svítidla [ks]	13	105	1 365
Likvidace starých sv. zdrojů [ks]	13	30	390
Likvidace starých svítidel [ks]	13	50	650
<b>Investice celkem</b>			<b>345 516</b>
<b>Cena soustavy</b>			<b>331 820</b>
<b>Provoz</b>			
Doba života sv. zdroje [hod]	24 000		
Počet hodin provozu za 1rok [hod]	4 400		
Cena el. energie za 1kWh [Kč]		1,50	
Příkon svítidla [kW]	0,115		
Celkový příkon soustavy [kW]	1,495		
Regulace	0,75		
Roční spotřeba el. energie [kWh]	4 934		
Cena za el. energii za rok [Kč]			7 400
Výměna světelných zdrojů [ks]	2	400	800
Likvidace vyměněných sv. zdrojů [ks]	2	30	60
Náklady na čištění svítidel [ks/rok]	2	100	200
Opravy – procentuální podíl z ceny soustavy [%]	4	0	13 273
<b>Provoz celkem [Kč/rok]</b>			<b>21 733</b>

**Tab. 3.3**

<b>Tab. 3.3 - Investiční a provozní náklady - soustava B</b>			
popis položky	množství	Kč/J	celkem [Kč]
<b>Montáž</b>			
Rozteč světelných bodů [m]	45		
Sloup 10 m [ks]	9	9 800	88 200
Svítilno. SR 100/150W vypouklý dif. [ks]	9	4 500	40 500
Sv. zdroj HST 150W [ks]	9	330	2 970
Montáž stožáru včetně zapojení	9	830	7 470
Montáž svítidla včetně zapojení	9	210	1 890
Patka pro sloup včetně výkopu	9	5 800	52 200
Kabel CYKY 4Bx16 včetně uložení [m]	396	180	71 280
Kabel AYKY 4Bx25 demontáž [m]	412	8	3 296
Demontáž stožáru [ks]	13	415	5 395
Demontáž patky [ks]	13	200	2 600
Demontáž svítidla [ks]	13	105	1 365
Likvidace starých sv. zdrojů [ks]	13	30	390
Likvidace starých svítidel [ks]	13	50	650
<b>Investice celkem</b>			<b>278 206</b>
<b>Cena soustavy</b>			<b>264 510</b>
<b>Provoz</b>			
Doba života sv. zdroje [hod]	24 000		
Počet hodin provozu za 1rok [hod]	4 400		
Cena el. energie za 1kWh [Kč]		1,50	
Příkon svítidla [kW]	0,176		
Celkový příkon soustavy [kW]	1,584		
Regulace	0,75		
Roční spotřeba el. energie [kWh]	5 227		
Cena za el. energii za rok [Kč]			7 841
Výměna světelných zdrojů [ks]	2	450	900
Likvidace vyměněných sv. zdrojů [ks]	2	30	60
Náklady na čištění (1/rok) [ks]	2	100	200
Opravy - % ceny soustavy [%]	4	0	10 580
<b>Provoz celkem [Kč/rok]</b>			<b>19 581</b>

**Tab. 3.4**

<b>Tab. 3.4 – Varianta II – Výměna svítidel a stožárů</b>		
Soustava	A	B
Investice celkem [Kč]	268 060	278 206
Provoz celkem [Kč/rok]	21 156	19 581
Doba vyrovnání nákladů [rok]	6,4	

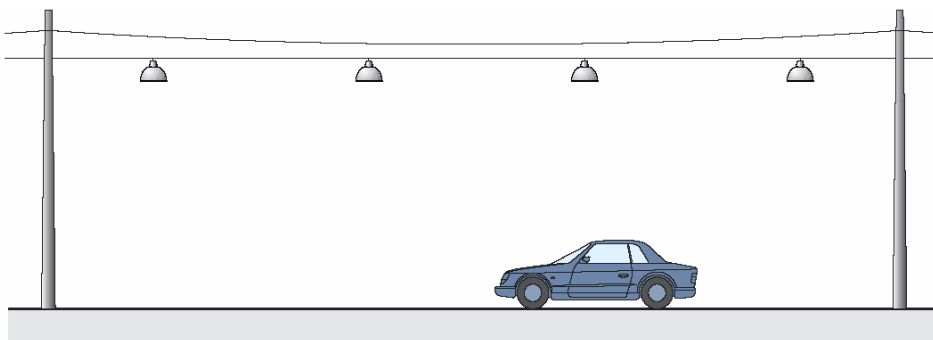
**Tab. 3.5**

<b>Tab. 3.5 - Varianta III – Výměna svítidel</b>		
Soustava	A	B
Investice celkem [Kč]	67 275	278 206
Provoz celkem [Kč/rok]	21 733	19 581
Doba vyrovnání nákladů [rok]	98,0	

### 3.5. Příklady vhodně rozmístěných osvětlovacích soustav

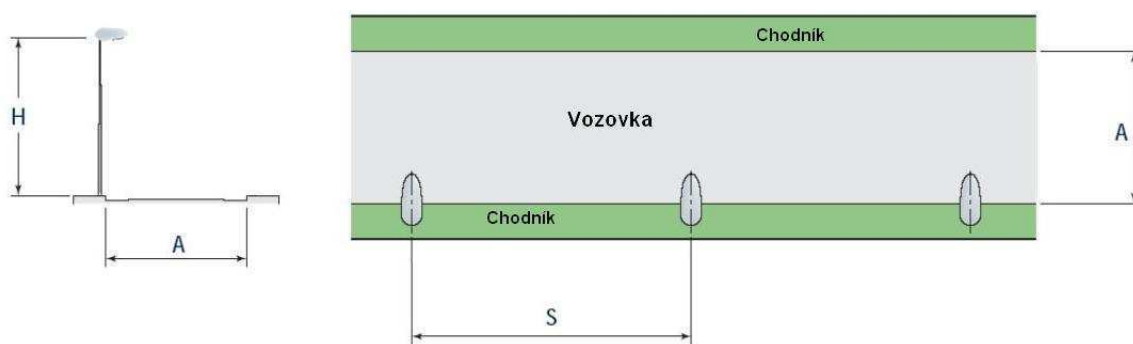
Ve veřejném osvětlení je samozřejmostí splnění základních požadavků pro vidění. Jejich naplnění většinou i určí jaké soustavy je třeba použít. Někdy však nastane problém, že nelze svítidla umístit optimálně. Pak dojde samozřejmě k určitým kompromisům. Ke značným omezením dojde zejména z důvodů specifické polohy pozorovatele, tedy nízko sedící řidič hledící do dálky. Tomu je nutné přizpůsobit celou osvětlovací soustavu. To se zejména týká jasů svítidel (oslnění) v úhlech, pod kterými je má řidič v zorném poli.

Nejefektivnější rozmístění osvětlovací soustavy z hlediska distribuce světelného toku a tudíž i z důvodu minimálního příkonu je osvětlovací soustava osová viz. Obr. 3.35. Tato osvětlovací soustava je však většinou těžko realizovatelná.



Obr. 3.35 - příklad osově osvětlovací soustavy veřejného osvětlení

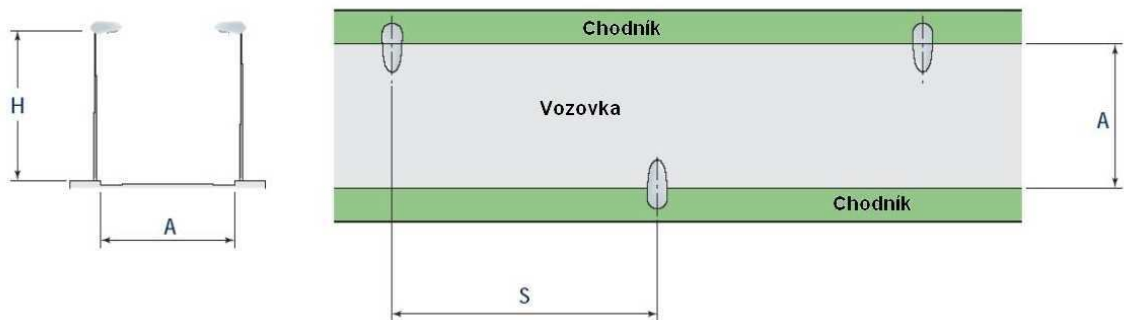
Pro relativně úzké komunikace s nižší třídou osvětlená se používají tzv. jednostranné osvětlovací soustavy, které jsou díky svým minimálním nákladům na instalaci velmi oblíbené (pouze jedno napájecí vedení – jedna liniová stavba) viz. Obr. 3.36.



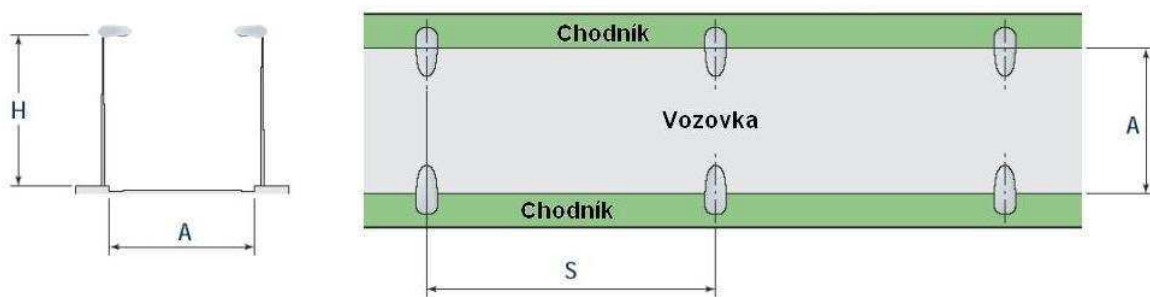
Obr. 3.36 - příklad jednostranné osvětlovací soustavy veřejného osvětlení

Pro širší komunikace se používají dva typy oboustranných osvětlovacích soustav.

- oboustranná vystřídaná viz. Obr. 3.37,
- oboustranná párová viz. Obr. 3.38.



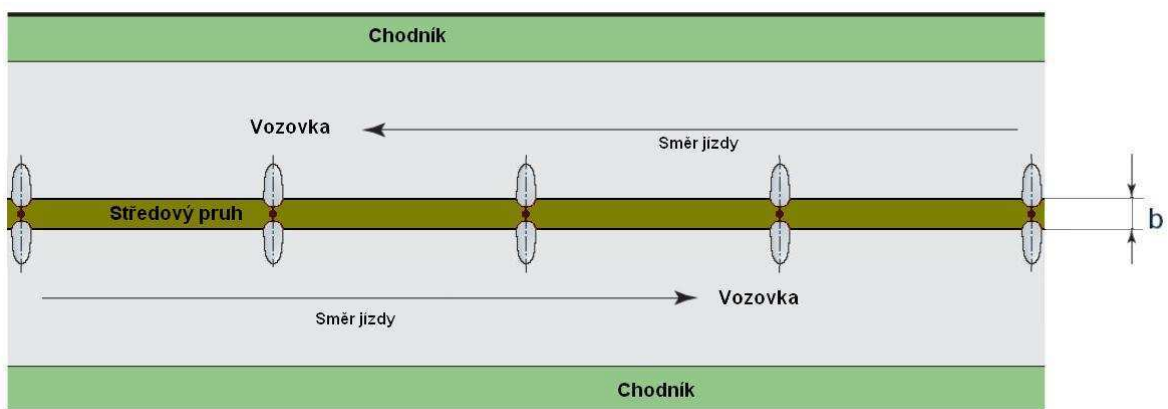
Obr. 3.37 - příklad oboustranné vystřídané osvětlovací soustavy veřejného osvětlení



Obr. 3.38 - příklad oboustranné párové osvětlovací soustavy veřejného osvětlení

Obě dvě osvětlovací soustavy mají problém z hlediska vysokých nároků na pořizovací náklady z hlediska nutnosti položení napájecího vedení po obou stranách komunikace. Důvodem tohoto řešení bývá požadavek na kvalitativní parametr osvětlovací soustavy – rovnoměrnost.

Pro směrově rozdělené komunikace lze využít osvětlovací soustavu viz. Obr. 3.39, která v sobě skrývá výhody výše uvedených osvětlovacích soustav.



Obr. 3.39 - příklad osvětlovací soustavy veřejného osvětlení na směrově rozdělené komunikaci



Osvětlovací soustavy veřejného osvětlení lze z energetického hlediska optimalizovat na základě možností umístění svítidel a kombinace výšek zavěšení a roztečí s konkrétními typy svítidel. Svítit by se mělo pouze do oblasti komunikace, resp. chodníku a nikoliv do okolního prostoru. Nesmí se však opominout skutečnost, že i svícení mimo komunikaci je potřebné pro zajištění informovanosti řidiče o dění mimo komunikaci.

Úspory ve veřejném osvětlení lze rovněž dosahovat optimálním spínáním osvětlovacích soustav dle astronomického času, čímž se zkrátí doba jejich provozu. Zde však nastává riziko, že osvětlovací soustava nebude reagovat na předčasné setmění vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek (nebo pozdní rozednění). Je tedy spínání ovládané fotočidlem nejvhodnější, protože reaguje na změnu světla skutečnou, nikoliv teoretickou.

### **3.6. Údržba VO, zvyšování intervalu údržby svítidel a výměny světelných zdrojů**

#### **3.6.1. Údržba osvětlovacích soustav VO**

##### **Všeobecně**

VO je ze zákona o obcích (obecním zřízení) majetkem obce (města, statutárního města). Tento subjekt vykonává veškerá vlastnická práva a povinnosti k tomuto majetku. Ve prospěch a ke spokojenosti vlastních občanů a tranzitující dopravy vlastník zajišťuje provoz VO. Zajištění může být za tím účelem zřízenou vlastní organizací nebo jiným podnikatelským subjektem na základě výběru a uzavřeného smluvního vztahu.

Nutno konstatovat, že žádná forma smluvního vztahu nesnímá z vlastníka práva a povinnosti k jeho majetku. Smluvní firma vykonává úkony dané smlouvou na stávajícím a technicky funkčním zařízení. Dojde-li k vyčerpání života nebo až dosažení havarijního stavu zařízení, musí vlastník na základě vlastního zjištění nebo na upozornění smluvní servisní firmy učinit rozhodnutí o odstranění nebezpečného zařízení bez náhrady nebo obnovení (celkovou rekonstrukci) zařízení. Na morálně zastaralém, technicky nespolehlivém nebo havarijním zařízení je pro vlastníka (město, obec) další pokračování běžné údržby neekonomické a již nemůže řešit nevyhovující stav majetku vlastníka.

Rozvod veřejného osvětlení spadá do vyhrazených technických zařízení a jako každé takové technické zařízení musí být po dobu své životnosti řádně udržováno. Tím spíše, že se jedná právě o vyhrazené technické zařízení. Vybraná ustanovení vyhlášky ČÚBP a ČBÚ č. 20/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená elektrická zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti, ve znění vyhlášky č. 553/1990 Sb. v § 2 stanoví, že vyhrazená elektrická zařízení jsou zařízení pro výrobu, přeměnu, rozvod a odběr elektrické energie.

Od roku 1995 platí technická norma ČSN 33 2000-1, kde je článek 13N6.2:

*„Elektrická zařízení musí být pravidelně kontrolována a udržována v takovém stavu, aby byla zajištěna jejich správná činnost a byly dodrženy požadavky elektrické a mechanické bezpečnosti a požadavky ostatních předpisů a norem“.*

Údržbu VO lze rozdělit do pěti činností. Je to:

- běžná údržba
- preventivní údržba
- odstraňování následků škod a vandalismu
- zajištění centrálního dispečinku a pohotovostní poruchové služby
- zajištění pravidelných elektrovevizí

Toto členění bylo praktikováno a bylo prakticky ověřeno v období metodického řízení VO Správou pro místní hospodářství ministerstva vnitra ČSR (např. metodické příručky z roku 1985); po politickém převratu 1989 se přesunem kompetencí k tomuto zařízení jednotlivým obcím bez další technické podpory ze strany okresů (krajů) a státu. Tím se vytratila systematickost, ekonomicko-technická podpora, došlo k všeobecnému zjednodušení pohledu na toto zařízení ve smyslu pouhého hodnocení světelné funkčnosti s podceňováním stavu podpěr a rozvodů.

### **3.6.2. Běžná údržba**

Běžná údržba jsou nezbytné zásahy do provozovaného zařízení VO vyvolané nějakým mimořádným poruchovým stavem, který způsobil narušení provozu nebo výpadek světelných míst apod. Nejedná se o plánovanou činnost, výkony běžné údržby jsou zcela nepředvídatelné a musí bezodkladně reagovat na přijatá hlášení nebo zjištění při vlastní kontrolní činnosti.

Zajištěním běžné údržby nedochází a ani nemůže být jejím cílem zlepšení technického stavu zařízení obecně, jedná se jen o odstraňování poruchových stavů nebo provedení takových opatření, která jsou nezbytná pro operativní zprovoznění nefunkční části zařízení VO.

Zahrnuje všechny nezbytné úkony k zajištění plynulého provozu zařízení VO, prováděné podle platných předpisů. S výkonem běžné údržby je také spojena kontrolní činnost pracovníků údržby, kteří při pohybu v terénu zjišťují a zaznamenávají veškeré informace o poškozeních, o zvláštních stavech na zařízení, případně nepovoleném využívání stožárů apod. Do kontrolní činnosti také patří pravidelné noční kontroly spravovaného území za účelem ověření funkčnosti celé soustavy, zjištění problematických míst, kde je nutné přijmout určitá dlouhodobá koncepční opatření, zjištění dílčích, ojedinělých výpadků, aniž by bylo nutné čekat na nahlášení ze strany obyvatel nebo jiných účastníků silničního provozu (MHD, Policie, záchranný sbor).

### **Základním obsahem běžné údržby je:**

- udržení soustavy VO v pravidelném provozu na smluvně dohodnuté úrovni. Do výpadků v rámci prováděných kontrol nemohou být započítávána nefunkční SM na havarijních nebo z jiných důvodů nefunkčních rozvodech VO, která byla již dříve vlastníkově nahlášena a jsou předmětem řešení,
- odstraňování poruch na kabelovém rozvodu formou operativní opravy vedoucí k co nejrychlejšímu opětovnému zprovoznění soustavy VO s následným předáním podkladů pro definitivní odstranění poruchy tzn. uvedení zařízení do stavu podle provozní dokumentace (pasportu VO)
- opravy výpadků SM zjištěných při noční kontrolní činnosti, nahlášených zástupcem vlastníka nebo občany města, formou výměny světelného zdroje, opravy předradníku, jištění svítidla.
- seřizování časových spínačů v souladu s ročním provozním kalendářem, ošetřování fotometrických spínacích prvků apod.,
- čtvrtletní kontrolní odečty elektroměrů včetně předání přehledů objednateli
- v rámci prováděných úkonů BÚ i namátková kontrolní činnost pracovníků údržby, kteří při pohybu v terénu zjišťují, zaznamenávají a vlastníkově VO předávají veškeré informace o poškozeních, o zvláštních stavech na zařízení, případně nepovoleném využívání stožárů apod.
- vlastní kontrolní činnost provozovatele - noční kontroly spravovaného území za účelem ověření funkčnosti celé soustavy, zjištění výpadků VO bez hlášení ze strany obyvatel nebo jiných účastníků silničního provozu, např.:
  - 1 x týdně - hlavní dopravní tahy, průjezdní a spojovací komunikace
  - 2 x měs - vnitroblokové komunikace a dvorní části hromadné zástavby
  - 1 x měs - sady, parky okrsku 1 a oblasti venkovního vedení VO.

### **Následné zjišťování příčin poruchy**

S výjimkou dožití světelného zdroje, je nutné pokaždé, a zejména při poruchách zapříčiněných odpojením jistícím prvkem (hlavní jistič RVO, jištění vývodů, jištění na elektrovýzbroji), nejprve zajistit maximální možné zprovoznění zařízení VO a následně pátrat po příčině působení jistícího prvku, aby se zamezilo opakovaným poruchám. Tato činnost a potřebná měření probíhají následně po nočním pohotovostním zásahu, proto je nutné klást důraz na fungující systém přenosu informací mezi pohotovostní poruchovou službou a údržbou působící na dotčeném území.

Zejména v případech, kdy je nutné pro okamžité zajištění provozu zařízení VO provést náhradní přepojení využitím tzv. havarijních propojení, nebo prozatímních převěsů, je nesmírně důležité správné předávání informací v rámci firmy i vůči zástupci vlastníka VO. Jestliže komunikace nefunguje, zůstávají operativní přepojení a převěsy dlouhodobě bez další kontroly a odstranění

původních poruch zapojené. Takové zařízení se může stát nebezpečným a to minimálně ze tří hledisek:

- zapojením havarijního propojení se může vytvořit extrémně dlouhá trasa vývodu jištěného v RVO (RVOO); zvýšenou impedancí poruchové smyčky není splněna podmínka samočinného odpojení v požadovaném čase a takové zařízení již není bezpečné podle ČSN 33 2000-4-41
- porušení příslušné ČSN provozováním prozatímních (pohyblivými vodiči) vedení přes povolenou dobu a navíc bez platné revize
- nebezpečí vyplývající z nevědomého zapnutí části rozvodu VO, které podle platného pasportu nemá být zapínaných VO napájeno. K tomu může dojít v rámci pravidelné údržby, zkoušení, provádění elektrovevize. Tím vzniká značné riziko úrazu elektrickým proudem pracovníků pracujících na zařízení VO

### **Souběžně prováděné práce při výkonech běžné údržby**

V rámci přítomnosti pracovníka údržby na konkrétním zařízení VO při pohotovostním zásahu, odstraňování poruchy (tj. při běžné údržbě) lze provádět v omezené míře některé úkony, které svým obsahem již patří do oblasti preventivní údržby, ale je technicko ekonomické je v dané chvíli vykonat, a to zejména v případech kdy je k odstranění poruchy nutné nasazení montážní plošiny.

Při odstraňování zjištěných vad (vadné pojistky, odpojené žíly kabelů, poškozené přístroje apod.), jedná-li se o práci v denní době, provede přítomný pracovník potřebná proměření, uvedení do funkčního stavu nebo výměny vadných prvků. Nejde-li to vyřešit na místě (nemá ve vozidle potřebné přístroje, porucha většího rozsahu apod.), nebo se jedná o zásah v nočních hodinách, musí zaznamenat tuto skutečnost do montážního deníku a předat tuto informaci pro následné zajištění opravy.

### **Rozváděč VO**

Při zásahu, při kterém je nutné otevřít rozváděč VO, je současně nutné provést:

- kontrolu a případnou opravu vnitřního osvětlení RVO
- vizuální kontrolu přístrojů zejména z hlediska krytí živých částí krytem, celistvost krytů
- kontrolu normálního stavu jistících prvků (jistice v poloze zap, nepřetavené pojistky)
- kontrolu zapojení všech vodičů a přístrojů podle schéma rozváděče a jejich řádné uchycení
- hrubé očištění od nečistot

### **Světelné místo - elektrovýzbroj**

Při zásahu na světelném místě, při kterém je nutné otevřít prostor stožárové nebo paticové rozvodnice, je současně nutné provést:

- kontrolu jistících prvků svítidla(del)

- kontrolu a dotažení všech svorkových spojů
- kontrolu zapojení všech vodičů kabelu
- kontrolu těsnosti dvířek stožárové rozvodnice, kontrolu všech přístrojů zejména z hlediska krytí živých částí, celistvosti krytů
- hrubé vyčištění od nečistot
- odstranění nepovolené reklamy, polepu.

### **Světelné místo - svítidlo**

Při zásahu na světelném místě, kdy je nutné pracovat i na samotném svítidle, je současně nutné provést:

- kontrolu a dotažení všech svorkových spojů
- kontrolu zapojení všech vodičů svodového kabelu
- vizuální kontrolu přístrojů předřadníků a výměnu v případě viditelného poškození nebo viditelných projevů stavu stárnutí prvků
- kontrolu těsnosti krytů, zejména krytu světelně činné části a jeho těsnění všude tam, kde se při výměně zdroje kryt musí odklápět nebo odnímat
- při každém zásahu na svítidle je bezpodmínečně nutné provést alespoň základní mechanické očištění průhledného krytu světelně činné části.

Cena zajištění běžné údržby ve výše uvedeném rozsahu na zařízení VO je dohodnuta v návaznosti na počet SM paušální sazbou v Kč/SM / měsíc nebo den. Podle soupisu zásahů je fakturace doplněna o prokazatelně použitý materiál, refakturaci nezbytných najímaných dodávek a služeb (měřící vůz, likvidace odpadu apod.).

Na základě dalších ujednání mezi objednatelem a zhotovitelem může být oblast běžné údržby ještě doplněna o další sjednané úkony jako např.:

- zajištění noční pohotovostní služby (paušál Kč/SM/měsíc) – přičemž výjezdy a noční zásahy jsou fakturovány zvlášť v HZS + sazba za montážní vůz (zásahové vozidlo) podle dispečerského deníku a montážních listů (následné denní dořešení problému je již součástí celkového paušálu běžné údržby)
- zajištění komunikace, technické podklady pro objednatele, účasti na přejímacích řízeních, kontrolní činnost na stavbách VO – fixní částka Kč/měsíc nebo HZS pro každý úkon
- denní kontrolní prohlídka stavu zařízení VO se zaměřením na bezpečnost zařízení (zjevná poškození, kryty živých částí, vandalismus, následky nenahlášených havárií vlivem dopravního provozu apod.) – četnost za měsíc podle požadavku objednatele – cena sjednána podle navrhované kalkulace zhotovitele vycházející z HZS pracovníka a nákladů na vozidlo (náhrada za km) včetně vypracování protokolu pro objednatele

Vytyčení zemního vedení VO pro třetí strany (investory, stavebníky apod.) je samostatným příjmem zhotovitele na základě objednávek těchto osob.

### 3.6.3. Preventivní údržba

Je neekonomičtější formou údržby zařízení a také rozhodující činností, která v případě řádného plánování a provádění pozitivně ovlivňuje délku života zařízení. Podceňování preventivní údržby vede k hromadění problému se zajištěním provozu VO (zejména v zimních měsících), prodražuje se běžná údržba, zhoršuje se účinnost osvětlovací soustavy a tím hospodárnost provozu. Šetření finančních prostředků na úkor preventivní údržby má ve svých důsledcích za následek značné ekonomické ztráty v podobě zvýšených nákladů běžné údržby, mnohdy to vede i k předčasné potřebě celkové rekonstrukce zařízení pro jeho havarijní stav.

Jedná se o práce na zařízení VO, které nemají za cíl řešit již nastalé poruchové stavy, ale předcházet jim. Vystavěné a do majetku zavedené VO má minimálně 30 letou životnost. Není ale možné omezit údržbu jen na reagování na světelné výpadky zařízení VO zaviněné ať už vlastním světelným zdrojem nebo jiným prvkem v rozvodu. Tuto formu operativní (nahodilé a předem neplánovatelné) údržby řeší zajištění běžné údržby.

Je třeba si uvědomit, že nejdražší údržba je vynucený jednotlivý výjezd na od sebe různě vzdálená jednotlivá světelná místa znemožňující hospodárné plánování práce.

Vlastník zařízení jako dobrý hospodář musí vycházet z toho, že VO je tvořeno skladbou různých výrobků s různě dlouhou dobou spolehlivé provozní životnosti a musí tedy průběžně ošetřovat a obnova jednotlivé skladební prvky po celou dobu provozování zařízení tak, aby mohlo být dosaženo celkové maximální životnosti VO a po celou dobu vysoké provozní spolehlivosti. Preventivní údržba spojená s plošnou výměnou kvalitních zdrojů při důsledné kontrole kvality předřadníků ve svém důsledku znamená, že do takové oblasti se nemusí opakovaně najíždět. Zvýšení efektivnosti prací, provozní spolehlivosti zařízení VO a s tím spojené ekonomické přínosy vyplývají z následujících důvodů:

- snížení časových ztrát zbytečným přejížděním (práce v lokalitě)
- možnost dlouhodobého plánování práce a potřebného materiálu
- konkrétní přebírání dokončené práce, jednodušší kontrola kvality
- možnost dohodnutí záručních dob na provedené práce (nátěry, zdroje aj.)
- každé světelné místo a rozváděče jsou v pravidelném termínu komplexně ošetřeny
- logické snížení počtu nahodilých poruch
- možnost úspory nákladů za periodické elektrovizy (dle ČSN každé 4 roky) při oprávněném vynechání jednoho cyklu (prodloužení na 8 let) při zpracovaném plánu preventivní údržby
- v pravidelném cyklu je navštíven každý prvek zařízení VO a tím je zvýšená kontrola a prevence před neoprávněným využíváním zařízení VO.

Vzhledem k tomu, že zařízení VO je rozptýleno po celém území města, není splnění tohoto úkolu možné bez přesné evidence a stanoveného plánu provádění preventivní údržby.

Na každém stavebním prvku zařízení VO dojde v určitém periodickém cyklu buď k provedení udržovacích prací, nebo k výměně. Vhodným naplánováním lze dosáhnout rovnoměrnosti nákladů pro každý finanční rok, což je důležité pro skladbu a obhajobu rozpočtu města. Přitom je třeba mít na paměti, že jakékoliv omezení rozpočtu PÚ v některém z následujících období zcela systém rozbije.

Je pravdou, že nastartování úvodního čtyřletého cyklu vyžaduje vyšší finanční prostředky, než bylo v letech předchozích zvykem vynakládat, protože vedle preventivně ošetřovaného zařízení je ještě nutné operativně udržovat provozované zařízení, které ještě cyklem PÚ neprošlo. V prvním roce nastartování PÚ se jedná o celé 3/4 zařízení VO, které bude stále vyžadovat nahodilou neplánovanou běžnou údržbu. Každým dalším rokem provádění PÚ ubývá 1/4 zařízení tohoto charakteru, takže po ukončení prvního čtyřletého cyklu se zásadně změní poměr mezi náklady PÚ a BÚ.

### **Zpracování plánu PÚ**

Vlastník VO zajistí vlastními silami nebo dodavatelsky vypracování plánu PÚ na první čtyřleté období, za které musí být ošetřeno veškeré zařízení VO. V prvním cyklu se stanoví podle stáří a aktuálního stavu VO nejdůležitější úkony, v následujících cyklech se toto ošetření obnovuje a přistupuje se k výměnám těch stavebních prvků zařízení, které mezitím vyčerpali svoji technicko-ekonomickou životnost. Zpracovávat plán PÚ má však smysl pouze tehdy, je-li vlastník VO přesvědčen o smyslu tohoto kroku a je připraven finančně zajistit jeho každoroční financování v plné výši.

### **Důležitost dlouhodobého výkonu PÚ**

Tragickou chybou ovšem je, když po několika letech cyklu pravidelné PÚ náhle rada města nebo zastupitelstvo obce sníží rozpočet VO a nepokryje oblast PÚ na jeden rok nebo celé volební období v domněnání, jak dobře hospodaří s finančními prostředky. Opak je pravdou. Dojde k přerušení pravidelného cyklu ošetřování choulostivých míst zařízení VO, znehodnotí se práce PÚ před tímto rozhodnutím a pokud později přijdou páni konšelé k rozumu, bude se celý proces muset znovu nastartovat, odstranit větší zanedbanost, více prostředků věnovat odstraňování téměř havarijních stavů než souvislé a ekonomicky efektivní plošné údržbě. Ještě horší je, že v takovém případě šetření na úkor PÚ se současně omezí nebo neposílí rozpočet investic do obnovy VO – takže zařízení každým rokem stárne ke svému konci a přitom nemá ani zajištěnu potřebnou údržbu, pokud jsou prostředky jen na výměny světelných zdrojů.

### **Zásady přípravy plánu PÚ**

Lze shrnout do následujících bodů:

- vypracování přehledné mapy města s rozlišeným vyznačením území se zařízením VO podle jednotlivých nejbližších roků obnovy elektrovizy
- vytvoření čtyř územně kompaktních území s přibližně srovnatelným počtem SM podle největšího počtu nutných obnovy revizí v jednom vybraném roce a území i za cenu, že se některé revize budou muset provést tzv. v předtermínu.
- podle stáří zařízení VO nebo podle poslední předcházející větší údržby, rekonstrukcí apod. zvolit nejzanedbanější území pro první rok zavedení plošné preventivní údržby.

- od tohoto území pokračovat v návrhu dalších let postupně v navazujícím území (např. po směru hodinových ručiček), aby se za čtyři roky celá oblast města uzavřela.
- v prvním čtyřletém cyklu se v souběhu s preventivní údržbou budou provádět i periodické elektrovevize, aby byl co nejpodrobněji podchycen celkový stav zařízení a byl uveden do náležitého pořádku.

### Lhůty výkonů preventivní údržby podle prvků zařízení VO

Pro přípravu a plánování preventivní údržby je nutné stanovit optimální lhůty opakované údržby namontovaných prvků zařízení VO a lhůty provádění celkových výměn (dosažení technicko ekonomické životnosti prvku).

PÚ je nutné provádět na předem vymezeném souvislém území s tím, že nesmí být v zadaném území vynechán žádný prvek zařízení VO. To je důležité pro následnou zvýšenou spolehlivost zařízení, kontrolu a přebírání prací.

**Tab. 3.6 – přehled lhůt údržby, výměn a rekonstrukce souboru zařízení VO**

	Prvek souboru VO	lhůta provedení (rok)		
		údržba ošetření	výměna	investice obnova zař.
1.	Rozváděče			30 - 32
1.1.	RVO, RVOO, RVOS	4	16	
2.	Světelná místa			
2.1.	elektrovýzbroj vč. stožárové rozvodnice	4	8	
2.2.	svítidlo	4	12	
2.2.1.	světelný zdroj		4	
3.	Nátěry			
3.1.	vlastní stožáry VO		8	
3.2.	výložníky na DPO, SME, objekty		8	
4.	Revize elektro, prohlídka			
4.1.	prohlídka v rámci preventivní údržby	4		
4.2.	pravidelná revize vč. revizní zprávy		8	

Pro PÚ je dobré mít dopředu vypracovaný ceník všech opakovaných úkonů. To je velká výhoda pro následné finanční plánování a zjednodušuje likvidaci dodavatelských faktur.

Zavedení a důsledná realizace PÚ podle plánu přinese následně snížení nákladů BÚ,lepší celkový technický stav provozovaného zařízení po celou dobu jeho životnosti, sníží poruchovost zařízení (tím sníží náklady na výjezdy pohotovostní služby). Po několika cyklech důsledného provádění se prokáže, že dlouhodobá PÚ fakticky posunula hranici životnosti celého zařízení VO.

### Vymezení rozsahu prací PÚ

Jedná se o komplexní ošetření zařízení VO a výměnu těch prvků, které podle roků instalace již výměnu vyžadují. Proto je nutné jednou plánovitost údržby nastartovat, aby se zamezilo



operativním nekoordinovaným výměnám prvků s mnohaletou životností v rámci různých nahodilých poruch.

Na každém stavebním prvku zařízení VO tedy dojde v určitém periodickém cyklu buď k provedení údržbářských prací, nebo k výměně. Vhodným naplánováním lze dosáhnout i určité rovnoměrnosti nákladů pro každý finanční rok.

Samozřejmě, že do každého území budou zasahovat např. nové stavby VO, rekonstruované části VO, přeložená VO s velmi krátkou dobou od předání. V takovém případě se provede pouze mechanické očištění a prohlídka.

### **Rozváděče**

Rozváděče VO - zahrnuje zapínací, odbočné, smyčkovací skříně VO, rozpojovací skříně napájecích kabelů:

- údržba - provádí se v každém cyklu PÚ - očištění, dotažení a konzervace spojů, prohlídka, výměna poškozených prvků a přístrojů, vnitřního osvětlení, kontrola zaplombovaných přírodních částí před elektroměrem, kontrola platnosti schéma, případně jeho oprava a vylepení do rozváděče, oprava nátěrů, výstražných tabulek, označení, oprava podezdívky, pilíře
- výměna - provádí se podle aktuální potřeby - celková výměna rozváděče včetně pilíře (u betonových pilířů rozhodne správce VO v zadání PÚ), ošetření koncovek kabelů a jejich opětné zapojení, zajištění přemístění elektroměru a zaplombování, úprava terénu, nátěry.

### **Světelná místa**

Světelná místa (SM) - pro plán samostatně posuzovat podpěrný systém (stožáry, výložníky na cizích stožárech, objektech), elektrovýzbroj (svorkovnici ve stožáru, pod patičí, ve skřínce na dřívku stožáru apod.) včetně koncovek rozvodových kabelů, svítidlo a světelný zdroj, svodový kabel (propojení mezi hlavním rozvodem - elektrovýzbrojí a vlastním svítidlem).

### **Světelné místo - podpěrný systém**

- údržba, kontrola - v každém cyklu PÚ - prohlídka, těsnění patič na dřívku, odstranění polepů, plakátů, kontrola, oprava nebo doplnění dvířek, obnovení očíslování SM, označení výstražným bleskem, promazání zámků, zvýšené zajištění dvířek (např. páskováním),
- komplexní ošetření - v každém druhém cyklu PÚ – kromě údržby dle písm. a) se jedná o obnovu nátěru, u paticových stožárů ošetření pod patičí, zejména důraz na místo vetknutí do země, obnova nadzemních hlavic nad úroveň terénu (pro paticové i bezpaticové stožáry) - provádí se u SM ve stejném cyklu s výměnou elektrovýzbrojí a GO stožárové rozvodnice.

### **Světelné místo – stožárová (objektová) rozvodnice**

Jedná se o citlivé místo zařízení VO, které bývá častým zdrojem poruch a s tím spojených výpadků větších či menších úseků VO. Minimálním rozsahem PÚ je:

- údržba - v každém cyklu PÚ - prohlídka, očištění, dotažení spojů, konzervace, kontrola propojení PEN, kontrola těsnosti dvířek, požadovaného krytí IP 43, jejich opravy, doplnění, nátěr dvířek, označení výstražným bleskem, promazání zámků, zvýšené zajištění dvířek (např. páskováním),
- výměna a GO - v každém druhém cyklu PÚ - celková výměna elektrovýzbroje, ošetření koncovek kabelů a opětné připojení, dotažení, propojení PEN a neživou částí dřívku, konzervace spojů, kontrola a zajištění min. krytí IP 20 živých částí elektrovýzbroje
  - paticový stožár – povolení (odpálení) šroubů patice, odstranění obou polovin, kontrola, prasklé nebo ulomené díly odstranit a nahradit bezvadnými, PÚ dřívku stožáru, opětná montáž patice, propojení PEN na neživé části patice, vystředění na opravené nebo nové betonové hlavici, zatěsnění mezi dřívkem a hrdlem patice, kontrola dvířek, jejich opravy, doplnění, nátěr dvířek, označení výstražným bleskem, promazání zámků, zvýšené zajištění dvířek (např. páskováním),
  - bezpaticový stožár – nátěr vnitřního prostoru stožárové rozvodnice (vrchní na zinkovaný povrch; mechanické očištění, odrezivění, základní a vrchní u stožárů nezinkovaných) po odstranění stávající elektrovýzbroje, osazení nové elektrovýzbroje, kontrola dvířek, jejich opravy, doplnění, nátěr dvířek, označení výstražným bleskem, promazání zámků, zvýšené zajištění dvířek (např. páskováním),
  - skříňka na objektu, ve zdi domu - výměna plechových (koroze), hliníkových (cílem krádeží dvířek nebo celých skříněk) za plastové. U zapuštěných skříněk nebo zazděných rámců vynechané niky výroba a výměna plechových dvířek, provedení v žárovém zinku ponorem, doplnění stříšky proti šikmo padající vodě, zámků na energetický klíč + očka (petlice) pro jednotný visací zámek, nátěr dvířek, číselné označení, označení výstražným bleskem, promazání zámků a dveřních závěsů.

Základním pravidlem je, že při každé návštěvě SM (jak při BÚ tak i při PÚ) provede pracovník údržby mechanické očištění celého prostoru stožárové (objektové) rozvodnice od nečistot, pavučin, mravenišť a zkontroluje a případně bezodkladně zajistí požadované krytí stožárové rozvodnice (IP 43/00 a nebo IP 43/20 všude tam, kde již byly osazeny elektrovýzbroje se zvýšeným krytím v souladu s ČSN 33 2000-7-714.)

### **Světelné místo – svítidlo a světelné zdroje**

Zejména nová svítidla s vysokým stupněm krytí nevyžadují zvláštní náročnou preventivní údržbu, kromě vnějšího očištění krytu svítidla a dalších světelně aktivních ploch v rámci výměny světelného zdroje. Při výměnách svítidel je požadavek na výrobky z recyklovatelných materiálů. Prevence u svítidel spočívá ve vizuální kontrolní činnosti stavu krytů, předřadníků, aby přístrojová náplň nebyla vystavena přímému působení povětrnostních vlivů, kontrole čistoty a neporušenosti krytu sv. zdroje, aby nedocházelo ke korozi odrazné plochy. Svítidla, jsou-li umístěna na výložnicích na stožárech nesoucích trakční vedení, musí být odolná proti účinkům dynamických rázů (zkouška zajišťuje výrobce).

- údržba - v každém cyklu PÚ - v rámci plošné výměny světelného zdroje prohlídka, očištění předřadníků a krytu světelně činné části, dotažení spojů, konzervace, kontrola PEN, apod.

- výměna - v každém třetím cyklu PÚ - výměna svítidla včetně světelného zdroje
- světelný zdroj - v každém cyklu PÚ - jeho plošná výměna vč. zapalovače

#### **Souvisící údržba svodového kabelu**

- údržba - v každém cyklu PÚ - prohlídka, kontrola ukončení, očištění, dotažení spojů, konzervace spojů
- výměna - v rámci výměny svítidla v případě, že neodpovídá barevné značení žil nebo je stávající svodový kabel hliníkový - svodový kabel musí být výhradně v měděném provedení.

V rámci PÚ se provádí plošná skupinová výměna všech světelných zdrojů po stanovené době provozu. Vzhledem k výhodnosti zavedení čtyřletého cyklu (optimální hlediska navazujících pravidelných revizí elektro) a současné kvalitě dodávaných světelných zdrojů a předřadníků svítidel, je dnes již možno přistoupit k plošným výměnám po 4 letech provozu. Životnost světelných zdrojů také ovlivňují napěťové poměry v síti, proto se doporučuje před nastartováním plošných výměn proměřit napětí na přívodech pro zapínací rozváděče RVO. Měří se v době maximálního odlehčení distribuční sítě (pozdní noční doba). Je-li měřením zjištěno, že je přepětí mimo toleranci smluvních parametrů dodávky el. energie, je nutné požadovat na distributorovi plnění kvalitativních hodnot dodávek. Tam, kde je měřením zjištěno napětí na horní hranici tolerance, je vhodné nasadit stabilizátor napětí.

Zejména u obtížně přístupných SM (dopravně zatížené tahy, uprostřed vozovky apod.) osazovat vysoce kvalitní výbojky s vysokou dobou života. Zásadně nepoužívat v běžné údržbě fyzicky funkční světelné zdroje demontované v rámci PÚ.

V rámci provádění nejen plošných, ale i vynucených individuálních výměn zdrojů, je nutné vždy současně provést očištění svítidel s důrazem na světelně činnou část. Samostatné čištění výložníkových svítidel není vzhledem k nákladům na montážní plošinu ekonomické. Vlastník VO by se měl zaměřit při nové výstavbě, obnově a plánovaných výměnách na nasazování svítidel se zatěsněnou optickou částí (krytí min. IP 65). Svítidla na sadových stožárech (výšky do 6 m) je nutné i v mezidobí mezi výměnami světelných zdrojů umývat, pokud nebyla na sadové stožáry osazena svítidla s těsnou optickou částí. Umývat je nutné zejména kulová (kuželová) svítidla, dále je nutné pravidelně očišťovat svítidla s kloboukovou stříškou (např. AURIS, HELLUX, TOLEDO apod.), u kterých je sice menší znečištění povrchu světelně činné části svítidla pod stříškou, ale zvýšené znečištění pavučinami. Mechanické očištění těchto typů svítidel od pavučin je možné provádět ze země bez mechanismů pomocí teleskopické tyče s čistícím kartáčem, prachovkou apod..

#### **Elektrický rozvod VO**

Preventivní údržba elektrického kabelového rozvodu spočívá v údržbě ukončení kabelů, čištění odizolovaných žil, dotahování spojů, konzervace. Dále v kontrole a doplňování štítků pod koncovkami kabelů zapojených v rozváděčích a u kabelů v místech odbočení ve stožárové rozvodnici.

Provedení štítků a zejména jejich popis musí být trvanlivé a čitelné po celou dobu provozu zařízení VO, musí být upevněny tak, aby nemohlo dojít k jejich odpadnutí. Požaduje se použití speciálních etiket, odolných vůči otěru, teplotám, vlhkosti, chemikáliím apod.

Důležitou prevencí ochrany kabelů VO je důsledný výkon správy ze strany vlastníka na zařízení při vyjadřování k územním a stavebním řízením, k realizacím staveb, různým havarijním opravám jiných inženýrských sítí, komunikací, staveništním zařízením, přípojkám staveb. Je důležité mít co nejpřesnější a aktualizovaný mapový pasport VO a z něj poskytovat potřebné výřezy pro investory a stavebníky. Vyžadovat objednání přesného vytýčení průběhu vedení VO v terénu a toto podle jejich požadavků zabezpečit. Současně stanovit jasné podmínky pro práci v blízkosti kabelového rozvodu VO, provádění kontrolovat, vyžadovat včasné oznámení zahájení stavebních prací a předání míst křížení nebo jiného dotčení na místě samém před zakrytím. V opačném případě požadovat odkrytí nebo poskytnutí minimálně 5leté smluvní záruky na místo, kde nebyla provedena kontrola před zakrytím z viny zhotovitele nevyzváním správce k odsouhlasení před zakrytím.

U venkovního vedení VO pod sítí NN je nutné kontrolovat a sledovat napnutí vodičů VO i vodičů NN, aby při větrném počasí nedocházelo ke zkratování a častým výpadkům VO. Případné napínání vodičů je nutné předem projednat s distributorem elektrické energie, aby byla zajištěna koordinace prací a byla provedena všechna opatření před úrazem elektrickým proudem na daném úseku. Pokud nelze dosáhnout dohody s distributorem elektrické energie o napínání vodičů NN a rekonstrukce sítě NN není v plánu, je nutné v rámci PÚ vyměnit volné vodiče za samonosné izolované 4vodičové vedení. 2vodičové používat jen na koncové krátké odbočky, u kterých nemůže v budoucnu dojít k dalšímu prodloužení (stavební, pozemkové poměry).

Obecně platí, že před zahájením prací na zařízení, při kterých je nutné zapínat mimo obvyklou provozní dobu rozvod VO, ve kterém jsou i úseky venkovního rozvodu VO provedené ještě holými neizolovanými vodiči a vedené pod sítí venkovního vedení NN, musí údržba VO provést vůči distributorovi elektrické energie a provozovateli sítě NN taková opatření a oznámení, aby byla znemožněna rizika úrazu elektrickým proudem jiných pracovníků současně pracujících na sítí NN, nebo stavebních dělníků (bez elektrotechnické kvalifikace), kterým pro práci v blízkosti vedení zajistil provozovatel vypnutí sítě NN, a kteří by uvedením holých vodičů VO pod napětí byli ohroženi na životě.

#### **3.6.4. Odstraňování následků škod a vandalismu**

Vedle přirozené poruchovosti odpovídající stáří a technickému stavu zařízení VO jsou další významnou příčinou poruch vyžadujících zásahy pracovníků údržby škody a vandalismus. Správci a provozovateli odčerpávají podle statistických údajů bohužel až 7 % ročních prostředků vyčleněných a nesmírně potřebných na běžnou a preventivní údržbu VO.

Rozbité kryty svítidel, odcizené plastové patice osvětlovacích stožárů nejen ohrozí správnou funkci zařízení, ale mohou též zapříčinit zranění nebo dokonce ztrátu života. Proto je důležitá pravidelná kontrola, zejména ve vytipovaných kritických oblastech města.

Nejpodstatnější příčiny škod na zařízení VO jsou:

- vandalismus
- dopravní nehody
- ostatní stavební činnost.

### **Vandalismus**

Velkým problémem je svévolné poškozování zařízení VO, krádeže kabelových rozvodů (např. na kabelových lávkách, trubkách mostů, nadchodů apod., vytahování měděných kabelů z chrániček), při čemž je nejhůře zjistitelný pachatel. V drtivé většině tak nese náklady spojené s nápravou vlastník zařízení.

Prevencí na odlehlých místech, parcích, za areály škol apod. může být použití svítidel v nerozbitném provedení, nebo svítidel s co nejmenší světelně činnou plochou, nepoužívání nízkých stožárů, zvýšené zajištění rozváděčů, zvýšené zajištění dvírek stožárových rozvodnic (např. páskováním).

### **Dopravní nehody, vliv dopravního provozu**

Důsledkem dopravních nehod je zpravidla zničení patice stožáru, zkrat na elektrovýzbroji s následným výpadkem sítě VO, deformace až úplné zničení stožáru, vlivem dynamických sil nárazu rozlomení, pád a zničení svítidla, poškození rozváděčů.

Zde je nezbytná spolupráce s Policií ČR, DI, oddělení dopravních nehod. Každé zjištěné poškození oznámí smluvní partner vlastníkovi, který zajistí součinnost s PČR. Zpravidla je již taková nehoda ve fázi vyšetřování a PČR zasílá po jeho skončení majiteli zařízení protokol, na jehož základě uplatní majitel VO náhradu škody.

Je veliké množství případů, kdy při neopatrném pohybu, couvání, zejména nákladních automobilů, je způsobena značná škoda na zařízení VO, zatím co na vozidle vznikne škoda minimální nebo vůbec žádná a viník poškození z místa ujede. Není-li přímých svědků, je většinou vyšetřování neúspěšné a majitel nemá kde náhradu škody uplatnit.

### **Ostatní stavební činnost**

Při stavební činnosti dochází k poškozování zařízení, zejména kabelových rozvodů, zaviněné nedbalostí a nezájmem stavebních dělníků, používáním hloubících mechanismů v místech požadovaného opatrného ručního výkopu. Všeobecně se podceňuje význam VO a spoléhá na to, že je v době provádění zemních prací bývá VO mimo provoz a neohrožuje pracovníky možností úrazu elektrickým proudem. Vlastníkovi VO stále chybí účinná ochrana takového poškozování rozvodu VO.

Vlastník VO proto musí v rámci svého vyjádření ve stavebním řízení stanovit jasné podmínky pro práci v blízkosti VO, vyžadovat jejich bezpodmínečné dodržení, trvat na objednání vytýčení rozvodu VO a v zápise z vytýčení uplatnit opatření pro případ poškození, vyžadovat předání neporušeného vedení před záhozem apod.

### 3.6.5. Zajištění centrálního dispečinku a pohotovostní poruchové služby

S problémem popsáným v předešlém odstavci souvisí potřeba zřízení a provozu nepřetržité pohotovosti a centrálního řízení provozu VO. Pohotovostní službu zajišťuje smluvní partner vlastníka, jehož pracovníci v případě nutnosti vyjíždějí na místo a provádí nezbytná opatření k obnovení provozu VO. Definitivní odstranění poruchového stavu, na základě jejich zjištění a provedených opatření, je následně předmětem výkonu běžné údržby VO. Smyslem poruchové služby není v nočních hodinách odstraňovat ojedinělé výpadky světelných míst. Poruchová pohotovostní služba slouží zejména pro případy:

- celoplošný výpadek soustavy VO městské části
- souvislý výpadek VO na komunikaci vyššího světelného zatřídění (>ME5) v rozsahu více než 5 SM
- vandalismus s následkem odkrytí živých částí elektroinstalace (otevřený rozváděč, chybějící kryt rozváděče nebo stožárové svorkovnice)
- dopravní nehoda se stejnými následky jako výše u vandalismu.

### 3.6.6. Zajištění pravidelných elektrovevzí

Pravidelné revize elektrického zařízení jsou prováděny na základě smluvního vztahu mezi vlastníkem a firmou údržby, nebo si může vlastník VO zajistit provádění revizi jiným subjektem. Vždy je postupováno podle ustanovení normy ČSN 33 1500, kde je podle určených vnějších vlivů daných umístěním elektrického zařízení VO ve venkovním prostoru požadována minimálně 4-letá lhůta opakovaných revizi, která může být prodloužena o vynechání jednoho cyklu v případě zpracovaného a realizovaného plánu preventivní údržby.

### 3.6.7. Změny osvětlovací soustavy

Soustava VO podléhá, jako všechny výrobky, určitým změnám v průběhu času. Změnám vratným, ale i nevratným. Ty vratné jsou například změny způsobené znečištěním svítidla, které lze vyčistit a navrátit mu tak (téměř) původní stav. Ovšem ani po vyčištění již nebude svítidlo zcela shodné jako v původním stavu. Materiál podlehně časovým změnám, například odrazné plochy reflektoru ztratí svůj lesk.

#### Činitel stárnutí a znečištění svítidla

Popsané změny se vyjadřují prostřednictvím činitele údržby. To je číslo, které vyjadřuje jak se časem znehodnotí určité vlastnosti. V případě svítidla se jedná o činitel stárnutí (ony nevratné změny) a znečištění svítidla (změny převážně vratné). Označuje se  $z_s$  [-].

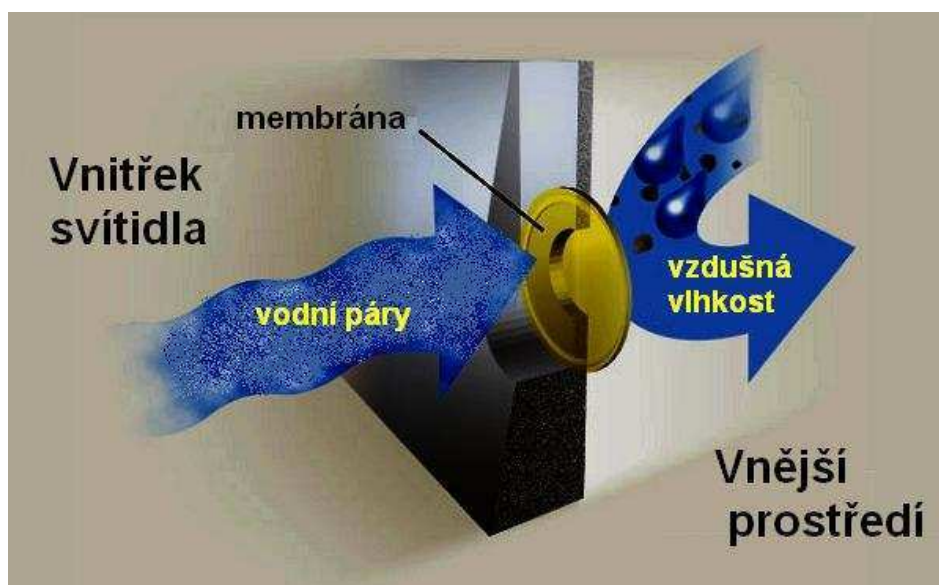
- jeho velikost závisí na čase. Nejprve klesá rychle, později se křivka poklesu zplošťuje. Je to celkem pochopitelné – řečeno laicky, ale výstižně, špína se již těžko ušpiní
- dále závisí na míře nečistoty prostředí, které svítidlo obklopuje. Větší znehodnocení lze očekávat v průmyslové oblasti než třeba v čistém horském prostředí.

Rozhodující pro míru znehodnocení svítidla vlivem okolí a času je jeho konstrukční provedení. Svítidla z nekvalitních materiálů odolává nepřízní okolí samozřejmě méně než svítidlo kvalitní.

*Poznámka: Například pro osvětlení tunelů je použití svítidel z hliníku téměř zločin. Hliník neodolá agresivnímu prostředí, které je v tunelu způsobeno chemickými procesy, kterých se zúčastňují výfukové plyny, materiály používané pro ošetření povrchů vozovek, vlhkost, materiál obroušený z pneumatik... V důsledku dochází ke korozi a poškození hliníkových svítidel a jejich následné ztrátě těsnosti a tedy i znečišťování. Uvedené nečistoty nemá svítidlo z ušlechtilé nerezové ocele. Když se přičte další vlastnost hliníku, a to že má bod tání mnohem níže než nerezový plech, a dokonce začne při vysokých (při požáru reálných) teplotách odkapávat, tak je nasnadě, že hliníková svítidla jsou životu nebezpečná.*

Druhým, avšak stejně podstatným, ukazatelem je míra krytí svítidla před vniknutím prachu a vody, resp. vodních par. Čím vyšší stupeň krytí IP, tím lépe svítidlo odolává vlivům nepřízně okolí.

Obě popsané vlastnosti jsou ve vzájemné součinnosti. Samotné krytí IP není zárukou malého znečištění svítidla, pokud svítidlo není řemeslně dobře vyrobené. Špičková svítidla jsou vybavena nejen dokonalým krytím, ale těsnění částí, které se při údržbě otevírají, jsou provedena z materiálů jednosměrně propouštějící vlhkost. Viz Obr. 3.40. Pokud se svítidlo otevře za deště, mlhy nebo vlhčího ovzduší, pak po jeho uzavření zůstane vlhký vzduch uvnitř svítidla. Pokud je svítidlo dokonale těsné, pak se nemůže vlhkost ze svítidla odpařit a kondenzuje na vnitřních optických površích a tak snižuje účinnost svítidla. Jednostranně propustná membrána umožní aby vlhkost ze svítidla vystoupila a naopak žádná nepronikla dovnitř.



Obr. 3.40 - funkce jednostranně propustné membrány

Podle zmíněného krytí svítidel IP je v národním dodatku normy pro VO ČSN EN 13201-2 ZMĚNA Z1 uvedena tabulka (Tab. 3.7), podle které se stanoví konečná hodnota udržovacího činitele znečištění (a stárnutí) svítidel. V tabulce jsou uvedeny hodnoty v závislosti na krytí IP, míře znečištění ovzduší a na době, která uplynula od posledního čištění, tedy na intervalu čištění.

**Tab. 3.7 – hodnoty činitele znečištění svítidel**

Stupeň krytí optické části svítidla	Znečištění ovzduší*	Hodnoty činitele znečištění svítidel v závislosti na délce intervalu čištění (roky)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP 2X	malé	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
	střední	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	velké	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
IP 5X	malé	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
	střední	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	velké	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
IP 6X	malé	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90
	střední	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	velké	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83

- malé znečištění ovzduší: V blízkém okolí žádné aktivity způsobující kouř nebo prach, prostředí s nízkou úrovní znečišťujících látek. Malá intenzita provozu. Obecně se vztahuje na obytné a venkovské oblasti. Úroveň částic rozptýlených v prostředí nepřesahuje 150 mikrogramů na metr kubický.
- střední znečištění ovzduší: Aktivity způsobující mírný kouř nebo prach. Střední až velká intenzita provozu. Úroveň částic rozptýlených v prostředí nepřesahuje 600 mikrogramů na metr kubický.
- velké znečištění ovzduší: Svítidla obvykle zahalují oblaka kouře nebo prachu způsobené aktivitami v blízkém okolí.

### Činitel stárnutí (a znečištění) světelných zdrojů

tento činitel vyjadřuje jak se sníží světelný tok vyzařovaný světelným zdrojem během času. Označuje se  $z_z$  (-).

K těmto změnám dochází na základě fyzikálně chemických změn v době provozu, ale i mimo tento čas. Ve zmíněném národním dodatku je uvedena tabulka, která je doporučena k použití, pokud se nezískají podklady od výrobce světelných zdrojů, které mají samozřejmě větší váhu. V té souvislosti je pozoruhodná například nízkotlaká sodíková výrobka, které má podle výrobců činitel stárnutí na konci života roven hodnotě 0,6. Tedy výrazně horší, než udává Tab. 3.8.

**Tab. 3.8 – hodnoty činitele stárnutí světelných zdrojů**

Typ světelného zdroje	Provozní doba (tisíce hodin)				
	4	6	8	10	12
Vysokotlaká sodíková výbojka	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Halogenidová výbojka	0,82	0,78	0,76	0,74	0,73
Vysokotlaká rtuťová výbojka	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Nízkotlaká sodíková výbojka	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Lineární zářivka s třípásmovým luminoforem (Pro teplotu okolní 25°C)	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Lineární zářivka s halofosfátovým luminoforem (Pro teplotu okolní 25°C)	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Kompaktní zářivka	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84



Pro stanovení udržovacího činitele se doporučuje se využít údaje výrobce světelných zdrojů a svítidel, nebo vycházet z technické zprávy CIE 154:2003 „The maintenance of outdoor lighting systems“, která uvádí právě zde citované tabulky *Tab. 3.7* a *Tab. 3.8*. Tedy tabulky poklesu světelné účinnosti osvětlovacích soustav znečištěním svítidel a stárnutí světelných zdrojů.

V běžných případech, osvětlení pozemních komunikací svítidly s vysokotlakými sodíkovými výbojkami, nelze předpokládat výměnu světelných zdrojů a čištění svítidel častěji než jednou za 3 roky, tedy po celkové době provozu osvětlení zhruba 12000 hodin. Pro tyto případy a pro použití svítidel s vysokým krytím optické části (např. IP65), v prostředí se středně znečištěným ovzduším, lze s využitím tabulek *Tab. 3.7* a *Tab. 3.8* odvodit hodnotu udržovacího činitele jako součin hodnoty činitele znečištění svítidel 0,87 a hodnoty činitele stárnutí světelných zdrojů 0,90 a dospět tak k hodnotě udržovacího činitele 0,78. Pokud by se za stejných podmínek použila svítidla s nízkým krytím optické části (např. IP23), dospěli bychom k hodnotě udržovacího činitele 0,48. To opět potvrzuje význam vysokého stupně krytí optické části svítidel pro osvětlení pozemních komunikací.

### **3.6.8. Výměna světelných zdrojů a čištění svítidel**

Jak vyplývá z předcházejícího textu je potřeba postupně přecházet od nahodilých, operativních výměn světelných zdrojů na základě zjištěných nebo nahlášených výpadků k plánovaným plošným výměnám v rámci preventivní údržby VO. Jednotlivá oprava na různých a od sebe vzdálených světelných místech je tou nejdražší formou údržby. Je nutné si uvědomit stoupající cenu hodinové práce pracovníků a stejně tak stoupající náklady ne nezbytný montážní mechanismus.

Totéž platí o individuálním čištění svítidel. Je proto nutné v rámci preventivní údržby a obnovy používat svítidla s vysokým krytím světelně činné části a takovým provedením světelných krytů, které mají jistou míru samočistící schopnosti.

Čištění svítidla musí být součástí každého úkonu údržby na svítidle (při výměně zdroje, opravě předřadníku), tedy vždy kdy musí být k výkonu použita montážní plošina.

Pravidelnému nákladnému čištění svítidel se nevyhneme u speciálních historizujících svítidel (zejména lucerny, opletené koule apod.). Rozsah nasazení je však v každém městě či obci omezen, nejčastěji na centrum nebo vymezené památkové zóny.

## **3.7. Snižování nákladů na údržbu osvětlovacích soustav VO**

Aby byly náklady na provoz osvětlovacích soustav VO co nejnižší, je třeba minimalizovat i náklady na jejich údržbu. Princip spočívá v optimalizaci pracovních postupů aby se lépe využila lidská práce a tak se dosáhlo například zkrácení doby oprav.

Vlastní opravy pak lze minimalizovat tím, že se jim bude předcházet, tedy prováděním preventivní údržby. Tím se odhalí mnohé příčiny, které by v důsledku přerostly v nákladnou opravu. Ovlivnit samozřejmě nelze škody způsobené dopravními nehodami, vandalismem, poškození kabelových vedení při neopatrném provádění zemních prací.

### 3.7.1. Výměna světelných zdrojů

V principu je možné provádět výměnu světelných zdrojů dvěma způsoby. Buď jednotlivé vyhořelé zdroje vyměňovat individuálně, nebo hromadně vyměňovat všechny zdroje v určité oblasti. Druhý způsob je samozřejmě nutné kombinovat se způsobem prvním, protože nelze ponechat nějaké svítidlo mimo provoz z důvodů vyhořelého, resp. nefunkčního, světelného zdroje.

V případě, že se provádí skupinová výměna, lze ji naplánovat, je tedy levnější než nahodilá individuální. Krom toho lze výměnu světelného zdroje spojit se současným vyčištěním svítidla a tak opět snížit náklady.

Uvedených úspor lze dosáhnout ve větších soustavách. V malých obcích, kde je VO tvořeno několika málo svítidly se skupinová výměna patrně nevyplatí. Snad jen v případě, že se s tímto způsobem výměny započalo již dříve. A nebo tam, kde se provedla celková rekonstrukce (včetně svítidel a hlavně světelných zdrojů). V opačném případě, jsou v soustavě svítidla různého stáří, takže skupinová výměna by znamenala, že by se vyměnily i zdroje, které jsou poměrně krátkou dobu v provozu. Snad by bylo možné tuto výměnu provést tehdy, pokud by bylo v rámci obce ještě další místo osvětlováno stejnými zdroji avšak na snadno dostupném místě. Pak by bylo možné vyměněné zdroje ze soustavy VO použít s rizikem relativně časté výměny na novém místě.

*Poznámka: U obcí s velikostí okolo 200 obyvatel je odhad cca 20 svítidel – jedno svítidlo na deset obyvatel. To samozřejmě neplatí pro roztroušené vesničky, například v horských oblastech.*

Intervaly takové výměny je třeba provést v závislosti na délce života světelných zdrojů. Tu uvádí výrobce. Život světelného zdroje je definován tak, že je to doba svícení, která uplyne od počátku provozu hodnocené skupiny zdrojů do okamžiku, kdy je polovina zdrojů oné skupiny neschopná provozu. Podle mnohaletých průzkumů se zjistilo, že u většiny zdrojů dojde k určitému výpadku (do 3%) světelných zdrojů ve velmi krátké době po jejich uvedení do provozu. Toto procento s kvalitou zdroje klesá. Pak je soustava (světelné zdroje) stabilní a k výpadkům světelných zdrojů dochází ve 2/3 jejich života. Lineárně tento počet narůstá, v době života je právě na zmíněné polovině a asi ve 4/3 života je provozuschopných již jen několik málo procent. Jako optimální pro skupinovou výměnu se tedy jeví 2/3 jmenovitého života zdroje.

*Příklad: Výrobce uvádí dobu života zdroje 6.000 hodin. 2/3 této doby jsou 4.000 hodin. Protože soustava VO je v provozu právě kolem 4000 hodin za rok (záleží na okolnostech), pak je pro skupinovou výměnu světelných zdrojů vhod. Např. firma Osram dodává výbojky s označením 4Y (4 years, roky), u kterých garantuje, že nedojde k jejich výpadku dříve než za 16.000 hodin, tedy 4 roky provozu.*

Na téma skupinové výměny byla provedeno několik studií, ze kterých vyplývají následující závěry:

- je žádoucí provést pečlivý výběr dodavatele, který skupinovou výměnu provede cenově nejvýhodněji
- cena samotného světelného zdroje není rozhodující, při větším odběru lze dosáhnout příznivější ceny, opět to souvisí s kvalitami dodavatele

- u velkých soustav (měst) je třeba sledovat skutečnou situaci, tedy do jaké míry se teoretický předpoklad stanovený na základě údajů výrobce shoduje se skutečností. Případně podle reality upravit intervaly výměny
- skupinovou výměnu svítidel provádět současně s čištěním svítidel, případně s rutinní kontrolou stavu svítidla a dalšího příslušenství.

### 3.7.2. Čištění svítidel

Jak bylo ukázáno v předešlé části, je vhodné interval čištění svítidel sladit se skupinovou výměnou světelných zdrojů. Ušetří se tak významně náklady na výjezd techniky, mzdové prostředky, čas...

V souvislosti s tím, je vhodné připomenout tabulku *Tab. 3.7*, která uvádí hodnoty činitele znečištění svítidla v závislosti na krytí IP. Tak například, se v obci se středním znečištěním bude provádět čištění v intervalu dvou let. Pokud budou použita svítidla s krytem optické části IP2x, pak bude velikost  $z_s = 0,56$ . Což je hodnota naprosto nepřijatelná. Ona je nepřijatelná i hodnota pro interval jednoho roku, která je 0,62. To totiž znamená, že díky znečištění svítidel se jejich počáteční počet (počet, který by bylo zapotřebí v případě, že by se svítidla neznečišťovala) se musí zvýšit na  $1/0,62 = 1,6\times$ ; v případě intervalu čištění dvou let je to  $1/0,56$  tedy cca  $1,8\times$ . Pokud se použije svítidlo s krytím IP5x, pak je po dvou letech je tento násobek 1,16 a pro svítidlo s vysokým krytím IP6x jen 1,12 a po čtyřech letech lze tento nárůst odhadnout na cca 1,16 (pro IP5x je to 1,24)

Z předešlého odstavce plyne, že v případě použití nekvalitních svítidel je nutné provádět čištění svítidel nejdéle po roce. To znamená čtyřikrát častěji než v případě svítidel s krytím IP5x nebo IP6x. Krom toho se musí svítidel s horším krytím nainstalovat víc nebo se musí použít světelné zdroje o větším světelném výkonu. A to v poměru  $1,6/1,16 = 1,37$ . Tedy o 37% větší počet (a s tím rostoucí náklady na provoz i údržbu) nebo o tolik větší světelný tok zdrojů - to znamená cca o čtvrtinu vyšší elektrický příkon a tedy spotřebu (s rostoucím příkonem stoupá měrný výkon světelných zdrojů, takže nárůst světelného toku je vyšší než elektrického příkonu).

Z pohledu čištění svítidel lze dosáhnout úspor volbou kvalitních svítidel s vysokým krytím. Použití kvalitních svítidel rovněž sníží provozní náklady na opravy a energie.

*Příklad: Běžné svítidlo nízké kvality stojí cca 1.500 Kč. Kvalitní cca 3.500. Protože méně kvalitní svítidla mají i horší optické vlastnosti, tak lze předpokládat, že ztráta vlivem poklesu udržovacího činitele bude vykrytý větším počtem svítidel. Na jedno kvalitní svítidlo připadne 1,37 nekvalitního. Když odhadneme cena stožáru na 8.000 Kč, pak soustava kvalitní bude investičně za 11.500 Kč/délkovou jednotku (rozteč svítidel), nekvalitní  $(8.000+1.500)*1,37=10.055$  Kč/délkovou jednotku. Investiční náklady jsou u kvalitní soustavy o 1.445 Kč/ délkovou jednotku vyšší. Nekvalitní soustavu bude nutné čistit 4x častěji na 1,37 více místech. Při ceně 150 Kč za vyčištění svítidla (ve skutečnosti bude vyšší – doprava, technika, práce. prostředky) to znamená za 4 roky 822 Kč. U kvalitního svítidla budou náklady nižší odhadem 100 Kč za vyčištění. Tedy za 4 roky se ušetří na čištění cca 722 Kč. Rozdíl v ceně je již pouze  $1445-722=723$  korun. Dražší soustava se tedy jen na položce čištění zaplatí za 8 let. Zaplatí se však mnohem dříve, protože spotřeba kvalitní soustavy bude  $1/1,37$  nižší než nekvalitní. Pokud by byla použita svítidla s celkovým příkonem 115 W (100W sodíková výbojka),*

*tak za 4000 hodin při ceně 1,50 Kč/kWh budou roční náklady 690 Kč u kvalitní a 945 Kč u soustavy s nižším krytím. Tedy 255 Kč úspor za rok pro kvalitní svítidlo. Návratnost za  $1445/255 = 5,7$  roku. Při započítání úspor na čištění by návratnost investic byla  $1445/(255+722/4) = 3,3$  roku. Při použití nižšího počtu kvalitních svítidel se sníží i náklady na opravy, protože je třeba opravovat menší počet prvků soustavy. **Jednoznačně se tedy vyplatí vyšší investice do kvalitních svítidel s vysokým krytím IP!***

### **3.7.3. Dlouhodobé a nepřerušované provádění preventivní údržby**

Je dalším zdrojem úspor. Pokud se neprovádí preventivní údržba, pak se prodražuje běžná údržba, zhoršuje se účinnost osvětlovací soustavy a tím hospodárnost provozu. Šetření má za následek značné ekonomické ztráty v podobě zvýšených nákladů ne běžnou údržbu, často je důvodem toho, že nastane nutnost předčasně celkové rekonstrukce, protože soustava bude v havarijním stavu.

### **3.7.4. Závěr - úspory související s údržbou osvětlovacích soustav**

- správná volba výměny světelných zdrojů (u rozsáhlejších soustav je výhodné provádět skupinovou výměnu světelných zdrojů)
- volba kvalitních svítidel s vysokým krytím IP, která vyvolá:
  - pokles nákladů na čištění svítidel
  - snížení výdajů na další opravy
- preventivní údržba snižuje riziko závady a drahých oprav či dokonce nutnosti předčasné celkové rekonstrukce osvětlovací soustavy.

## **3.8. Generel VO**

Je jedním ze základních dokumentů pro plánování rozvoje zařízení VO města. Jedná se o výhledový plán zpracováváný zpravidla na 5 – 10 let dopředu. Pro jeho zpracování byla dříve určena „Metodika zpracování generelů a plánování rekonstrukcí VO“ vydaná TEPS v Praze 1975.

Generel VO je hlavním souborem pravidel, požadavků, zákonů a norem, jimiž se řídí provozování, plánování i výstavba veřejného osvětlení.

Generel veřejného osvětlení města, obce vychází z údajů pasportu veřejného osvětlení, pasportu místních komunikací a silničních průtahů, územního plánu, materiálů památkové péče, generelu rozvoje dopravy, požadavků dopravní policie a příslušných odborů dopravy z hlediska bezpečnosti provozu. Generel by měl hlavně obsahovat:

- zařídění komunikací do stupňů osvětlení podle norem
- přehled nebezpečných úseků komunikací a křižovatek
- přehled nebezpečných přechodů pro chodce a doporučení na zvýšená bezpečnostní opatření (ČSN 73 6110, ČSN EN 13201-2, změna Z1 - národní příloha)
- rozbor noční nehodovosti a návrh světelných opatření k snížení

- stanovení pravidel pro práci v blízkosti nebo na zařízení VO jako řešení chybějící právní ochrany zařízení VO
- zásady vedení pasportizace a jejího dalšího vývoje
- zásady projektování staveb VO.

Hlavní součástí generelu VO je část, která koncepčně určuje světelně technická řešení. Generel VO zatřídí stávající i nově plánované komunikace do příslušného stupně osvětlení a tím určuje požadavky na osvětlení dané komunikace dle normovaných hodnot. Zatřídí také pěší zóny do jednotlivých skupin a vymezí požadavky na jejich osvětlení. Stanovuje požadavky na osvětlení cyklistických stezek dle jejich polohy, osvětlení prostranství a parkovišť. Tato světelně technická část je podkladem pro správce VO při vyjadřování se ve všech stupních stavebního řízení a k samostatným projektům výstavby nebo rekonstrukce VO v dané obci (městě).

Generel VO určuje hlavní charakteristiky nově plánovaných nebo obnovovaných soustav VO, je stěžejním podkladem při zadávání konkrétních úkolů projekčním a stavebním organizacím.

Je koncepčním a teoretickým podkladem. V návaznosti na něj je vždy vhodné ve městě zmapovat skutečný stav VO a na základě zjištěných dat vypracovat konkrétní plán obnovy VO.

Proto by mělo být vždy hlavním úkolem vlastníka a provozovatele VO jeho vypracování, projednání a schválení ve vrcholových orgánech města a jeho aktivní využívání v každodenní činnosti na zařízení VO.

### 3.9. Pasportizace VO

Neopomenutelnou součástí kvalitní správní a řídicí činnosti v oblasti veřejného osvětlení (dále jen VO) je pasport VO. Správci veřejného majetku jsou povinni vést evidenci veškerého spravovaného majetku. Úplná a hlavně průběžně aktualizovaná pasportizace je také nezbytnou podmínkou kvalitní údržby a trvalé modernizace osvětlovacích soustav.

V ČSN 33 2000-1, článku 13N7.2 Dokumentace elektrických zařízení je uvedeno: „*Ke každému novému elektrickému zařízení musí být dodána dodavatelem v potřebném rozsahu dokumentace umožňující stavbu, provoz, údržbu a revize zařízení, jakož i výměnu jednotlivých částí zařízení a další rozšiřování zařízení. Do dokumentace musí být zaznamenávány všechny změny elektrických zařízení proti původní dokumentaci, které na zařízení vznikly před uvedením do trvalého provozu*“. Z praxe známe, že při předání a převzetí stavby se předávají výkresy z projektu v lepším případě doplněné o změny v průběhu stavby, v horším jsou jen doplněny douškou „odpovídá skutečnosti“, razítko a podpis. Výkresy zahrnují určitou část (podle členění stavebních objektů) VO s odkazem na napojení na stávající stožár, rozváděč, výjimečně je součástí stavby i zapínací rozváděč. Taková územně dílčí dokumentace je pro potřeby poskytování vyjádření k stavebním a územním řízením, pro řízení údržby, pro pracovníky provádějící údržbu samotné velmi nepraktická a neposkytuje operativní informaci o napájení, návaznostech na okolní zařízení VO, ani o systému šíření impulsu spínání.

V novele stavebního zákona - zákon č. 83/1998 Sb. ze dne 18. 3. 1998 kterým se mění a doplňuje zákon č. 50/1976 Sb., o zemním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, a o změně a doplnění některých dalších zákonů. (Prováděcí vyhl. č. 131/1998 S., vyhl. 132/1998 Sb bylo původně uvedeno: „**(2) Vlastníci rozvodných sítí, kanalizace a ostatních liniových podzemních staveb a zařízení jsou povinni vést o nich evidenci a z té poskytovat osobám, které prokáží odůvodněnost svého požadavku, ověřené údaje o jejich poloze.**“

Nový zákon 183/2006 Sb. navíc ukládá vedení digitálních informací o spravovaných sítích a poskytnutí těchto k dalšímu využití při územně plánovacích dokumentacích. Tím je dána zákonná povinnost každého správce inženýrské sítě vytvořit a udržovat řádný pasport VO, který ve své mapové části komplexní informaci o rozvodu VO poskytuje.

Pasport VO je obvykle členěn na hospodářskou a technickou část.

### **Hospodářská část pasportu**

Obsahuje základní údaje evidence, které umožňují sledovat skladbu a úroveň VO daného území. Hospodářská část obsahuje:

- majetkovou evidenci
  - celkový počet rozváděčů v členění na zapínací, odbočné a smyčkovací
  - celkový počet světelných míst v členění na počet sv. míst výšky do 6 m a nad 6 m
  - celkový počet svítidel v členění na sadová, raménková, výložníková, převěšová
  - celkový počet světelných zdrojů v členění na výbojkové, žárovkové a zářivkové (zdroje jsou dále členěné podle druhů a příkonů),
  - celkovou délku kabelového a venkovního vedení
- celkový instalovaný příkon v kW v členění podle zapínacích míst, oblastí a celého města (obce)
- hodnotu celkové roční spotřeby elektrické energie v kWh
- celkovou délku osvětlovaných komunikací s členěním na komunikace s motoristickým provozem a komunikace pro pěší a cyklisty.

### **Technická část pasportu**

Obsahuje popis VO z hlediska technického, je základem evidence VO. Tato část pasportu obsahuje soupis veškerého spravovaného zařízení VO, energetické údaje, z těchto dat se získají technické a statistické údaje celého spravovaného celku. Celá technická část evidence zařízení VO je dělena do tří celků:

- evidence administrativy - v této evidenci jsou uloženy veškeré písemnosti týkající se souboru VO. Jsou to smlouvy o dílo, dokumentace stavby VO dle skutečného provedení, revizní zprávy, kolaudační protokoly, stavební povolení a další.
- technická evidence - evidenci je možno vést buď v systému dle zapínacích míst, dle mapových čtverců nebo podle komunikací. Ve všech případech musí mít následující náležitosti:
  - seznam komunikací, seznam mapových čtverců, seznam zapínacích míst
  - souhrn zařízení dle kódu ve kterém evidenci vedeme ( komunikace, mapové čtverce, zapínací místa )

- údaje k zapínacímu místu
  - druh rozváděče
  - instalovaný příkon
  - ovládání spínacího místa - hlavní rozváděč, podružný rozváděč
  - způsob ovládání hlavního, ovládacího rozváděče - fotospínač, hodiny, HDO
  - jednotlivé větve s identifikací (napojením) světelných míst
- údaje ke světelnému místu
  - číslo světelného místa
  - rok pořízení, případně inventarizační číslo vedení tohoto majetku
  - typ stožáru v rozlišení na stožáry vlastní a podpěry využití od jiných vlastníků
  - typ výložníku (počet ramen, délka vyložení)
  - typ stožárové rozvodnice
  - typ svítidla
- údaje o charakteru a provedení rozvodu VO
  - charakter vedení – podzemní, nadzemní, po objektu apod.
  - typ provedení vedení (typ kabelu, vodiče venkovního vedení)
- další potřebné sumární informace a hodnoty podle struktury vložených jednotlivých údajů. Podle použitého systému vedení těchto údajů jsou dány možnosti a operativnost výběru potřebných souhrnů a sestav jako např. údaje k dané komunikaci, RVO
  - specifikace komunikace - název, případně i její příslušnost k městskému obvodu, celková délka komunikace
  - druh osvětlovací soustavy na komunikaci, rozsah napojeného VO na RVO
  - rozteč světelných míst, průměrná rozteč sv. míst
  - celkový počet světelných míst a svítidel na komunikaci, na RVO
  - celkový instalovaný příkon na komunikaci, na RVO
  - instalovaný příkon na 1 km osvětlované komunikace, na vývod, na celý RVO
- mapová evidence:
  - základem mapové evidence je soubor mapových čtverců buď technické nebo katastrální mapy města či obce v měřítku 1 : 1000. Mapová evidence bývala vedena ručním zpracováním na mapových čtvercích katastru nemovitosti, dnes je již vyžadována digitální forma kresby (viz. požadavky stavebního zákona 183/2006).
  - v mapách jsou zakresleny trasy kabelů VO společně se světelnými místy, rozváděči a ostatním zařízením. Zákres je pro potřeby údržby proveden jako situační elektrické schéma za použití normovaných značek pro elektrická schémata, protože celá mapová evidence musí být jednotně vedena za použití jednotných značek. Pro územně plánovací dokumentaci ve smyslu zákona č. 183/2006 Sb. je potom vedena čára vyjadřující průběh vedení VO a značky umístění světelných míst, rozváděčů. Zařízení VO a jeho jednotlivé prvky jsou nezaměnitelně identifikovány čísly, případně písmeny s čísly, pod kterými je možné snadno vyhledávat všechny vedené technické a správní údaje v technické evidenci pasportu. Je velmi výhodné mít mapovou a datovou část pasportu automaticky propojenou tak, aby při aktuální práci s mapou bylo možno současně

otvírat okna knihoven jednotlivých prvků zařízení VO. Samozřejmě pod týmiž čísly je vedeno zařízení VO i v terénu, kde je viditelně popsáno.

Je důležité vytvořit závazné a přesné organizační schéma předávání polohových informací a technických dat z terénu pro následný bezodkladný zápis do pasportu. Jen tak se může vytvořit a následně spolehlivě využívat užitečný základní soubor údajů, ze kterého lze kdykoliv vycházet při tvorbě koncepčních plánů činností na zařízení VO, plánech různých forem údržby, návrhu modernizací, návrhu a určení rozsahu celkových rekonstrukcí osvětlovací soustavy VO v celém spravovaném území. Takto vedený a udržovaný soubor údajů umožňuje kvalifikovaný a ekonomicky hospodárný návrh plánovaných prací na soustavě VO a je důležitým podkladem pro plán obnovy zařízení VO.

### **3.10. Problematika VO přechodů pro chodce a mostních objektů**

#### **3.10.1. Doplnkové nasvětlení přechodů pro chodce**

Vytváření bezpečného dopravního prostředí v sobě zahrnuje jak systematické odstraňování míst častých nehod, tak i výstavbu dopravně inženýrských opatření. Opatřeními velmi úzce souvisejícími s vytvářením bezpečného dopravního prostředí jsou rovněž opatření na budování bezpečných přechodů pro chodce.

#### **Definice přechodu pro chodce**

Zákon č. 361/2000 Sb. O provozu na pozemních komunikacích definuje v § 2, odstavec dd) přechod pro chodce je místo na pozemní komunikaci určené pro přecházení chodců, vyznačené příslušnou dopravní značkou.

#### **Platné právní předpisy pro pozemní komunikace:**

- zákon o pozemních komunikacích, ve znění zák. č. 102/2000 Sb., zák. č. 132/2000 Sb. a zák. č. 489/2001 Sb., zák. č. 256/2002 Sb., zák. č. 259/2002 Sb. a zák. č. 320/2002 Sb.
- vyhláška č. 104/1997 Sb, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění vyhl. č. 300/1999 Sb., vyhl. č. 355/2000 Sb., vyhl. č. 367/2001 Sb. a vyhl. č. 555/2002 Sb.
- o veřejném osvětlení je zmínka ve vyhlášce č. 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, v čl. 25: Veřejné osvětlení
  - Dálnice a silnice se vždy osvětlují v zastavěném území obcí. Mimo toto území se osvětlují jen zvlášť určené úseky, jako např. na hraničních přechodech, v tunelech a na jejich přilehlých úsecích, výjimečně na křižovatkách, a za podmínek obsažených v závazných ČSN 73 6102 a ČSN 73 7507. Osvětlení lze zřídit i v oblastech, kde to zdůvodňuje intenzita dopravy, případně četnost chodců a cyklistů. Podrobnosti obsahují doporučení České technické normy....

#### **ČSN 73 6110/Z2 Projektování místních komunikací**

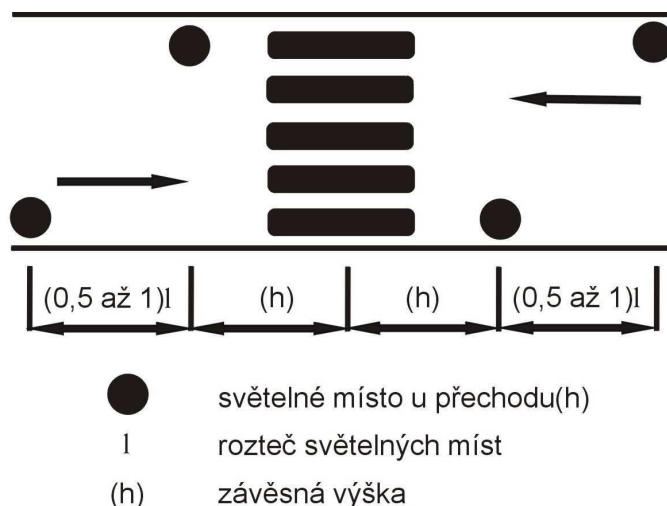
v čl. 165 je uvedeno - přechod pro chodce musí být intenzivněji osvětlen, popř. i odlišným zabarvením světla, a světelný zdroj má být umístěn pokud možno nad přechodem.

*POZNÁMKA: Přechod pro chodce, zejména na dopravně významných komunikacích, se doporučuje zvýraznit např. světelným signálem S7 „Přerušované žluté světlo“.*



### ČSN 36 0400 Veřejné osvětlení (již neplatná)

tato dříve platná norma, podle které byla vystavěna převážná většina osvětlovacích soustav, měla doporučení na osvětlení přechodů pro chodce v čl. 4.2.9. V článku bylo uvedeno, že svítidla se nemají umísťovat těsně k přechodu nebo nad něj. Světelná místa pro rozlišení chodce při negativním kontrastu (tmavá silueta chodce vůči světelnému pozadí) se doporučují umístit podle Obr. 3.41. Tato norma byla účinná od 1.10.1985, tedy více než 20 let. Při tvorbě normy pro veřejné osvětlení nebyla hustota silniční dopravy tak vysoká jako dnes, proto nebylo nutno speciálně nasvětlovat přechody pro chodce.



Obr. 3.42 – osvětlení přechodu pro chodce

Na kmenovou normu navazující normy ČSN 36 0410 Osvětlení místních komunikací a ČSN 36 0411 Osvětlení silnic a dálnic zařadí jednotlivé komunikace do stupňů osvětlení dle funkční třídy místní komunikace či silnice. Tabulky požadovaných hodnot intenzity osvětlení, jasů, rovnoměrnosti osvětlení a stupně osvětlení, byly novelizovány v květnu 1992 a platily do jara 2007.

Požadavky na umělé osvětlení přechodů pro chodce dle ČSN 36 0410 Osvětlení místních komunikací bylo možno uvést následovně:

- dle zařazení komunikace do stupně osvětlení dle tabulky v čl. 3.1
- posuzovat přechod pro chodce dle čl. 3.1.1.a) nebezpečné, úseky častých dopravních nehodnot a zvýšit intenzitu osvětlení resp. jasů na dvojnásobek hodnot uvedených ve výše zmíněné tabulce

### Platná ČSN EN 13201-2

V normě je řečeno: Účelem místního osvětlení přechodů je přitáhnout pozornost řidičů motorových vozidel na přítomnost přechodů pro chodce a osvětlit chodce na nebo u přechodu pro chodce.

V příloze B jsou popsány základní zásady pro nasvětlení přechodů. V podstatě se potvrzuje, že pokud je dobře osvětlena komunikace jako celek, je dostatečné osvětlení přechodů tak, aby se

dosáhlo negativního kontrastu chodce obdobně jako bylo v původním doporučení ČSN 36 0410 - chodec je viditelný jako tmavá silueta na světlém pozadí.

Citace: z ČSN EN 1320-2:

*Použití místního osvětlení přídatnými svítidly se zvažuje v případě záměru přímo osvětlit chodce na přechodu a stojícího u přechodu a upozornit řidiče motorových vozidel na přítomnost přechodu. Typ přídatných svítidel a jejich umístění a orientaci vůči oblasti přechodu pro chodce je nutno volit tak, aby se dosáhlo pozitivního kontrastu, ale aby se přitom nezpůsobilo nadměrné oslnění řidičů. Jedním z možných řešení je umístit svítidla blízko před přechodem ve směru příjíždějících motorových vozidel a jejich světlo nasměrovat tak, aby dopadalo na tu stranu chodce, která je přivrácena k příjíždějícím vozidlům. V případě komunikace s obousměrným provozem je nutno svítidla umístit před přechodem v každém z obou směrů jízdy, a to vždy na té straně vozovky, po níž vozidla příjíždějí. Vhodná jsou svítidla s asymetrickým rozložením, protože způsobují menší oslnění řidičů. Místní osvětlení lze uspořádat tak, aby v kterémkoli místě přechodu, na straně přivrácené k příjíždějícím vozidlům, zaručovalo dostatečnou osvětlenost chodců. Svislá osvětlenost chodců musí být výrazně vyšší než vodorovná osvětlenost přilehlé vozovky zajištěná běžným osvětlením komunikace. V oblastech na obou koncích přechodu, kde chodci čekají před vstupem do vozovky, je také nutno zajistit dostatečnou osvětlenost. Osvětlení omezené na oblast přechodu pro chodce a na úzký pás kolem něj vyvolává divadelní efekt, který pomáhá upoutat pozornost.*

### **Nejčastější chyby při nasvětlování přechodů**

- není provedeno měření stávající hladiny osvětlení komunikace
- v návaznosti není proveden světelně technický výpočet a navrženo vhodné svítidlo
- ve snaze minimalizovat náklady, umísťuje se svítidlo na nevhodná místa
- osvětlí se pouze jeden směr vozovky a druhý zůstává v pološeru či ve tmě
- nasvětlí se pouze jeden jízdní pruh z každé strany na tří a čtyřproudových vozovkách.

### **Závěr**

Lidské oko dokáže pracovat v rozsahu osvětlení 9-ti řádů. Oko vnímá jasy a rovnoměrnost jasu, vidí předmět, který má jas  $1 \text{ cd/m}^2$  i předmět s jasnem  $100 \text{ cd/m}^2$ , ale samozřejmě ne ve stejný okamžik. Poměr jasů vyšší než 1 : 10 způsobuje nepohodu, oslnění. Oko nezpracuje najednou signály v celém rozsahu, ale adaptuje se na malou část podle převládající úrovně osvětlení. Při vyšších úrovních zpracuje 3 řády, při nižších 1 řád. Přechod ze tmy do světla – adaptace desetiny sekundy, přechod ze světla do tmy – adaptace promptní 2 až 10 minut, adaptace sekundární 10 minut až 1 hodina.

Oslnění má za následek chvilkové, někdy se nám zdá, mžitkové oslepení, nevidění a je otázkou jak dlouhou dráhu při tom automobil ujede, kdy řidič nevidí. Důsledkem toho může být dopravní nehoda, takže „bezpečným“ nasvětlením přechodu můžeme přispět ke snížení pozornosti řidiče, k opačnému efektu než bylo zamýšleno.

Při posuzování dodatečného osvětlení přechodu je vhodné postupovat následovně:

- vyhotovit světelně technický výpočet a projekt pro realizaci dodatečného osvětlení přechodu, pokud se staví nový osvětlovací stožár, je nutno vyhotovit dokumentaci pro stavební povolení a před realizací mít pravomocné stavební povolení

- osadit stožáry pro umístění svítidel před nájezdovou hranu přechodu (vzdálenost závisí na tvaru křivky svítivosti svítidla), je nutno určit správné asymetrické svítidlo, se správnou křivkou svítivosti, tak aby svítidlo zajistilo na přechodu dostatečnou vertikální osvětlenost případného chodce
- délku vyložení navrhnou v závislosti na konkrétních podmínkách (vzdálenost stožáru od hrany komunikace, šířka komunikace)
- navrhnout závěsnou výšku svítidla nižší než je výška stožárů soustavy příslušné komunikace
- na směrově rozdělené vícepruhové komunikaci svítidla umístit nad všechny jízdní pruhy, stožáry se umísťují nejen na straně k chodníku, ale i ve středním dělicím pásu, pokud to místní podmínky nedovolí, je vhodné osvětlit přechod celkovou osvětlovací soustavou, provést doplnění, či výměnu stávajících svítidel.

### 3.10.2. Provedení VO na mostních objektech

Mostní objekty jsou ohrožovány v lokalitách s blízkým výskytem zdrojů stejnosměrného proudu (např. městská a železniční trakce) korozí bludnými proudy (dále jen BP). Pro zamezení negativního působení BP jsou přijímána přesně specifikovaná opatření, která vyžadují, aby i projekt veřejného osvětlení (dále jen VO) byl vypracován v souladu s těmito požadavky. Každý projektant, který se v rámci svého projektu dotýká zařízení VO mostního objektu, si musí být vědom všech úskalí a povinnosti dodržet stanovená pravidla technického řešení umístění zařízení VO na mostním objektu. Proto jsou stanovena základní pravidla technickými předpisy a normami.

#### Základní předpis a nejdůležitější související technické normy

- TP 124 (Ministerstvo dopravy a spojů, odbor pozemních komunikací)
  - Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací (Schváleno: MDS - OPK č.j. : 30085/99 – 120 ze dne 20.12.1999 s účinností od 1.1.2000).
  - V TP 124 jsou na příslušných místech textu odkazy na normy a právní předpisy. Z technických norem se jedná zejména o tyto:
- ČSN 33 2000-4-41, ČSN 33 2000-5-51, ČSN 34 1500, ČSN 33 3516, ČSN 34 1510,
- ČSN 34 2613 ČSN IEC 913, ČSN 38 0810, ČSN 34 1390, ČSN 34 1500, ČSN 03 8005, ČSN 03 8350, ČSN 03 8370, ČSN 03 8372.

#### Možnosti provedení VO na mostním objektu

Musí být navrženo takové řešení, které neumožní zavlečení BP do mostní konstrukce. To znamená, že na most nemůže být přímo zaveden zemnič a nemůže být přímo uzemněn PEN. Toho lze dosáhnout dvěma základními postupy:

- oddělením obvodů – použitím oddělovacích transformátorů a to lze zase dvěma způsoby:
  - jedním transformátorem pro celou soustavu VO na mostě dimenzovaným podle instalovaného příkonu a rozfázování. Trafo je zpravidla v pilíři s jištěním. Pilíř se umísťuje v blízkosti závěrné zídky mostu
  - jednotlivými transformátory pro každé světelné místo umístěnými přímo ve stožárech. Rozvod před transformátorem musí být ve II. třídě izolace, doplněno jištěním transformátoru a jištěním sekundárního vývodu ke svítidlu

- Provedením celého VO na mostním objektu v II. třídě izolace:
  - před mostní objekt je osazen pilíř, ve kterém je naposledy přizemněn PEN, rozdělen na PE a N, přičemž PE se již na most nezavádí. Ve stožárech jsou kryté elektrovýzbroje ve II. třídě izolace, stejně tak svítidla.

### **Zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem**

Je zajištěna již samotným opatřením proti zavlékání bludných proudů a to buď:

- ochranou oddělením obvodů (v pilíři osadit do vývodu VO na mostě proudový chránič)
- ochranou dvojitou izolací (v pilíři osadit do vývodu VO na mostě proudový chránič).

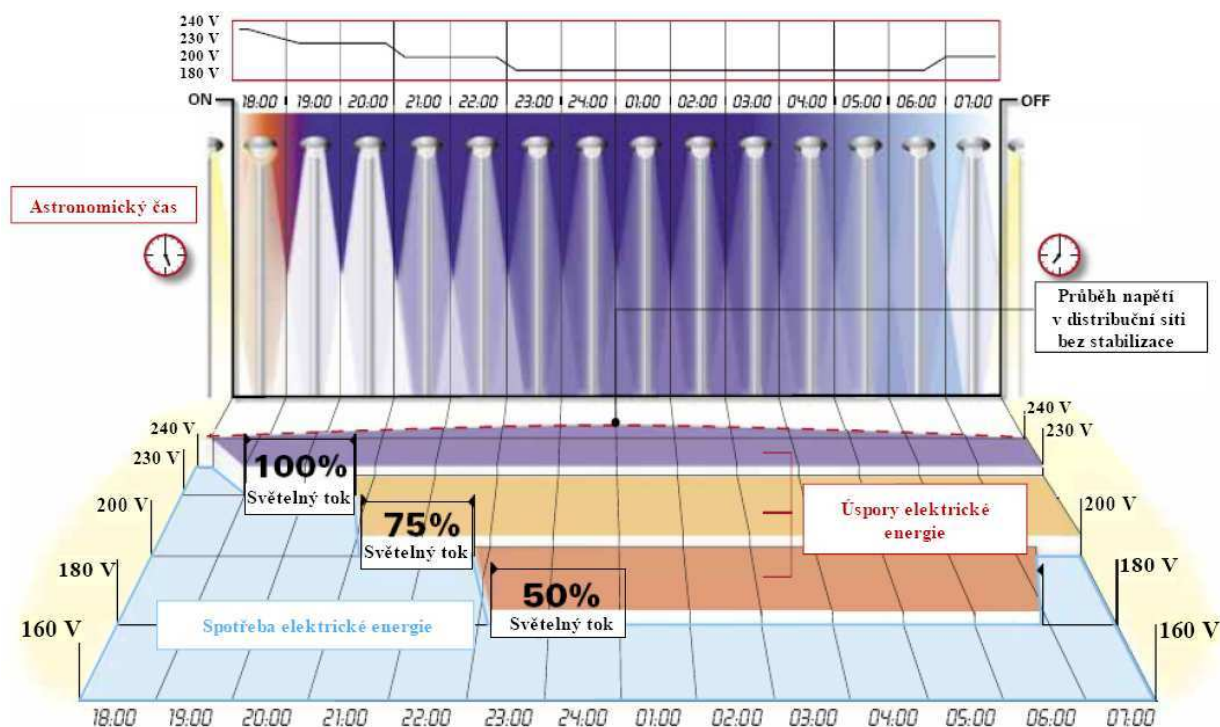
### **Zajištění ochrany před účinky atmosférického přepětí**

Stožáry se vzájemně propojí

- přes provařenou výztuž chodníkové římsy a toto je vyvedeno na obou koncích mostu před závěrem na destičku s čepem, kde se připojí zemnič přes svodič přepětí s opakovanou funkcí
- izolovaným vodičem vedeným v samostatné chráničce přes závěrné zídky objektu do terénu, kde je propojen s FeZn opět svodičem přímo v zemi nebo v podstavci pilíře VO
- propojení holým vodičem FeZn po přídržích po mostní konstrukci - prakticky se zpravidla neprovádí, správci mostů takové návrhy odmítají.

## **3.11. Stmívání osvětlovacích soustav VO – adaptivní osvětlení**

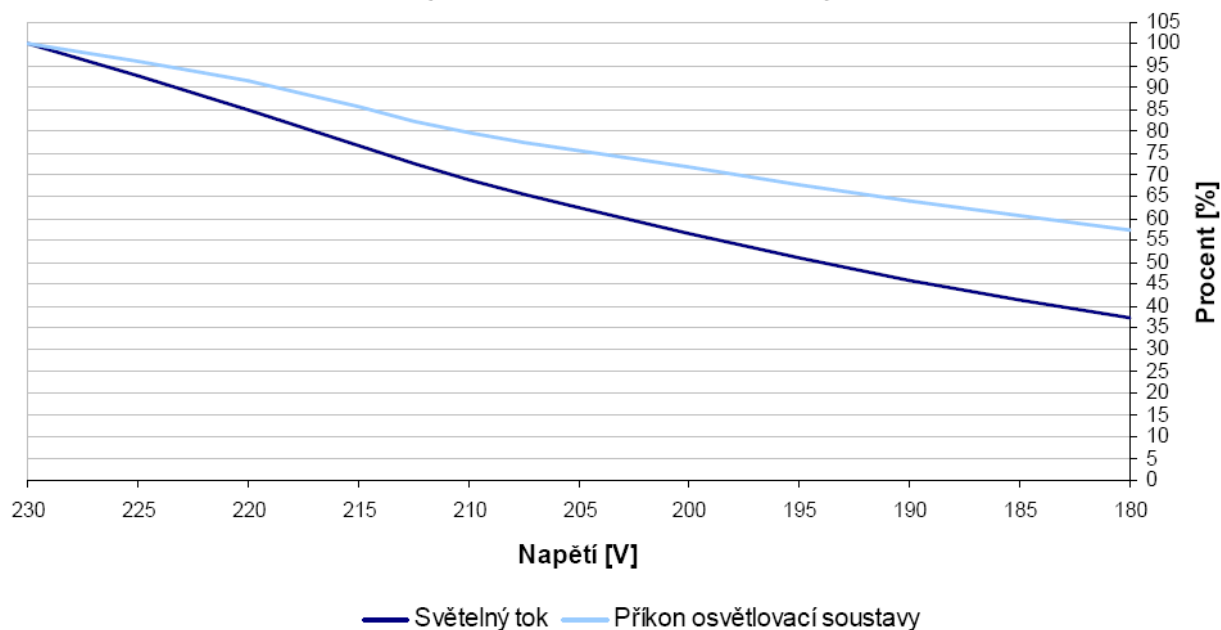
Vhodná třída osvětlení, která definuje světelně-technické požadavky na osvětlení, se vybírá na základě funkce pozemní komunikace, navrhované rychlosti, celkové uspořádání, intenzity dopravy, skladby uživatelů a environmentálních podmínek. Vyskytuje se mnoho dalších ovlivňujících parametrů, které se užívají na národních úrovních. V různých časových obdobích nočních hodinách může docházet k významným rozdílům těchto parametrů, obzvláště ke změnám jasů okolí a intenzity provozu a na základě jejich změn lze adaptovat i osvětlení. Regulaci osvětlení zajišťují regulační zařízení, která stabilizují a provádí plynulou nebo stupňovou regulaci efektivní hodnoty napětí. Příklad regulace osvětlovací soustavy je uveden na Obr. 3.43.



Obr. 3.43 - úspory elektrické energie při regulaci příkonu osvětlovací soustavy (zdroj: Reverberi)

Minimální hodnota napětí by při regulaci neměla poklesnout pod 180V. Při nižším napětí se může výbojka dostávat do nestabilního stavu a jakákoliv dynamická změna může vyvolat zhasnutí výbojky. Při těchto napětích dochází k poklesu jasů a osvětlenosti asi o 65% a poklesu příkonu asi o 55% (Obr. 3.44). Prakticky musíme uvažovat ještě úbytek napětí na vodičích k nejvzdálenějšímu místu. Uvažujeme-li max. dovolený úbytek napětí na vodiči 5%, pak spodní rozsah regulace je limitován napětím 191,5V. Výrazně snížený provoz nastává ve většině měst a obcí mezi 2300 až 5000 hodinou, což představuje dobu delší než 2 000 hod. za rok. To znamená, že teoreticky můžeme snížit po dobu 2 000 hod. výkon osvětlovacích soustav pozemních komunikací na polovinu. Prakticky se pak celková míra úspor spotřeby elektrické energie pohybuje na úrovni 30-40%.

### Změna příkonu a světelného toku na napětí



Obr. 3.44 - příklad změny světelného toku v závislosti na příkonu osvětlovací soustavy (Zdroj: Reverberi)

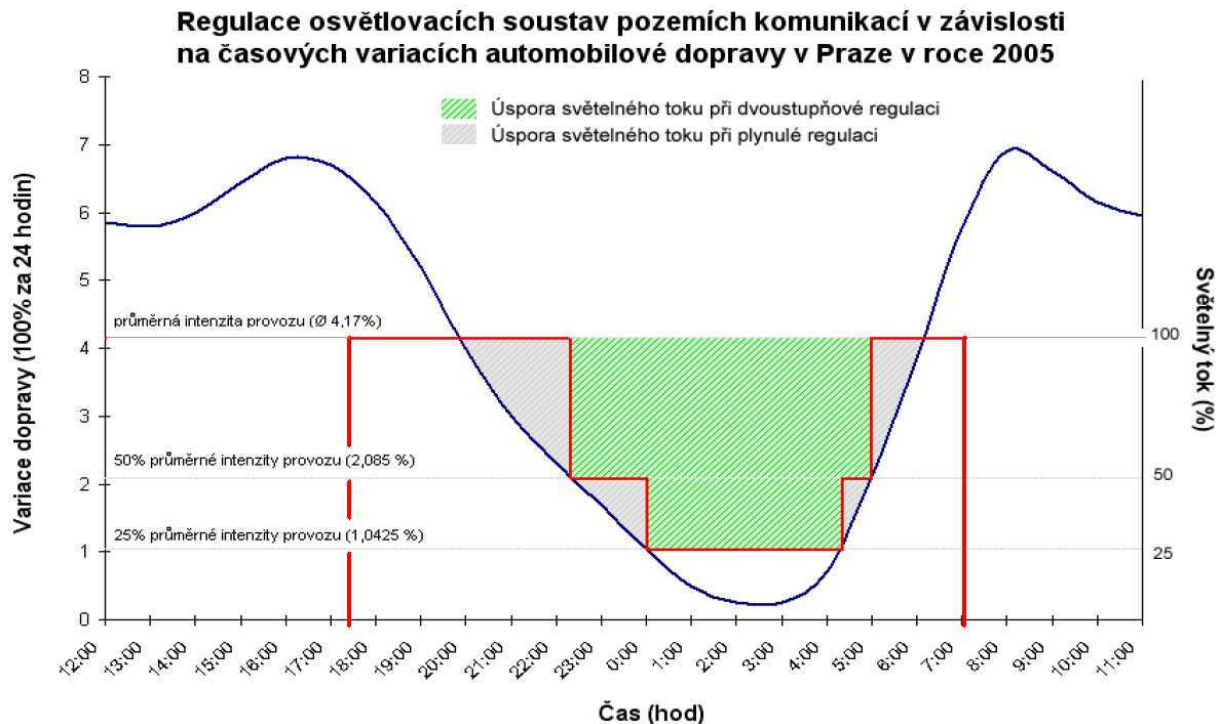
Dalším pozitivním aspektem regulačních systémů je kompenzace snížení světelného toku. Vzhledem k tomu, že výbojky a zářivkové trubice „stárnou“ a jejich světelný tok se během jejich života snižuje, používá se při návrhu osvětlení tzv. činitel údržby v hodnotě obvykle 0,6 až 0,8. To znamená, že v osvětlovacím systému s novými zdroji - např. po provedení pravidelné údržby, při činiteli 0,7, je počáteční hladina osvětlení o 30% vyšší než je navrženo. Jakmile světelný zdroj dosáhne konce svého ekonomického života, hladina osvětlení se vyrovná projektové úrovni, nebereme-li v úvahu předdimenzování soustavy. Pomocí zpětné vazby může plynulá regulace osvětlení tento proces stárnutí eliminovat a osvětlenost může být regulována a udržována na požadované úrovni. Pokud je použit vhodný systém pro plynulou regulaci osvětlení, je možno dosáhnout úspory elektrické energie ve výši 10 až 15%.

Při návrhu osvětlení, je mnoho parametrů neznámých, proto se používá předpokládaných údajů. Díky tomuto faktoru je předdimenzování osvětlení obecným rysem. Pomocí systému pro plynulou regulaci se zpětnou vazbou je možno tyto faktory kompenzovat. Úspory jsou velmi závislé na stupni předdimenzování a dají se velmi přesně stanovit, pokud jsou známy exaktní výsledky návrhu osvětlení a parametry osvětlovaného prostoru.

#### 3.11.1. Regulace osvětlení pozemních komunikací v ČR

Dochází-li v průběhu noci k významným změnám intenzity dopravy, nebo jasů okolí, doporučuje se podle ČSN EN 13 201-1 použití vhodných prostředků ke snížení hladiny osvětlení a tím spotřeby energie. Při regulaci osvětlení je třeba zachovat rovnoměrnost osvětlení. Snížení hladiny osvětlení má být podloženo analýzou změn intenzity provozu na uvažované pozemní komunikaci (rozborem průměrných hodinových intenzit provozu) a/nebo změn jasů okolí, v průběhu noci (v období provozu osvětlení). **Přípouští se snížení hladiny osvětlení až o 50 % jmenovité hladiny**

**osvětlení** (průměrné hodnoty udržovaného jasu nebo udržované osvětlenosti) **odpovídající příslušné třídě osvětlení**. V případě extrémního snížení intenzity dopravy je možno hladinu osvětlení snížit až o 75 % jmenovité hladiny osvětlení. Snížení osvětlení o více než 50 % jmenovité hladiny osvětlení **musí být podloženo analýzou změn intenzity provozu** na uvažované pozemní komunikaci a schváleno příslušným silničním správním úřadem. V oblastech s vysokým rizikem kriminality, nebo nehodovosti v nočních hodinách se regulace osvětlení nedoporučuje.



Obr. 3.45 - příklad regulace osvětlovacích soustav pozemních komunikací

Příklad regulace osvětlovací soustavy pozemní komunikace v závislosti na časových variacích automobilové dopravy je uveden na Obr. 3.45. Variace dopravy je nejintenzivnější v ranních (8h) a odpoledních hodinách (16h). Při poklesu intenzity dopravy pod průměrnou denní hodinovou hodnotu (4,17 %) je již regulace uplatňována způsobem plynulým (provozní regulační křivka kopíruje křivku variace dopravy maximálně však do 25 % průměrné denní hodinové intenzity) nebo skokovým (při 50% resp. 25 % průměrné denní hodinové intenzity).

### 3.11.2. Váhové kritérium pro výběr třídy osvětlení

Výpočet čísla třídy osvětlení se určí ze vztahu (třída osvětlení M se navrhuje v šesti kategoriích M1 až M6):  $M = 6 - SWF$

Časové změny parametrů mohou v konečném důsledku znamenat přizpůsobení hladiny osvětlení, kdy osvětlovací soustava dynamicky reaguje na aktuální stav. Přitom je nutné, aby změna úrovně osvětlení neměla vliv na další parametry osvětlení. Snížení příkonu osvětlovacích soustav nemá mít vliv na rovnoměrnost jasu ani na kontrast objektů. Uvádí se, že jednotlivé státy si na své národní úrovni definují mezní hodnoty sledovaných parametrů. V případě špatného počasí, práce

na komunikaci či dopravní nehodě by měl být stupeň osvětlení na jmenovité úrovni nezávisle na intenzitě dopravy.

**Tab. 3.9 - parametry pro výběr třídy osvětlení M**

Parametr	Možnosti	Váhový faktor (WF)	Vybraný WF
Rychlost	Vysoká	1	1
	Střední	0	
Intenzita dopravy	Velmi vysoká	1	1
	Vysoká	0.5	
	Střední	0	
	Nízká	-0.5	
	Velmi nízká	-1	
Druh dopravy	Smišená s vysokým procentem nemotorizované dopravy	1	0
	Smišená	0.5	
	Pouze motorizovaná	0	
Směrově rozdělená komunikace	Ne	1	0
	Ano	0	
Intenzita křižovatek	Vysoká	1	0
	Střední	0	
Parkující vozidla	Vyskytují se	1	0
	Nevyskytují se	0	
Jas okolí	Velmi vysoký	1	0
	Vysoký	0.5	
	Střední	0	
	Nízký	-0.5	
	Velmi nízký	-1	
Optické vedení / řízení dopravy	Špatné	0.5	0
	Dobré	0	
	Velmi dobré	-0.5	
<b>Číslo třídy osvětlení M = 6 – SWF</b>		<b>Suma WF</b>	<b>SWF = 2</b>

### 3.12. Detekce intenzit dopravy

Základním parametrem pro regulaci osvětlení je monitorování intenzity dopravy. S ohledem na instalační práce se pro tyto účely využívají neintruzivní detekční prvky, tzn. nevyžadují fyzický zásah do vrstvy vozovky, obvykle se jsou to detektory využívající princip videodetekce. Zvolená snímací místa v jednotlivých jízdnicích tvoří tzv. virtuální smyčky. Jedno videodetekční zařízení TrafiCam je schopno zaměřit až čtyři snímací pole, smyčky (Obr. 3.46). Každá tato smyčka poskytuje na základě zpracování obrazu údaje o přítomnosti vozidel. Projíždějící vozidlo změní hodnoty barev a jasu na poli virtuální smyčky detektoru, čímž je identifikováno. Tyto detektory pracují i v noci bez nutnosti dodatečného přisvětlení.

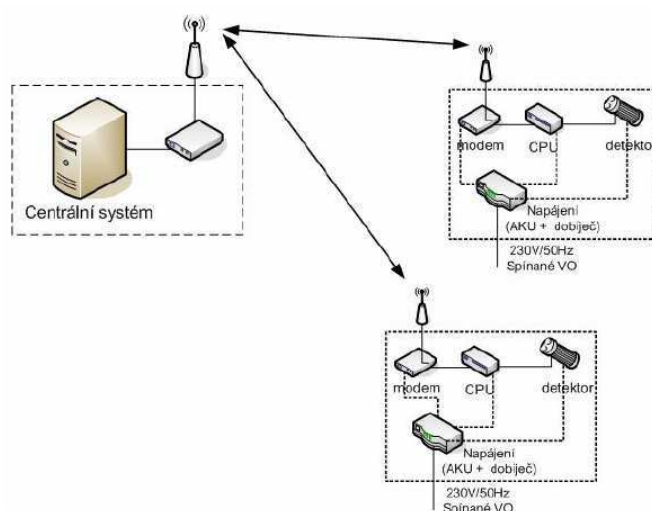
Pro zajištění nepřerušené činnosti je detekční zařízení TrafiCam dovybaveno akumulátorovou jednotkou s dobíječem kompenzovaným na aktuální venkovní teplotu. Tato akumulátorová jednotka obsahuje ekologický hermetický akumulátor 12V/12Ah, který je schopen zajistit s dostatečnou rezervou celodenní provoz. Akumulátor je vhodné nabíjet pravidelně dobíjen ze sloupu veřejného osvětlení, tedy ze spínané sítě 230V.





Obr. 3.46 - strategický videodetektor TraficCam a nastavení čtyř virtuálních smyček

Data z detektorů TraficCam jsou agregována v 5ti-minutových intervalech a je možné je odesílat radiovým, GSM modemem apod. do centrálního dispečinku. Na obrázku je principiální schéma realizovaného systému (Obr. 3.47).



Obr. 3.47 - principiální schéma komunikace videodetektorů

### 3.13. Systémy regulace VO

Systémy regulují světelný tok světelného zdroje změnou efektivní hodnoty napětí, a to na principu fázové nebo amplitudové regulace.

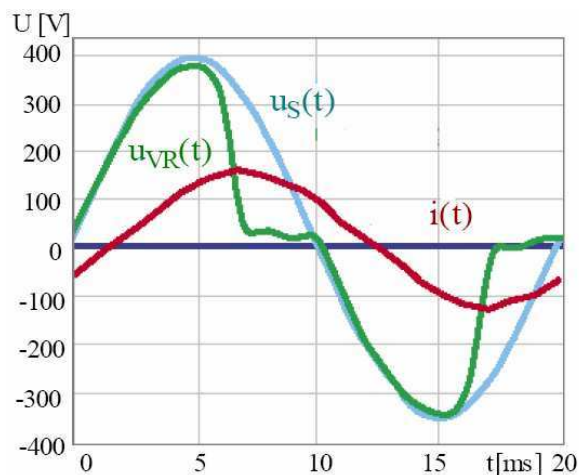
#### Fázová regulace

Při fázové regulaci zůstává amplituda napětí nezměněna. Rozlišujeme dva způsoby fázové regulace NCWI a AWI. Jednofázovým měničem je v případě NCWI resp. AWI regulace vyříznuta část síťové napěťové sinusovky  $u_S(t)$  v vzestupné části  $u_{VR}(t)$  resp. sestupné části (Obr. 3.48). První způsob se hodí pro plynulou regulaci prakticky pro všechny typy výbojových zdrojů,

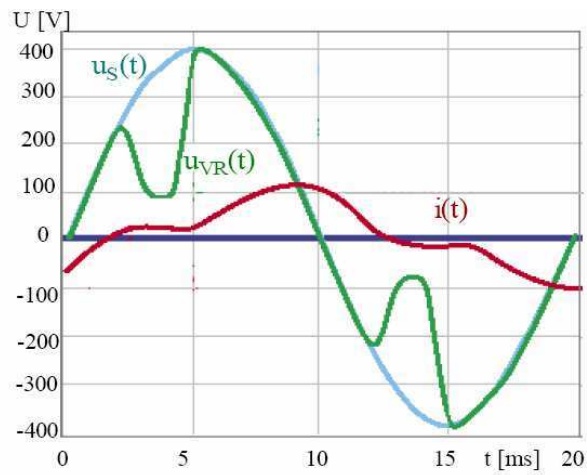
druhý způsob je vhodný zvláště pro regulaci vysokotlakých sodíkových, popřípadě halogenidových výbojek pracujících s konvekčními předřadníky.

### Amplitudová regulace

Systém reguluje světelný tok světelného zdroje změnou efektivní hodnoty napětí, ke které dochází změnou amplitudy napětí. Systém je založen na bázi transformátorové regulace. Systém je vhodný pro plynulou regulaci vysokotlakých sodíkových výbojek pracujících s konvekčními předřadníky.



a) fázová regulace se systémem AWI



b) fázová regulace se systémem NCWI

Obr. 3.48 - změna efektivní hodnoty napětí při fázové regulaci

Časové změny parametrů (především intenzity dopravy a jasu okolí) mohou v konečném důsledku znamenat přizpůsobení hladiny osvětlení, tuto činnost zajišťují regulační jednotky s různou mírou inteligence. Míra inteligence je dána rozsahem a lokalizací akčních a měřících členů, a tím i rozsahem řízení a monitoringu osvětlovací soustavy. Volba regulačního systému je závislá především na potřebách provozovatele, topologie osvětlovací soustavy, počáteční investici, provozních nákladech apod. V zásadě lze rozdělit regulaci osvětlení na skupinovou a individuální.

#### 3.13.1. Skupinová regulace

Skupinová regulace je zajištěna skupinovým regulátorem, který je schopen redukovat a stabilizovat napětí v síti, a tím i velikost světelného toku. Skupinový regulátor, zpravidla na bázi transformátorů nebo fázových měničů, umožňuje víceúrovňovou nebo plynulou regulaci a umísťuje se v samostatné skříni v blízkosti zapínacího místa (Obr. 3.49).

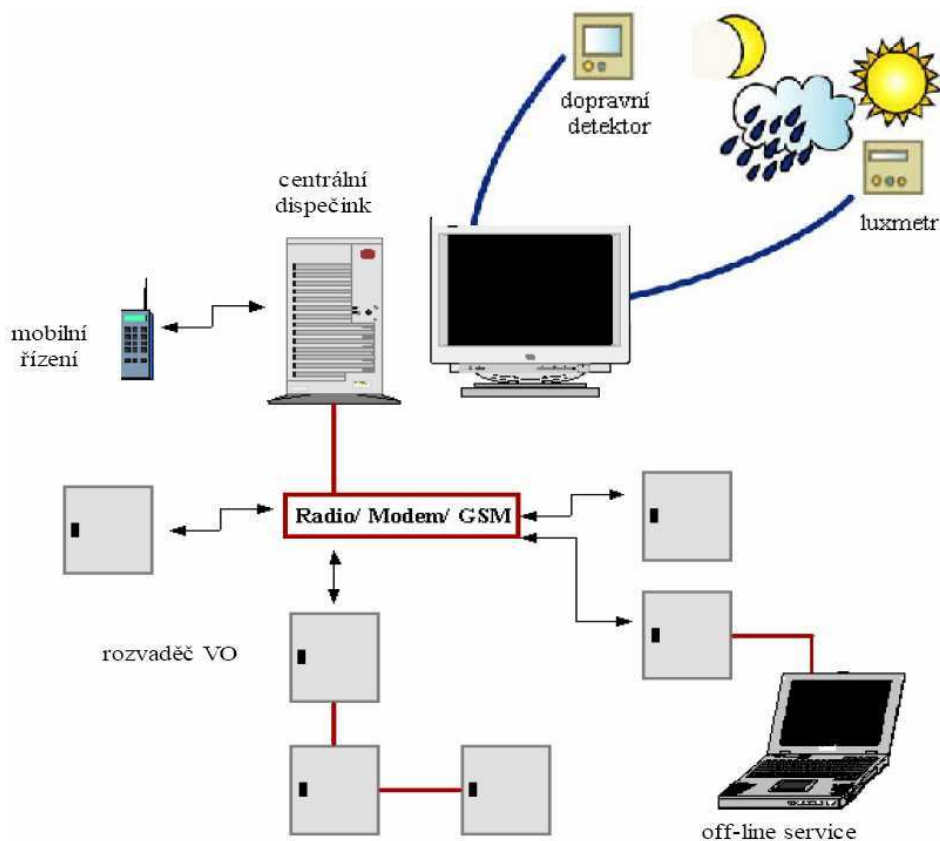


Obr. 3.49 - skupinový regulátor Reverberi v plechovém rámu a v plastové skříni

Skupinové regulátory lze provozovat jako základní, bez komunikačního modulu (off-line provoz) a bez sledování a archivace provozních parametrů, s těmito vlastnostmi:

- umístění v blízkosti zapínacího místa (snadná obsluha zařízení)
- nastavení regulačního režimu (doby a stupně regulace) pouze v místě instalace
- zpravidla možnost nastavit vícestupňovou regulaci
- stabilizace napětí v místě na přívodu (tzn. úsporu spotřeby elektrické energie při přepětí a zajištění jmenovitého osvětlení při podpětí v síti)
- úbytek napětí na konci úseku VO není kompenzován (poslední světelné místo je referenční z hlediska světelnotechnických parametrů)
- většinou je na skupinový regulátor napojen na oblasti s různými požadavky na třídu osvětlení (individuální požadavky na osvětlení parků, křižovatek)
- vyskytují-li se v regulovaném úseku halogenidové výbojové zdroje (například osvětlení přechodů), je tyto, z důvodů změny jejich barevného podání, nutné vybavit např. elektronickým předřadníkem se stabilizací na jmenovitou hodnotu
- při zvýšení odběru elektrické energie zapínacího místa v dané lokalitě (např. nová výstavba osvětlovací soustavy) je nutné provést výměnu nebo instalovat další skupinový regulátor
- prostor pro instalaci skříňe regulátoru.
- nízké nároky na investici i údržbu a provoz samotného regulačního systému (instalace jedné jednotky pro skupinu světelných míst).

Většina skupinových regulátorů disponuje již možností připojení řídicí a komunikační technologie, která umožňuje provozovateli VO dálkově provádět nastavení, záznam a archivaci řídicích parametrů (Obr. 3.50).



Obr. 3.50 - inteligentní osvětlovací systémy s inteligencí v rozvaděči

Systémy, které jsou založeny na inteligenci rozvaděče (ZM), zajišťují zpravidla dálkové řízení spínání, regulace a monitorování provozních a poruchových stavů osvětlovací soustavy. Řídící jednotka v rozvaděči obvykle monitoruje s určitou přesností, například v kombinaci s elektroměrem, elektrické veličiny:

- proud (identifikace výpadku skupiny světelných zdrojů)
- napětí (výpadek napájení), účinník (kvalita elektrické energie)
- odebíraný činný i jalový výkon každé fáze (identifikace černého odběru)
- spotřeba elektrické energie (přehled o platbách)
- informace o stavu hlavního jističe a stavu dvířek rozvaděče (neautorizovaný vstup).

Řídící jednotka obvykle zajišťuje spínání osvětlovací soustavy na základě podnětu astronomických hodin nebo fotobuňky a je vybavena komunikačním GPRS modulem nebo jinou WAN technologií pro komunikaci s centrálním dispečinkem popřípadě mobilním telefonem (SMS zpráva) v případě výskytu poruchy, chybné činnosti, modifikaci provozního diagramu, stažení aktuálních dat. Běžně se pro tyto činnosti využívá řídicí jednotky regulačního zařízení.

#### **Vlastnosti skupinového regulátoru s komunikační jednotkou (on-line provoz):**

- dálkové nastavení regulačního režimu z centrálního dispečinku
- dálkový sběr dat o provozních veličinách v místě připojení (např. z měřených elektrických veličin lze identifikovat výpadek většího počtu kusů výbojek)
- činnost samotného zařízení je dálkově dozorována

- umístění v blízkosti zapínacího místa (snadná obsluha zařízení)
- stabilizace napětí v místě na přívodu (tzn. úsporu spotřeby elektrické energie při přepětí a zajištění jmenovitého osvětlení při podpětí v síti)
- úbytek napětí na konci úseku VO není kompenzován (poslední světelné místo je referenční z hlediska světelnotechnických parametrů, v případě dlouhého úseku se instaluje do vhodného místa transformátor)
- systém umožňuje on-line identifikaci černého odběru v síti
- většinou je na skupinový regulátor napojen na oblasti s různými požadavky na třídu osvětlení (např. individuální požadavky na křižovatky, parky apod.)
- skupinový regulátor se vyrábí v několika výkonových řadách (zpravidla nebývá optimálně výkonově využit)
- při zvýšení odběru elektrické energie zapínacího místa v dané lokalitě je nutné provést výměnu nebo instalovat další skupinový regulátor
- prostor pro instalaci regulátorové skříně
- nižší nároky na investici i údržbu samotného regulačního systému, vyšší provozní náklady na komunikační síť.

Systémy se vyznačují nižšími investičními nároky a malými nároky na vlastní údržbu, prioritou je především úspora elektrické energie v době se sníženou intenzitou provozu.

### 3.13.2. Individuální regulace

Individuální regulace ve svítidle je zajištěna zpravidla:

- programovatelným elektronickým předřadníkem,
- regulační jednotkou bez komunikace,
- regulační jednotkou s komunikací (plně telemanagementový systém) (Obr. 3.51).



Obr. 3.51 - elektronický programovatelný předřadník a regulační jednotka s komunikací

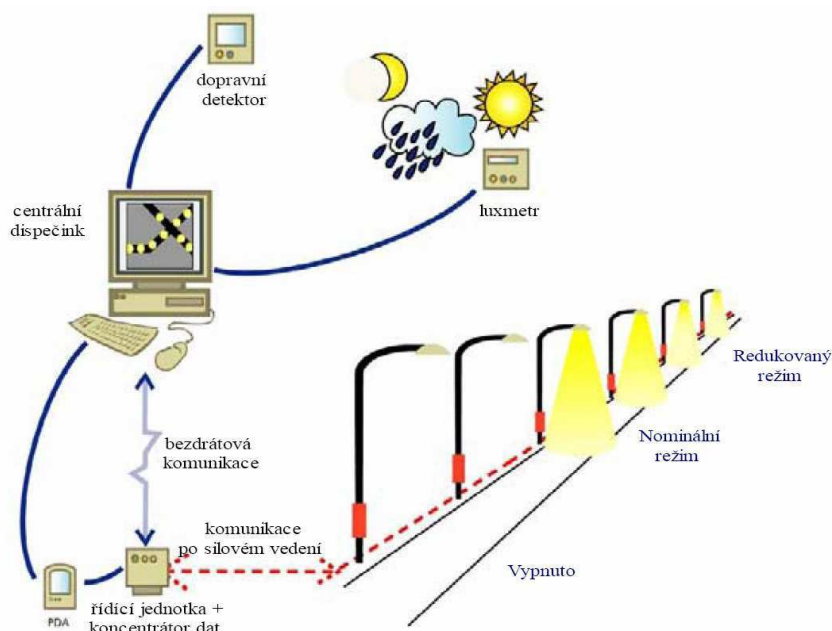
Programovatelný elektronický předřadník, popřípadě regulační jednotka bez komunikace (tzv. off-line provoz) instalovaná před předřadníkem ve svítidle nebo v jeho blízkosti (stožár VO) umožňuje:

- individuální stabilizaci světelných zdrojů (eliminace úbytků napětí na konci úseku VO)
- stálý regulační režim (není respektována aktuální změna intenzity dopravy)

- náročná obsluha zařízení (náročné přenastavení regulačního režimu a provádění servisu díky umístění jednotky ve svítidle => zpravidla je nutné použití vysokozdvizné plošiny)
- omezený počet stupňů regulace (zpravidla jen jeden na 50% jmenovitého světelného toku)
- chybí informace o provozním stavu zařízení
- nízké investiční, ale vyšší nároky na údržbu díky umístění regulační jednotky ve svítidle.

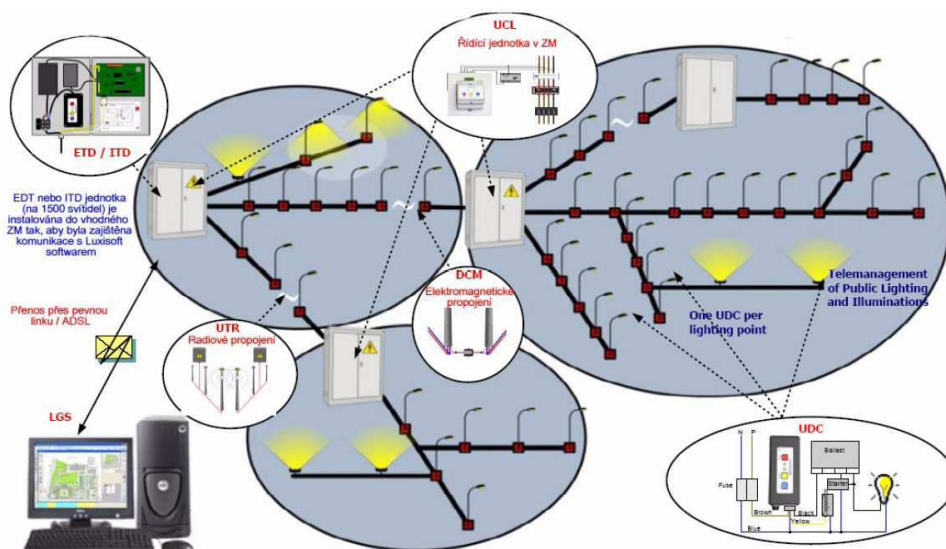
V současnosti se využívají k regulaci i řídicí jednotky s komunikací předřazené předřadníku jako součást inteligentního telemanagementového systému. Inteligentní systémy, které jsou zpravidla tvořeny předřadníkem v kombinaci s řídicí jednotkou ve svítidle zajišťující:

- dálkové řízení (spínání, plynule nastavitelnou regulaci, stabilizaci) jednotlivých světelných zdrojů
- monitorování jejich provozních stavů (stav světelného zdroje - zapnuto / vypnuto / regulační režim, provozní hodiny, počet zápalů, elektrické parametry, spotřeba elektrické energie, identifikace problémů s datovou komunikací, výpadek zdroje / předřadníku).

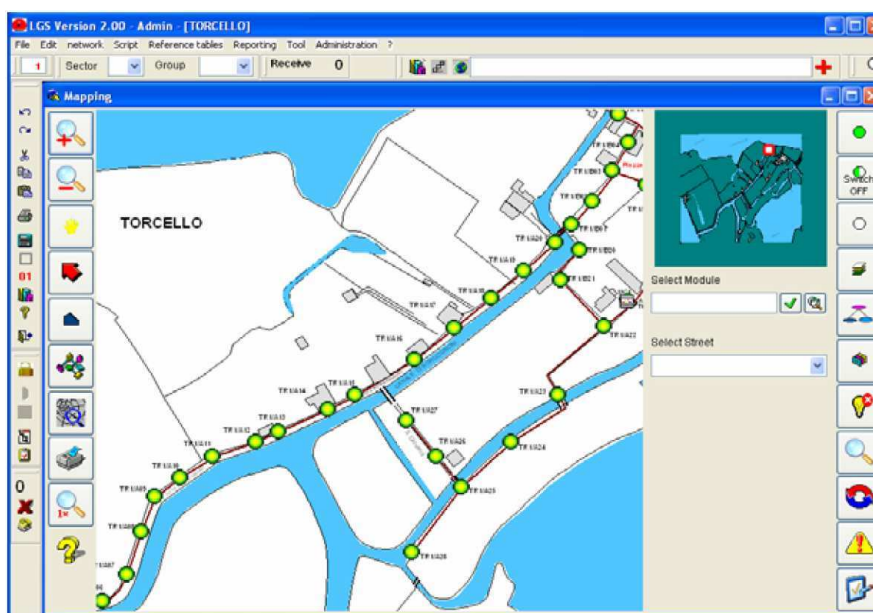


Obr. 3.52 - inteligentní osvětlovací systémy s inteligencí ve svítidle

Telemanagementová síť je složena většinou z více nadřazených řídicí jednotka (UCL), které obsluhují několik sektorů. Každý sektor je autonomní a má jedno místo připojení, zpravidla v rozvaděči (ZM). Řídicí jednotka ve svítidle (UDC) v reálném čase, pracuje v síti jako aktivní komunikační opakovač umožňují implementovat programová schémata např. pro stav alarmu při redukci napětí zdroje signalizující konec života. UDC má jedinečnou adresu v systému a využívá přenosu dat v obou směrech zpravidla přes silové vedení (např. pomocí technologie LonWorks) s UCL vybavenou koncentrátorem data komunikuje zpravidla bezdrátově s řídicím telemanagementovým centrem. Data jsou ukládána do SQL databáze na řídicím serveru. Některé systémy umožňují propojit jednotlivé sektory elektromagnetickými (DCM) nebo radiovými propojkami (UTR) zajišťující komunikaci mezi různými rozvaděči.



Obr. 3.53 - celkové schéma telemanagementového systému (Zdroj: Luxicom)



Obr. 3.54 - vizualizace světelných míst (Zdroj: Luxicom)

Vizualizační SW na řídicím serveru centrálního dispečinku je určen pro zobrazení technologických dat ze sítě rozvaděčů na dispečerském pracovišti a jejich dálkové řízení. Základní panel vizualizace světelných míst je zobrazen na Obr. 3.54. V případě výpadku světelného zdroje se změní barva vyznačeného světelného zdroje.

#### Vlastnosti inteligentního telemanagementového systému s řídicí jednotkou ve svítidle:

- individuální stabilizace světelných zdrojů (eliminace úbytků napětí na konci úseku VO)
- obtížná obsluha zařízení (náročný servis zařízení v případě umístění řídicí jednotky ve svítidle => zpravidla je nutné použití plošiny)

- respektuje aktuální změny intenzit dopravy individuálním řízením jednotlivých svítidel či jejich skupin dle třídy osvětlení
- neomezený počet stupňů regulace (možnost nastavení plynulé regulace v čase)
- informace o provozním stavu jednotlivých světelných zdrojů (lze vypracovat model preventivní údržby umožňující eliminovat systematický model, tzn. maximálně využít individuální potenciál životnosti každého světelného zdroje, předřadnicích (signalizace o výpadku výbojky v centrálním dispečinku, vhodné plánování obnovy osvětlovacích systémů s využitím databáze provozních stavů a možnost vyhodnocení operativních činností)
- vysoká pořizovací cena a zpravidla zvýšené nároky na samotný provoz a údržbu inteligentních prvků.


### **3.14. Financování energeticky úsporných zařízení**

Pro financování energeticky úsporných systémů lze využít finanční model EPC (Energy Performance contracting). Základním principem EPC je splácení realizovaného projektu z prokazatelně dosažených úspor nákladů na energii. Realizaci projektu energetických úspor na objektech a zařízeních zákazníka na sebe přebírá specializovaná firma energetických služeb – ESCO (Energy Service COmpany). ESCO zákazníkovi zaručí dosažení úspor energie ve spotřebě. Podstatné a rozhodující pro konečnou spokojenost zákazníka i ESCO je důsledné a jednoznačné definování poskytované garance ze strany ESCO vůči zákazníkovi ve smlouvě o energetických službách se zárukou. Investice, úroky a náklady na služby ESCO splácí zákazník firmě ESCO po dosažení úspory v provozních nákladech a po dobu sjednanou smluvně.

V zásadě může být takový model rozdělen do dvou skupin v závislosti na časové relaci klientské účasti na nárok z uspořené provozní náklady, jedná se o tzv. trvalý model a účastnický model (Obr. 3.55). Oba modely mají společné, že doba kontraktu je rozdělena do dvou fází: přípravná fáze a fáze plnění smluvní činnosti. V případě trvalého modelu má ESCO nárok na uspořené náklady v plné výši během celého trvání kontraktu, klient navíc může platit ESCO i smluvní sazbu za odpovídající ušetřené provozní náklady. V případě účastnického modelu, klient se aktivně podílí na uspořené nákladech již od zahájení činnosti. Míra klientské účasti je stanovena ve smlouvě a obvykle bývá nejméně 10% dosažených úspor. Účast většinou znamená delší smluvní trvání. Po ukončení EPC klient hospodaří se sníženými provozními náklady a může se dohodnout na smluvní sazbě s ESCO za servis implementovaného zařízení.



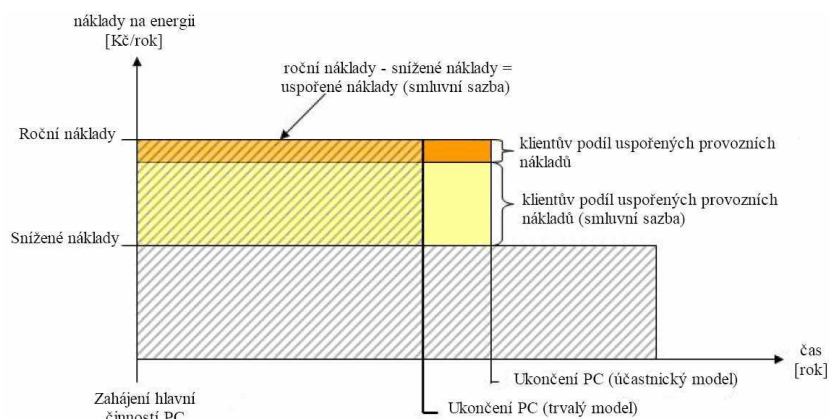
Tab. 3.10 - model pro výpočet doby návratnosti energeticky účinných systémů

<b>Project:</b>	Intelligent Road and Street lighting in Europe			Investitionsbank Schleswig-Holstein	
<b>Acronym of Project:</b>	E-Street				
<b>Agreement N°:</b>	EIE/05/157/SI2.419662				
<b>Work Package 6:</b>	Financial Instruments				
<b>municipality:</b>	Praha			<b>please choose your currency</b>	€
<b>object:</b>	example				
<b>Basics</b>					
<b>Data from the electricity bill of the last year:</b>					
<b>Electric power consumption and costs for electric work</b>				<b>Costs for luminaire wattage</b>	
from the energymanagementsystem or from the electricity bill of the last year				Basic costs [€/a]	
	[€/kWh]	[kWh/a]	[€/a]	luminaire wattage (relevant for costs)	10,0 [Kw]
HT	0,110	20 000	2 200,00	averaged costs for luminaire wattage	[€/kWa]
NT	0,090	6 000	540,00	total costs for power	0,00 [€/a]
total average	0,105				
		total 26 000	2 740,00	<b>Taxes</b>	
				tax 1	0,0130 [€/kWh]
				tax 2	[€/kWh]
				tax 3	[€/kWh]
<b>Total costs for electric power (exclusive VAT)</b>			3 078,00 [€/a]	Σ	338,00 [€/a]

**Parametry ovlivňující dobu návratnosti investice:**

- pořizovací cena (cena zařízení + náklady na instalaci + náklady na servis)
- elektrické parametry sítě (především napětí)
- míra regulace (zpravidla regulace maximálně na 50% osvětlenosti)
- doba regulace (při regulaci od 23,00 do 5,00 je to ročně max. 2190 hod)
- cena elektrické energie. (v následujících 2 letech je možno počítat s nárůstem cen o cca 10 – 15%)
- míra využitelnosti (centrální regulace - skutečný instalovaný příkon zpravidla neodpovídá typové řadě)
- pokud není zajištěna dálková komunikace s regulačním zařízením, která zajišťuje informaci o zařízení, tak v případě poruchy, kdy není zajištěna regulace prodlužují návratnost do doby než je tento stav zjištěn vizuální kontrolou (nutná častější kontrola).

Obecně lze uvedené varianty regulací vzájemně kombinovat, doplňovat a rozšiřovat v závislosti na požadavcích zákazníka, typologie osvětlovací soustavy apod. Doba návratnosti investice je závislá na provozních parametrech dané sítě VO (především na napětí a regulovaném výkonu) a rozsahu inteligence daného systému.



Obr. 3.55 - princip metody „Performance contracting“

Výhodou metody EPC je především dosažení úspor nákladů na energii bez nutnosti vynaložení vlastních finanční investic na realizaci úsporných opatření při současné garanci dosažených výsledků. Model pro výpočet doby návratnosti energeticky účinných systémů pro osvětlení pozemních komunikací je uveřejněn na stránkách [www.e-streetlight.com](http://www.e-streetlight.com).

### 3.15. Dohledové systémy – získávání on-line informací o skutečném stavu VO

#### 3.15.1. Posouzení a volba dohledového systému

Jedná se o nejvyšší a nejmodernější stupeň řízení VO a takové rozhodnutí města, kterým bude zahájena instalace všech prvků (v rámci finančních prostředků tento proces může probíhat postupně nebo globálně), které povede k podrobné diagnostice jak zapínacích rozváděčů RVO tak i všech světelných míst a světelných bodů.

Předpokládané náklady na pořízení a instalaci plného dohledu nad soustavou VO (bez ročních provozních nákladů) jsou závislé na velikosti města nebo obce a potažmo na počtu SM. Pohybují se v řádech statisíců až desítek či stovek milionů u největších měst. Taková výše očekávaného plnění vylučuje jiný postup v rozhodování města o volbě systému než otevřeným zadáním ve veřejné obchodní soutěži.

V této oblasti se již rozšiřuje okruh potenciálních dodavatelů, kteří splňují celou škálu požadavků. Jedná se například o systémy MINOS, DATMO, LUXICOM.

- **systém MINOS** - velice propracovaný systém s vynikajícími zahraničními referencemi. Stavebnicové řešení umožňující investorovi postupovat kontinuálně ve vazbě na aktuální finanční možnosti
- **systém DATMO** - komunikační pojítka, která umožňují přenos informací z RVO do dispečerského pracoviště mohou být radiomodemy, moduly GSM/GPRS nebo také propojení pomocí samostatných optických vláken.

Pro rozsáhlé aplikace s požadavkem na stálý přístup do technologie je nejlepší přenos po optickém vlákně, které je ovšem pro všechny správce VO jen snem. Nej kvalitnější

náhradou je vybudování radiodatové sítě. Pro malé provozovatele s malým počtem RVO lze využít moduly GSM/GPRS.

Je-li RVO vybaven regulací, je systém schopen zajistit i dálkové řízení regulace. Systém využívá k regulaci jednotek INTELUX NG.

Vizualizační SW je určen pro zobrazení technologických dat ze sítě RVO na dispečerském pracovišti a jejich dálkové řízení.

Všechny prvky stavebnice DATMO jsou vybaveny servisními porty pro snadný upgrade a konfiguraci nastavení. Vybavením světelných míst prvky MSB-C je možno po silové síti monitorovat i jednotlivá SM.

- **systém LUXICOM** - také tento systém komunikuje s jednotlivými svítidly přes silové vedení. Každé svítidlo musí být vybaveno jednotkou UDC, RVO jednotkou UCL. Řízení probíhá přes silové vedení (mezi jednotkami UDC – 132kHz) a spojkami (kabel DCM) a radiomodem 433Mhz (2UTR moduly; max. vzdálenost 100m). Spojky umožňují komunikovat mezi různými částmi sítě VO.

Vizualizační SW je určen jen pro zobrazení technologických dat ze sítě VO. Neumožňuje monitorování a ovládání zapínacích míst. SW prostředí LGS obsahuje prvky GIS, modul pasportu a modul pro údržbu VO.

### **Posouzení a volba systému**

Pro správce VO bude nejvýhodnější podrobně posoudit konkrétní nabídky těchto a dalších firem, které se do soutěže přihlásí. Předpokladem pro zavedení do systému VO v jednotlivých etapách PO jsou aktuální finanční možnosti města, požadavky na očekávané přínosy a specifikace technických parametrů navrhovaných soustav VO. Všechny tyto údaje musí být v zájmu objednatele přesně specifikovány v zadávací dokumentaci veřejné obchodní soutěže. Objednatel jednoznačným, ale nediskriminačním způsobem stanoví veškeré požadavky na technické parametry, postup zavádění a hlavně finální stav dohledového systému VO města. Na tomto základě bude možno vybrat nejlepší nabídku.

### **3.15.2. Přínosy komplexního dohledového systému**

Kromě důležité okamžité informace o stavu provozovaného zařízení umožňuje nainstalovaný systém řízení stanovených skupin ve specifickém režimu, který odpovídá potřebě osvětlení v místech a době, kterou skutečně daná situace a lokalita vyžaduje.

Další využití je zejména:

- slavnostní a architekturní osvětlení památek
- příležitostné osvětlení (vánoční, významné svátky)
- bezpečnostní nasvětlení přechodů pro chodce v lokalitách s významnými výkyvy intenzity dopravy a pohybu pěších
- přepínání svítidel na nižší světelný tok v době významného poklesu intenzity dopravy

Přínosem je ekonomické využívání elektrické energie, omezení nadbytečného světla v době celkového zklidnění provozu a umožnění biologického klidu přírody.

### **3.15.3. Řízení a diagnostika stavu zařízení VO**

Už nasazení základního prvku systému – řízení a diagnostika zapínacích rozváděčů VO přináší významné efekty a s tím spojené úspory lidského a technického potenciálu:

- ovládání spínání VO v optimálním čase
- okamžitá informace o stavu napájecího napětí, kdy není nutno reagovat výjezdem na poruchu mimo rozvod VO (výpadek sítě distributora elektrické energie)
- okamžitá informace o neoprávněném vstupu do rozváděče
- informace o výkyvu v zatížení jednotlivých vývodových větví RVO, které rámcově signalizuje výpadek většího množství světelných míst.

Ve všech uvedených případech je provozovatel vybaven prvotní objektivní informací, na kterou může reagovat s náležitou přípravou a účelně. Odpadají zbytečné výjezdy na ne vždy seriózní hlášení, výjezdy do lokalit, kde došlo k plošnému výpadku elektrické energie a odstranění stavu je závislé na distributorovi elektrické energie – nikoli na provozovateli VO.

Lze zamezit zbytečnému provozu VO v denní době po násilném vniknutí do RVO a jeho ručním zapnutí.

Operativní nasazení montážní čety na systémem lokalizované úseky s výraznou změnou odběru (výpadek SM nebo připojení jiného odběru).

## 4. ROZBOR POŽADAVKŮ NOVÝCH EVROPSKÝCH NOREM NA VO

### 4.1. Klasifikace a požadavky na soustavy VO

Většina měst a obcí má provedené zatřídění, dle již neplatných norem pro veřejné osvětlení (VO) – ČSN 36 0400 a ČSN 36 0410. V současné době platí nový soubor evropských norem, které jsou uvedeny níže:

- **ČSN CEN/TR 13201-1** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 1: Výběr tříd osvětlení
- **ČSN EN 13201-2** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 2: Požadavky
- **ČSN EN 13201-3** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 3: Výpočet
- **ČSN EN 13201-4** Osvětlení pozemních komunikací  
Část 4: Metody měření

Pro splnění úkolu zatřídění VO jsou nejdůležitější první dvě části souboru norem. Třetí část je určena více méně pro výrobce a dodavatele svítidel a čtvrtá stanovuje postupy a metody měření navržených a vypočtených parametrů již realizovaných soustav podle projektových dokumentací staveb.

#### 4.1.1. Důležité definice

V následujícím textu se používají termíny a definice uvedené v ČSN EN 13201-2, ČSN EN 13201-3 plus definice a termíny, které jsou uvedeny níže.

##### **druh uživatele (user type)**

osoba anebo druh vozidla ve veřejném dopravním prostoru

##### **motorová doprava (M) (motorised traffic)**

motorová vozidla kromě velmi pomalých vozidel

##### **velmi pomalá vozidla (S) (slow moving vehicles)**

motorová vozidla, zvířata tažená vozidla a jezdci na koních s nejvyšší rychlostí do 40 km/h

*POZNÁMKA: V některých zemích může být tato rychlost 50 km/h.*

##### **cyklisté (C) (cyclists)**

osoby na kolech a motocyklech s nejvyšší rychlostí do 50 km/h

*POZNÁMKA: V některých zemích může být tato rychlost 40 km/h.*

##### **chodci (P) (pedestrians)**

chodci včetně osob na invalidním vozíku

**typická rychlost hlavního uživatele (typical speed of main user)**

odhadovaná rychlost uživatele, který je definovaný jako hlavní druh uživatele relevantní oblasti. Jestliže je hlavní druh uživatele kombinací motorové dopravy a jednoho nebo více jiných druhů uživatelů, motorová doprava se považuje za hlavního uživatele.

*POZNÁMKA: Pro účely osvětlení postačují přibližné rychlostní kategorie. Rychlost se zde raději odhaduje než měří a metoda odhadu je záležitostí dopravně správních orgánů.*

**relevantní oblast (relevant area)**

uvažovaná část veřejného dopravního prostoru

**kolizní oblast (conflict area)**

relevantní oblast, kde se křížují dopravní proudy vozidel nebo kde se překrývají prostory s různými druhy uživatelů

**mimoúrovňová křižovatka (interchange)**

křižovatka komunikací křížících se v různých výškových úrovních, s jednou nebo více vratnými větvemi propojujícími průběžné komunikace

**úrovňová křižovatka (intersection)**

křižovatka, na níž se dvě nebo více komunikací stýká nebo křížuje v téže úrovni, na níž se nachází vlastní pozemní komunikace i příslušné silniční vybavení

**intenzita silničního provozu (traffic flow of vehicles)**

počet vozidel, který projede určitým příčným řezem komunikace ve zvoleném časovém období v obou dvou dopravních směrech. Měří se jako průměrná denní intenzita

*POZNÁMKA: Přestože to není nezbytné pro osvětlení, může dopravní orgán využít intenzity provozu v jízdnicích pružích a intenzitu provozu získat sečtením všech hodnot v jízdnicích pružích. V případě parkovací plochy se uvedený příčný řez vede v místě vjezdu.*

**průměrná denní intenzita provozu (ADT) (average daily traffic)**

celkový počet vozidel nebo chodců během daného časového období v délce celých dnů vydělená počtem dnů tohoto časového období

**náročnost navigace (difficulty of navigational task)**

stupeň nezbytného úsilí uživatele pozemní komunikace, které při využití poskytnuté informace vynaloží, aby správně zvolil směr a udržoval nebo změnil rychlost a polohu v rámci jízdnicího pásu

*POZNÁMKA: Zrakové vedení, které zajišťuje pozemní komunikace je součástí této informace.*

**riziko kriminality (crime risk)**

riziko kriminality v uvažovaném dopravním prostoru, porovnané s rizikem kriminality v širším okolí

*POZNÁMKA: V ideálním případě má riziko kriminality vycházet ze statistiky kriminality. Zkušenosti ukazují, že skutečně objektivní přístup je obtížný.*

**složitost zorného pole (complexity of visual field)**

soubor vlivu osvětlení a jiných vizuálních prvků v zorném poli uživatele pozemní komunikace, které jej uvádějí v omyl, rozptylují, ruší a nebo obtěžují

*POZNÁMKA: Přestože vizuální vedení, které zajišťuje pozemní komunikace, může být dostatečné, mohou takové prvky způsobit problémy s rozpoznáváním objektů vysoké priority, např. dopravních světel a nebo ostatních uživatelů pozemní komunikace měnících směr. Jejich příkladem mohou být reklamní zařízení, osvětlovací stožáry, osvětlené budovy, osvětlení sportovišť.*

### **úroveň jasů okolí (ambient brightness level)**

odhadovaná úroveň jasů okolí

### **převažující počasí (main weather type)**

povětrnostní podmínky, vyskytující se po většinu podstatné části časového období

#### **4.1.2. Postupy odvození požadavků na osvětlení**

Postup odvození požadavků na VO je určen normou a je nutné postupovat v přesném sledu stanovených kroků, aby byl zaručen co nejobjektivnější výsledek – tedy správné zařazení z hlediska všech nastavených parametrů a vnějších vlivů.

Ke správnému postupu je nutné:

- definovat úseky veřejné pozemní komunikace v jedné nebo několika relevantních oblastech a výběr příslušné modelové situace - viz čl. 5.1 normy ČSN EN 13201-1;
- uplatnění tabulky, odpovídající příslušné modelové situaci - viz příloha A normy ČSN EN 13201-1;
- hodnocení parametrů a definování relevantní oblasti - viz čl. 5.2 a čl. 5.3 normy ČSN EN 13201-1;
- výběr rozsahu tříd osvětlení - viz příloha A normy ČSN EN 13201-1;
- výběr jedné třídy osvětlení z daného rozsahu - viz příloha A normy ČSN EN 13201-1;

V prvním kroku je nutné provést základní zařazení jednotlivých komunikací do modelových situací uvedených v *Tab. 4.1* čl. 5.1 normy ČSN EN 13201-1:

**Tab. 4.1 - modelové situace**

Typická rychlost hlavního uživatele km/h	Druh uživatelů ve stejné relevantní oblasti			Modelová situace
	hlavní uživatel	jiný povolený uživatel	nepovolený uživatel	
> 60  vysoká rychlost	motorová doprava		velmi pomalá vozidla cyklisté chodci	A1
		velmi pomalá vozidla	cyklisté chodci	A2
		velmi pomalá vozidla cyklisté chodci		A3
> 30 a ≤ 60  střední rychlost	motorová doprava velmi pomalá vozidla	cyklisté chodci		B1
	motorová doprava velmi pomalá vozidla cyklisté	chodci		B2
	chodci	chodci	motorová doprava velmi pomalá vozidla	C1
> 5 a ≤ 30  nízká rychlost	motorová doprava chodci		velmi pomalá vozidla	D1
		velmi pomalá vozidla cyklisté		D2
	motorová doprava cyklisté	velmi pomalá vozidla chodci		D3
	motorová doprava velmi pomalá vozidla			D4
chůze  velmi nízká rychlost	cyklisté chodci		motorová doprava velmi pomalá vozidla cyklisté	E1
	chodci	motorová doprava velmi pomalá vozidla cyklisté		E2

Dalším krokem je použití *Tab. 4.2* čl. 5.2 normy ČSN EN 13201-1 k posouzení a přiřazení charakteristických parametrů hodnocených komunikací a prostorů. Některé z nich jsou obecně dané a dají se objektivně zjistit z prostorového a technického řešení. Některé je ale nutné měřit nebo využít již změřených údajů (dopravní zatížení), pro jiné lze využít statistik a místně známých skutečností nebo údajů orgánů v místě působících a znalých situace (kriminalita, dopravně nebezpečná místa, vyšší provoz cyklistů, chodců, apod.).



**Tab. 4.2 - charakteristické parametry**

Parametry		Možné alternativy
<b>prostorové uspořádání</b>	směrově rozdělené komunikace	ano ne
	druhy křižovatek	mimourovňové úrovňové
	vzdálenost mezi mimourovňovými křižovatkami, vzdálenost mezi mosty	>3 km ≤ 3 km
	hustota úrovňových křižovatek	< 3 křižovatky/km ≥ 3 křižovatky/km
	kolizní oblast	ne ano
	geometrická opatření pro zklidnění dopravy	ne ano
<b>vliv dopravy</b>	intenzita silničního provozu za den	< 4 000 4 000 to 7 000 7000 to 15 000 15 000 to 25 000 25 000 to 40 000 > 40 000
	intenzita cyklistického provozu	normální vysoká
	intenzita pěšího provozu	normální vysoká
	náročnost navigace	normální vyšší než normální
	parkující vozidla	nevyskytují se vyskytují se
	rozeznání obličejů	nepotřebné potřebné
	riziko kriminality	normální vyšší než normální
<b>vliv okolí a vnější vlivy</b>	složitost zorného pole	normální vysoká
	jas okolí	venkovské prostředí městské prostředí městské centrum
	převažující počasí	suché vlhké

Proto je nutné v průběhu zpracování zatřídění VO vznášet požadavky vedoucí k získání co nejpřesnějších údajů:

- získání místně aktuálních údajů o intenzitě silničního provozu alespoň na některých komunikacích města aby bylo možné jejich pro porovnání z podklady z let minulých (např. 90-tých let) a hledání obecného koeficientu nárůstu dopravního zatížení

- stanovení oblastí a úseků pěšího pohybu s vyšší než obvyklou intenzitou nebo míst, kde je objednatel požadováno vyšší zařídění
- využití zdrojů PČR a MěP - z každoročních statistik dopravy stanovit oblasti se zvýšeným nebezpečím a výskytem kriminality. Stanovit dopravně zvlášť nebezpečná místa a úseky s větším výskytem nehodovosti.
- specifikace a přehled kolizních míst odlišných druhů dopravy – přechody pro chodce a křížení motoristické dopravy s cyklotrasami
- zajištění podkladů o současném stavu i výhledech cyklo dopravy a situování jejich tras zejména s ohledem na souběhy a křížení s komunikacemi s motorovým provozem
- zvýšení požadavků na osvětlovací soustavy s ohledem na oblasti monitorované kamerovým systémem
- získání podkladů o existujících přechodech, studie jejich doplňkového nasvětlení. Je také nutné ověřit a zpracovat případné výhledy na zřizování přechodů nových (územní plán apod.).

#### 4.1.3. Třídy osvětlení dle ČSN EN 13201-2

##### Třídy osvětlení ME/MEW

Třídy osvětlení ME a MEW uvedené v Tab. 4.3 a Tab. 4.4 normy ČSN EN 13201-2 se vztahují na řidiče motorových vozidel pohybujících se po pozemních komunikacích střední až vysokou povolenou rychlostí.

**Tab. 4.3 - řada tříd osvětlení ME**

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

<sup>a</sup> Zvýšení prahového přírůstku o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasnem. (viz poznámka 6)

<sup>b</sup> Toto kritérium lze uplatnit pouze v případě, kde k silniční komunikaci nepřiléhají jiné komunikace s vlastními požadavky.

**Tab. 4.4 - třídy osvětlení MEW**

Třída	Jas povrchu pozemní komunikace				Omezující oslnění	Osvětlení okolí
	Suchý povrch		Mokrý povrch			
	$\bar{L}$ [cd.m <sup>2</sup> ] (udržovaná hodnota)	$U_0$	$U_1$ <sup>a</sup>	$U_0$	$Tl$ [%] <sup>b</sup>	$SR$ <sup>c</sup>
MEW1	≥ 2,0	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,15	≤ 10	≥ 0,5
MEW2	≥ 1,5	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,15	≤ 10	≥ 0,5
MEW3	≥ 1,0	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,15	≤ 15	≥ 0,5
MEW4	≥ 0,75	≥ 0,4	neurčeno	≥ 0,15	≤ 15	≥ 0,5
MEW5	≥ 0,5	≥ 0,35	neurčeno	≥ 0,15	≤ 15	≥ 0,5

<sup>a</sup> Použití tohoto kritéria není povinné, ale doporučuje se v případě dálnic.

<sup>b</sup> Zvýšení prahového přírůstku  $Tl$  o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasem. (viz poznámka 6)

<sup>c</sup> Toto kritérium lze uplatnit pouze v případě, kdy k pozemní komunikaci nepřiléhá komunikace s vlastními požadavky.

### Třídy osvětlení CE

Třídy osvětlení uvedené v *Tab. 4.5* se vztahují na řidiče motorových vozidel a jiné uživatele pozemní komunikace v konfliktních oblastech, jako jsou např. obchodní třídy, složitější křižovatky, okružní křižovatky, úseky, kde se tvoří dopravní zácpy, atd. Třídy osvětlení CE je také možno použít v oblastech používaných chodci a cyklisty, jako jsou např. podchody a podjezdy. Oblast komunikace, pro niž platí *Tab. 4.5*, může zahrnovat pouze jízdní pás v případě, použijeme-li pro ostatní komunikace, určené např. pro pěší nebo cyklisty, odlišné požadavky na osvětlení, nebo může zahrnovat celou komunikaci.

**Tab. 4.5 - třídy osvětlení MEW**

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

Třídy osvětlení CE se používají v případech, kdy dohody pro výpočet jasu povrchu komunikace neplatí, nebo je nepraktické je použít. To platí například pro případy, kdy je pozorovací vzdálenost menší než 60 metrů nebo kde je více důležitých poloh pozorovatele. V konfliktních

oblastech komunikací platí třídy osvětlení CE i pro ostatní uživatele. Třídy osvětlení CE lze použít i pro chodce a cyklisty v případech, kdy požadavky tříd S a A nejsou postačující.

### Třídy osvětlení S, A, ES a EV

Třídy osvětlení S uvedené v *Tab. 4.6* a alternativní třídy osvětlení A uvedené v *Tab. 4.7* normy jsou určeny pro pěší a cyklisty pohybující se po komunikacích pro pěší nebo cyklisty, zpevněných krajnicích a ostatních částech pozemních komunikací, které leží odděleně nebo podél jízdniho pásu, po komunikacích v sídelních útvarech, pěších zónách, parkovacích plochách, školních dvorech apod.

Doplňkové třídy osvětlení ES uvedené v *Tab. 4.8* normy se používají pro pěší zóny za účelem snížení rizika kriminálního deliktu a zvýšení pocitu bezpečí.

Doplňkové třídy osvětlení EV uvedené v *Tab. 4.9* normy se používají v situacích, kde je třeba zajistit dobrou viditelnost svislých ploch, např. na křižovatkách.

Oblast komunikace, pro kterou platí požadavky uvedené v *Tab. 4.6*, *Tab. 4.7*, *Tab. 4.8* a *Tab. 4.9* může zahrnovat pozemní komunikaci v celé šířce, např. jízdni pásy komunikací v sídelních útvarech a dělicí pásy mezi nimi, komunikace pro pěší a pro cyklisty.

**Tab. 4.6 - třídy osvětlení S**

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

<sup>a</sup> Pro zajištění dostatečné rovnoměrnosti osvětlení, nesmí vypočtená hodnota  $\bar{E}$  navržené osvětlovací soustavy překročit 1,5 násobek hodnoty  $\bar{E}$  uvedené v tabulce.

**Tab. 4.7 - třídy osvětlení A**

Třída	Polokulová osvětlenost	
	$\bar{E}_{hs}$ [lx] (udržovaná hodnota)	$U_0$ (minimum)
A1	$\geq 5$	$\geq 0,15$
A2	$\geq 3$	$\geq 0,15$
A3	$\geq 2$	$\geq 0,15$
A4	$\geq 1,5$	$\geq 0,15$
A5	$\geq 1$	$\geq 0,15$
A6	neurčeno	neurčeno

**Tab. 4.8 - třídy osvětlení ES**

Třída	Polováčková osvětlenost
	$E_{sc,min}$ [lx] (udržovaná hodnota)
ES1	$\geq 10$
ES2	$\geq 7,5$
ES3	$\geq 5$
ES4	$\geq 3$
ES5	$\geq 2$
ES6	$\geq 1,5$
ES7	$\geq 1$
ES8	$\geq 0,75$
ES9	$\geq 0,5$

**Tab. 4.9 - třídy osvětlení EV**

Třída	Svislá osvětlenost
	$E_{v,min}$ [lx] (udržovaná hodnota)
EV1	$\geq 50$
EV2	$\geq 30$
EV3	$\geq 10$
EV4	$\geq 7,5$
EV5	$\geq 5$
EV6	$\geq 0,5$

#### 4.1.4. Práce se souborem norem a postup stanovení tříd osvětlení:

1. Typ uživatele <i>volba modelové situace</i>	M, S, C, P
2. Modelová situace <i>volba třídy osvětlení</i>	A1, A2, A3, B1, B2, C1, D1, D2, D3, D4, E1, E2
3. Třída osvětlení <i>volba stupně osvětlení</i>	ME, MEW, CE, S, A, ES, EV
4. Stupeň osvětlení <i>zjištění fotometrických požadavků</i>	ME1-6, MEW1-5, CE0-5, S1-7, A1-6, ES1-9, EV1-6
5. Fotometrické požadavky	$\bar{L}$ , $\bar{E}$ , $U_0$ , $U_1$ , $TI$ , $SR$ , $E_{hs}$ , $E_{scmin}$ , $E_{v,min}$

Typ uživatele:

M	motorová vozidla
S	velmi pomalá vozidla do 40 km/hod. (v některých zemích do 50 km/hod.)
C	cyklisté a mopedy do 50 km/hod.
P	chodci a osoby na invalidním vozíku

Určuje se, který uživatel je hlavní, který je povolený a který nepovolený. Kombinací čtyř typických rychlostí hlavního uživatele s dalšími povolenými a nepovolenými uživateli dostaneme několik modelových situací. V tabulkách modelových situací se posuzují parametry, které vedou k zařazení do tříd. Pro každou modelovou situaci jsou v normě k dispozici 2 tabulky, ve kterých určujeme:

- pro skupinu světelných situací A – převládající počasí, směrové rozdělení komunikace, druh a četnost křižovatek, intenzita silničního provozu, konfliktní oblast, složitost zorného pole, parkující vozidla, náročnost navigace, jas okolí,
- pro skupinu světelných situací B – převládající počasí, stavební opatření ke zklidnění dopravy, hustota křižovatek, náročnost navigace, intenzita silničního provozu, konfliktní oblast, složitost zorného pole, parkující vozidla, jas okolí,
- pro skupinu světelných situací C – stavební opatření ke zklidnění dopravy, riziko kriminality, rozpoznání obličeje, intenzita silničního provozu, jas okolí,
- pro skupinu světelných situací D – stavební opatření ke zklidnění dopravy, riziko kriminality, rozpoznání obličeje, intenzita cyklistického provozu, parkující vozidla, náročnost navigace, intenzita silničního, pěšího a cyklistického provozu, jas okolí,
- pro skupinu světelných situací E – riziko kriminality, rozpoznání obličeje, intenzita pěšího provozu, jas okolí.

Třídy osvětlení jsou následující:

ME	jsou určeny pro řidiče motorových vozidel pohybujících se střední a vysokou povolenou rychlostí
MEW	jako ME, ale pro převažující mokré povrch vozovek
CE	pro řidiče motorových vozidel a jiné uživatele v konfliktních oblastech (obchodní třídy, složitější křižovatky, okružní křižovatky, parkovací zóny atd.
S	pro pěší a cyklisty pohybující se po komunikacích pro pěší nebo cyklisty, zpevněných krajnicích a ostatních částech pozemních komunikací, které leží odděleně nebo podél

	jízdního pásu, po komunikacích v sídelních útvarech, pěších zónách, parkovacích plochách, školních dvorech apod.
A	alternativní ke třídě S, posuzuje se ale polokulová osvětlenost
ES	doplňkové třídy pro případy, kdy je třeba rozlišovat tváře, posuzuje se poloválcová osvětlenost
EV	doplňkové třídy pro případy, kdy je potřebné posuzovat vertikální osvětlenost, např. složité křižovatky

Po zatřídění do tříd osvětlení, určíme hlavní světelně technické požadavky:

$\bar{L}$	průměrný jas povrchu pozemní komunikace, jas povrchu pozemní komunikace v jízdním pásu
$\bar{E}$	průměrná vodorovná osvětlenost úseku pozemní komunikace
$U_0$	celková rovnoměrnost (průměrného jasu povrchu komunikace, osvětlenosti úseku komunikace nebo polokulové osvětlenosti)
$U_1$	podélná rovnoměrnost jasu v jízdním pásu
TI	prahový přírůstek, míra zhoršení viditelnosti způsobeného omezujícím oslněním svítidly osvětlovací soustavy
SR	činitel osvětlení okolí
$E_{hs}$	polokulová osvětlenost
$E_{sc,min}$	nejmenší hodnota poloválcové osvětlenosti v rovině ve výšce 1,5 m nad úsekem pozemní komunikace
$E_{v,min}$	nejmenší hodnota svislé osvětlenosti v rovině v dané výšce nad úsekem pozemní komunikace

Příklady zatřídění nižších stupňů:

### Skupina komunikací – zatřídění ME 5

Charakteristika – propojovací komunikace, poměrně zklidněná, nezařazená mezi komunikace základní sítě, sledované pravidelným sčítáním dopravy, je ale dopravně důležitější než obdobná ME6, nebo je obdobná, ale je po ní vedena cyklotrasa, nebo se v určitých intervalech příjezdů MHD stává více frekventovanou zejména chodci jdoucími zpravidla po krajnici.

Lze ji tedy v duchu normy zařadit do skupiny světelných situací B2 v úsecích, kde je po této komunikaci např. značená cyklistická trasa (další hlavní uživatel - cyklisté), nebo je předpokládán jiný zvýšený výskyt účastníků silničního provozu:

#### Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1	typická rychlost hl. uživatele	> 30 a ≤ 60 km/hod
	(Nejedná se o nejvyšší povolenou rychlost ve smyslu DZ)	
	hlavní uživatel	motorová doprava, velmi pomalá vozidla, cyklisté
	další povolený uživatel	chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:  
skupina světelných situací B2

Příloha A.5 – skupina světelných situací B2 / tab. A.9 - doporučený rozsah tříd osvětlení	
Převládající počasí	suché
Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zatřídění
Hustota křižovatek / km	< 3 (křižovatky rovnocenných tříd, nikoli jen navazující, odbočující komunikace)
náročnost navigace	běžná
intenzita silničního provozu (voz/den)	není podklad, předpokládá se < 7000

Příloha A.5 – skupina světelných situací B2 / tab. A.10 - doporučení pro výběr z rozsahu tříd osv.	
Konfliktní oblast	ne
Složitost zorného pole	běžná
Parkující vozidla	mohou se vyskytovat
Jas okolí	malý nebo střední (oblast mimo centrum města)
Intenzita cyklistického provozu	běžná

Doporučené zatřídění: **ME 5**

Porovnatelná třída, ČSN CEN/TR 13201-1, 6.3 **S 3**

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

<b>L</b> (cd.m <sup>-2</sup> ) udržovaná hodnota	≥ <b>0,5</b>
<b>U<sub>o</sub></b> (celková rovnoměrnost)	≥ <b>0,35</b>
<b>U<sub>l</sub></b> (podélná rovnoměrnost v jízdním pásu)	≥ <b>0,4</b>
<b>TI</b> (%)	≤ <b>15</b>
<b>SR</b> činitel osvětlení okolí	≥ <b>0,5</b>

#### **Skupina komunikací – zatřídění ME 6**

Charakteristika – propojovací komunikace, zpravidla oblastí individuální výstavby, poměrně zklidněná, nezařazená mezi komunikace základní sítě sledované pravidelným sčítáním dopravy.

V této skupině nejsou komunikace s předpokladem vyššího zatížení, ať už nárazově nebo ve špičkách hromadné a individuální dopravy, po těchto komunikacích není vedena MHD ani značená cyklotrasa.

Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 typická rychlost hl. uživatele	> 30 a ≤60 km/hod
(Nejedná se o nejvyšší povolenou rychlost ve smyslu DZ)	
hlavní uživatel vozidla	motorová doprava, velmi pomalá
další povolený uživatel	cyklisté, chodci



Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:  
skupina světelných situací B1

Příloha A.4 – skupina světelných situací B1 / tab. A.7 - doporučený rozsah tříd osvětlení

Převládající počasí	suché
Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zařazení
Hustota křižovatek / km nikoli	< 3 (křižovatky rovnocenných tříd, jen navazující, odbočující komunikace)
náročnost navigace	běžná
intenzita silničního provozu (voz/den)	není podklad, předpokládá se < 7000

Příloha A.4 – skupina světelných situací B1 / tab. A.8 - doporučení pro výběr z rozsahu tříd osv.

Konfliktní oblast	ne
Složitost zorného pole	běžná
Parkující vozidla	nevyskytují se, nebo jen výjimečně
Jas okolí	malý (oblast mimo hromadnou zástavbu)
Intenzita cyklistického provozu	běžná

Doporučené zařazení: **ME 6**

Porovnatelná třída, ČSN CEN/TR 13201-1, 6.3 **S 4**

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

<b>L</b> (cd.m <sup>-2</sup> ) udržovaná hodnota	≥ <b>0,3</b>
<b>U<sub>o</sub></b> (celková rovnoměrnost)	≥ <b>0,35</b>
<b>U<sub>I</sub></b> (podélná rovnoměrnost v jízdním pásu)	≥ <b>0,4</b>
<b>TI</b> (%)	≤ <b>15</b>
<b>SR</b> činitel osvětlení okolí	<b>neurčeno</b>

### **Skupina komunikací pro zklidněné oblasti, obytné soubory – zařazení S 4**

Charakteristika – komunikace navazující na průtahovou komunikaci se zařazením ME nebo propojující oblasti v lokalitě hromadné zástavby, průjezdní komunikace, nezaslepená. Rychlost sice upravena zákonem nebo DZ, norma hovoří o typické rychlosti dané místními podmínkami. Po odbočení nebo při průjezdu z místa bydlení není prostorové uspořádání pro max. povolenou rychlost 50 km/hod.

Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 typická rychlost hl. uživatele	> 5 a ≤ 30 km/hod
hlavní uživatel	motorová doprava, cyklisté
další povolený uživatel	velmi pomalá vozidla, chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:

skupina světelných situací D 3

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.15 - doporučený rozsah tříd osvětlení  
Stavební opatření ke zklidnění dopravy neovlivňuje zařídění  
Parkující vozidla vyskytují se (viz NA.1 b) 5.odrážka  
Náročnost navigace běžná

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.16 - doporučení pro výběr z rozsahu tříd osv.

Složitost zorného pole běžná  
Riziko kriminality běžné  
Rozpoznání obličeje není potřebné  
Jas okolí střední (oblast hromadné zástavby)

Doporučené zařídění: S 4

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

E (lx) udržovaná hodnota  $\geq 5$   
E<sub>min</sub> (lx) udržovaná hodnota  $\geq 1$

#### **Skupina komunikací pro zklidněné oblasti, obytné soubory – zařídění S 5**

Charakteristika – komunikace bezprostředně spíše nenavazující na průtahovou komunikaci se zaříděním ME – prostor v lokalitě hromadné zástavby, průjezdní komunikace, nezaslepená.  
Rychlost sice upravena zákonem nebo DZ, norma hovoří o typické rychlosti dané místními podmínkami. Po odbočení nebo při průjezdu z místa bydlení není prostorové uspořádání pro max. povolenou rychlost 50 km/hod.

Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 typická rychlost hl. uživatele  $> 5$  a  $\leq 30$  km/hod  
hlavní uživatel motorová doprava, cyklisté  
další povolený uživatel velmi pomalá vozidla, chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:  
skupina světelných situací D 3

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.15 - doporučený rozsah tříd osvětlení  
Stavební opatření ke zklidnění dopravy neovlivňuje zařídění  
Parkující vozidla vyskytují se (viz NA.1 b) 5.odrážka  
Náročnost navigace běžná

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.16 - doporučení pro výběr z rozsahu tříd osv.

Složitost zorného pole běžná  
Riziko kriminality běžné

Rozpoznání obličeje	není potřebné
Jas okolí	malý (oblast mimo hromadnou zástavbu)
Doporučené zařídění:	<b>S 5</b>

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

E (lx) udržovaná hodnota	$\geq 3$
E <sub>min</sub> (lx) udržovaná hodnota	$\geq 0,6$

**Skupina komunikací pro zklidněné oblasti, okrajové části – zařídění S 6**

Charakteristika – komunikace většinou zaslepené, vedoucí oblastí s ojedinělou zástavbou, okrajové části města, městské obvody charakteru venkova.

I když není rychlost upravena DZ, vycházíme z předpokladu, že po odbočení nebo při průjezdu z místa bydlení není prostorové uspořádání pro max. povolenou rychlost 50 km/hod.

Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 návrhová rychlost	> 5 a $\leq 30$ km/hod
hlavní uživatel	motorová doprava, cyklisté
další povolený uživatel	velmi pomalá vozidla, chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:  
skupina světelných situací D 4

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.15 - doporučený rozsah tříd osvětlení	
Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zařídění
Parkující vozidla	nevyskytují se, nebo není podstatné
Náročnost navigace	běžná

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.16 - doporučení pro výběr z rozsahu tříd osv.

Složitost zorného pole	běžná
Riziko kriminality	běžné
Rozpoznání obličeje	není potřebné
Jas okolí	malý (oblast mimo hromadnou zástavbu)
Doporučené zařídění:	<b>S 6</b>

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

E (lx) udržovaná hodnota	$\geq 2$
E <sub>min</sub> (lx) udržovaná hodnota	$\geq 0,4$

## 4.2. Příklad zatřídění VO ve městě Havířově

Tab. 4.10 - příklad zatřídění VO ve městě Havířově

ZATŘÍDĚNÍ KOMUNIKACÍ PODLE NORMY ČSN EN 13201-1 - 1. část - komunikace ČR a MSK (zatřídění podle tabulek normy)

Komunikace ve vlast. ČR a MSK			Průjezdni osek silnice I - vlastn. ČR II-III - MSK	T1 Model: situace	T2								Třída osvětlení a požadované hodnoty						
číslo ulice	název ulice	upřesnění úseku			T211 SRK	T214 Hustič	T215 kolizob	T216 G0ZD	T221 IntProv	T222 Intlykto	T224 navig	T225 park voz	T231 SlotPole	T232 JasOkoi	T233 Počasí	Přifazeny stupeň	L lx	E lx	Uo min
211	Ostravská	kříž Ostravská-Těšínská	II/11	B1	>3	A	N	>7tis	=		N	=	Venk	Suché	CE3		15	0,4	
211	Ostravská	po rondel	II/11	A3	A	<3	N	>25tis	=		N	=	Venk	Suché	ME4a	0,75		0,4	0,6
211	Ostravská - kříž	vlastní rondel	II/11	A3	N	<3	A	>25tis	=		N	=	Venk	Suché	CE3		15	0,4	
63	Hlavní	rondel-Národní	II/11	B1	>3	N	N	>7tis	=		N	=	Centr	Suché	ME3b	1,0		0,4	0,6
63	Hlavní	úsek Dělnická-Národní tř.	II/11	B1	>3	A	N	>7tis	=		N	=	Centr	Suché	CE3		15	0,4	
191	Národní tř.	Hlavní-17. listopadu	II/11	B1	>3	A	N	>7tis	=		N	=	Centr	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
289	Těšínská na C.Těšín	17. listopadu - hranice města	II/11	B1	>3	A	N	>7tis	=		N	=	Měst	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
208	Orlovská	rondel-Vodní	III/475	A3	N	<3	A	15/25	=		N	=	Venk	Suché	ME3b	1,0		0,4	0,6
208	Orlovská	rondel s ul. Vodní	III/475	A3	N	<3	A	15/25	=		N	=	Venk	Suché	CE3		15	0,4	
353	Vodní	Orlovská-rondel Dělnická	III/475	A3	N	<3	A	15/25	=		N	=	Venk	Suché	ME3b	1,0		0,4	0,6
353	Vodní	rondel s ul. Dělnická	III/475	A3	N	<3	A	15/25	=		N	=	Venk	Suché	CE3		15	0,4	
28	Dělnická	Dělnická-hranice města	III/475	A3	N	<3	A	15/25	=		N	=	Venk	Suché	ME3b	1,0		0,4	0,6
289	Těšínská na Ostravu	Ostravská-hranice města	III/479	B2	>3	N	N	>7tis	=		N	=	Měst	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
2	17. listopadu	Národní-Dlouhá tř.	III/4744	B2	>3	N	N	<7tis	>		N	=	Měst	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
2	17. listopadu	Fryštátská-Dlouhá tř.	III/4745	B2	>3	N	N	<7tis	=		N	=	Měst	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
50	Fryštátská	17. listopadu-Dělnická	III/4744	B1	>3	N	N	<7tis	=		N	=	Měst	Suché	ME4b	0,75		0,4	0,5
66	Hornosušská	17. listopadu-Podoškovická	III/4744	B2	>3	N	N	<7tis	>		N	=	Venk	Suché	ME4b	0,75		0,4	0,5
28	Dělnická	Hlavní-obchodní zóna	III/4746	B1	>3	A	N	>7tis	=		N	=	Měst	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
28	Dělnická	obchodní zóna-Vodní	III/4746	B2	>3	A	N	>7tis	>		N	=	Venk	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
49	Frydecká	Těšínská-Dolní Bludovice	III/4735	B1	>3	A	N	<7tis	>		N	=	Venk	Suché	ME3c	1,0		0,4	0,5
91	J.Kotase	celý úsek	III/4739	B1	>3	N	N	<7tis	>		N	=	Venk	Suché	ME5	0,5		0,35	0,4
185	Na Žagurí	Těšínská-hranice města	III/01140	B1	<3	N	N	<7tis	>		N	=	Venk	Suché	ME5	0,5		0,35	0,4
216	Padlých hrdinů	Těšínská-Těrická, Životická	III/4742	B1	<3	N	N	<7tis	>		N	=	Venk	Suché	ME5	0,5		0,35	0,4

Tabulka 1 - Modelové situace

návrh rychlost	Hlavní / povolení / nepovol. uživatel	dílná tabulka
> 50km/hod	motor dopr. / pomalá voz. / cyklo. / chodec / ---	A3
> 30 a < 60 km/hod	motor dopr., pomalá voz. / cyklo. / chodec / ---	B1
> 30 a < 60 km/hod	motor dopr., pomalá voz., cyklo. / chodec / ---	B2

Tabulka 2 - Charakteristické parametry (vliv dopravy)

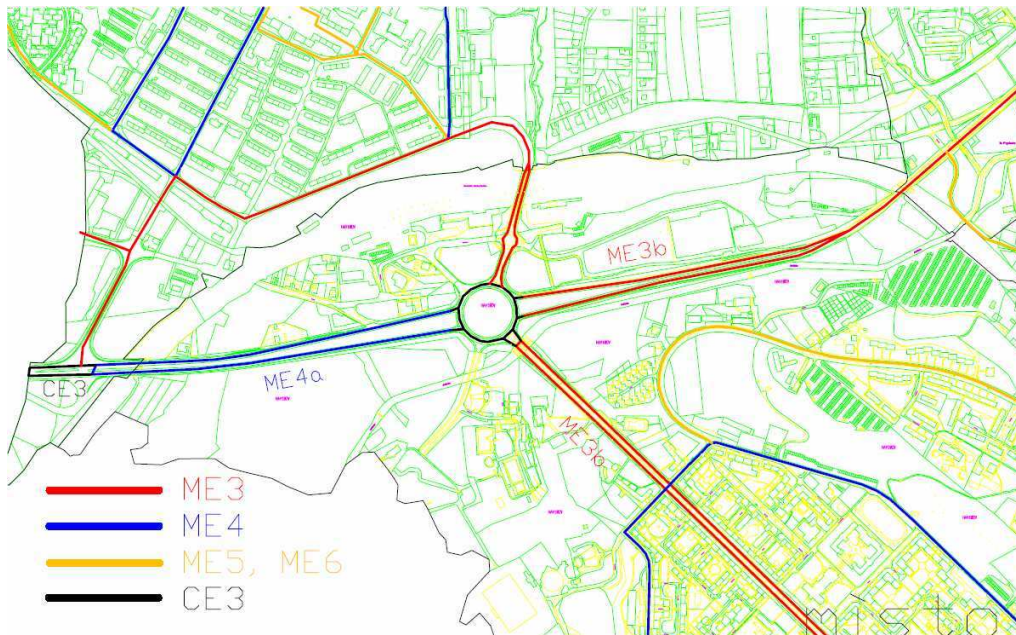
parametr	pro různé modelové situace různé limity intenz. dopravy	dílná tabulka
intenzita silničního provozu za den	normální - vysoká (zpravidla cyklo vedená po popsaném komunikaci)	T221
intenzita cyklistického provozu	normální - vysoká (není hodnoceno u techn. MS)	T222
intenzita pěšího provozu	normální - vysoká (není hodnoceno u techn. MS)	T223
náročnost navigace	normální - vyšší než normální	T224
parkující vozidla	nevyskytují se - vyskytují se (u techn. MS)	T225
rozeznání okolitého	nepotřebné - potřebné	T226
riziko kriminality	normální - vyšší než normální (není hodnoceno u techn. MS)	T227

Tabulka 2 - Charakteristické parametry (prostor.uspořádání)

parametr	dílná tabulka
směrové rozložení komunikace (posuzuje se pouze u model. síť. A1-3)	A (ano) / N (ne)
drůpy křižovatek a jejich vzdálenosti - v případě města Havířova není mimoúrovňová křiž. nutná (urovňovány křižovatek u řešení komunikace)	T212, T213
kolizní oblast	> nebo = než 3km A (ano) / N (ne)
geometrická opatření pro zklidnění dopravy	T214 A (ano) / N (ne) T215 A (ano) / N (ne) T216

Tabulka 2 - Charakteristické parametry (vliv okolí a vnější vlivy)

parametr	normální - vysoká (není hodnoceno u techn. MS)	dílná tabulka
složitosť zorného pole	normální - vysoká (není hodnoceno u techn. MS)	T231
jas okolí	den se na: venkovské, městské, centrum města	T232
prevážující počasí	den se na: suché (přátel pro tuto oblast), vlhké (zde nefazeno)	T233



Obr. 4.1- příklad zatřídění VO ve městě Havířově

#### 4.2.1. Další příklady zatřídění nižších stupňů osvětlení komunikací (obecně):

##### Skupina komunikací – zatřídění ME 5

Charakteristika – propojovací komunikace, poměrně zklidněná, nezařazená mezi komunikace základní sítě, sledované pravidelným sčítáním dopravy, je ale dopravně důležitější než obdobná ME6, nebo je obdobná, ale je po ní vedena cyklotrasa, nebo se v určitých intervalech příjezdů MHD stává více frekventovanou zejména chodci jdoucími zpravidla po krajnici.

Lze ji tedy v duchu normy zařadit do skupiny světelných situací B2 v úsecích, kde je po této komunikaci např. značená cyklistická trasa (další hlavní uživatel - cyklisté), nebo je předpokládán jiný zvýšený výskyt účastníků silničního provozu:

##### Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1	typická rychlost hl. uživatele	> 30 a < 60 km/hod
	(Nejedná se o nejvyšší povolenou rychlost ve smyslu DZ)	
	hlavní uživatel	motorová doprava, velmi pomalá vozidla, cyklisté
	další povolený uživatel	chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:  
skupina světelných situací B2

Příloha A.5 – skupina světelných situací B2 / tab. A.9 - doporučený rozsah tříd osvětlení

Převládající počasí	suché
Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zatřídění
Hustota křižovatek / km	< 3 (křižovatky rovnocenných tříd, nikoli jen navazující, odbočující komunikace)
náročnost navigace	běžná
intenzita silničního provozu (voz/den)	není podklad, předpokládá se < 7000

Příloha A.5 – skupina světelných situací B2 / tab. A.10 - doporučení pro výběr z rozsahu tříd osv.

Konfliktní oblast	ne
Složitost zorného pole	běžná
Parkující vozidla	mohou se vyskytovat
Jas okolí	malý, střední (oblast mimo centrum města)
Intenzita cyklistického provozu	běžná

Doporučené zatřídění: ME 5  
Porovnatelná třída, ČSN CEN/TR 13201-1, 6.3 S 3

##### Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

$\bar{L}$ (cd.m <sup>-2</sup> ) udržovaná hodnota	≥ 0,5
U <sub>o</sub> (celková rovnoměrnost)	≥ 0,35
U <sub>l</sub> (podélná rovnoměrnost v jízdním pásu)	≥ 0,4
TI (%)	≤ 15
SR činitel osvětlení okolí	≥ 0,5

### Skupina komunikací – zařídění ME 6

Charakteristika – propojovací komunikace, zpravidla oblastí individuální výstavby, poměrně zklidněná, nezařazená mezi komunikace základní sítě sledované pravidelným sčítáním dopravy.

V této skupině nejsou komunikace s předpokladem vyššího zatížení, ať už nárazově nebo ve špičkách hromadné a individuální dopravy, po těchto komunikacích není vedena MHD ani značená cyklotrasa.

#### Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 typická rychlost hl. uživatele	> 30 a < 60 km/hod
(Nejedná se o nejvyšší povolenou rychlost ve smyslu DZ)	
hlavní uživatel	motorová doprava, velmi pomalá vozidla
další povolený uživatel	cyklisté, chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:

skupina světelných situací	B1
----------------------------	----

Příloha A.4 – skupina světelných situací B1 / tab. A.7 - doporučený rozsah tříd osvětlení

Převládající počasí	suché
Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zařídění
Hustota křižovatek / km	< 3 (křižovatky rovnocenných tříd, nikoli jen navazující, odbočující komunikace)
náročnost navigace	běžná
intenzita silničního provozu (voz/den)	není podklad, předpokládá se < 7000

Příloha A.4 – skupina světelných situací B1 / tab. A.8 - doporučení pro výběr z rozsahu tříd osv.

Konfliktní oblast	ne
Složitost zorného pole	běžná
Parkující vozidla	nevyskytují se, nebo jen výjimečně
Jas okolí	malý (oblast mimo hromadnou zástavbu)
Intenzita cyklistického provozu	běžná

Doporučené zařídění:	ME 6
Porovnatelná třída, ČSN CEN/TR 13201-1, 6.3	S 4

#### Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

$\bar{L}$ (cd.m <sup>-2</sup> ) udržovaná hodnota	≥ 0,3
U <sub>o</sub> (celková rovnoměrnost)	≥ 0,35
U <sub>l</sub> (podélná rovnoměrnost v jízdním pásu)	≥ 0,4
TI (%)	≤ 15
SR činitel osvětlení okolí	neurčeno

### Skupina komunikací pro zklidněné oblasti, obytné soubory – zařídění S 4

Charakteristika – komunikace navazující na průtahovou komunikaci se zaříděním ME nebo propojující oblasti v lokalitě hromadné zástavby, průjezdní komunikace, nezaslepená.

Rychlost sice upravena zákonem nebo DZ, norma hovoří o typické rychlosti dané místními podmínkami. Po odbočení nebo při průjezdu z místa bydlení není prostorové uspořádání pro max. povolenou rychlost 50 km/hod.

Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 typická rychlost hl. uživatele	> 5 a ≤ 30 km/hod
hlavní uživatel	motorová doprava, cyklisté
další povolený uživatel	velmi pomalá vozidla, chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:

skupina světelných situací D 3

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.15 - doporučený rozsah tříd osvětlení

Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zařazení
Parkující vozidla	vyskytují se (viz NA.1 b) 5.odrážka
Náročnost navigace	běžná

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3, D4 / tab. A.16 – dop. pro výběr z rozsahu tříd osv.

Složitost zorného pole	běžná
Riziko kriminality	běžné
Rozpoznání obličejů	není potřebné
Jas okolí	střední (oblast hromadné zástavby)

Doporučené zařazení: S 4

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

$\bar{E}$ (lx) udržovaná hodnota	≥ 5
E <sub>min</sub> (lx) udržovaná hodnota	≥ 1

**Skupina komunikací pro zklidněné oblasti, obytné soubory – zařazení S 5**

Charakteristika – komunikace bezprostředně spíše nenavazující na průtahovou komunikaci se zařazením ME – prostor v lokalitě hromadné zástavby, průjezdní komunikace, nezaslepená.

Rychlost sice upravena zákonem nebo DZ, norma hovoří o typické rychlosti dané místními podmínkami. Po odbočení nebo při průjezdu z místa bydlení není prostorové uspořádání pro max. povolenou rychlost 50 km/hod.

Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 typická rychlost hl. uživatele	> 5 a ≤ 30 km/hod
hlavní uživatel	motorová doprava, cyklisté
další povolený uživatel	velmi pomalá vozidla, chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:

skupina světelných situací D 3

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.15 - doporučený rozsah tříd osvětlení

Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zařídění
Parkující vozidla	vyskytují se (viz NA.1 b) 5.odrážka
Náročnost navigace	běžná

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3, D4 / tab. A.16 – dop. pro výběr z rozsahu tříd osv.

Složitost zorného pole	běžná
Riziko kriminality	běžné
Rozpoznání obličeje	není potřebné
Jas okolí	malý (oblast mimo hromadnou zástavbu)

Doporučené zařídění: S 5

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

$\bar{E}$ (lx) udržovaná hodnota	$\geq 3$
E <sub>min</sub> (lx) udržovaná hodnota	$\geq 0,6$

### **Skupina komunikací pro zklidněné oblasti, okrajové části – zařídění S 6**

Charakteristika – komunikace většinou zaslepené, vedoucí oblastí s ojedinělou zástavbou, okrajové části města, městské obvody charakteru venkova.

I když není rychlost upravena DZ, vycházíme z předpokladu, že po odbočení nebo při průjezdu z místa bydlení není prostorové uspořádání pro max. povolenou rychlost 50 km/hod.

Stanovení parametrů dle ČSN CEN/TR 13201-1:

Tab. 1 návrhová rychlost	$> 5$ a $\leq 30$ km/hod
hlavní uživatel	motorová doprava, cyklisté
další povolený uživatel	velmi pomalá vozidla, chodci

Z toho vyplývající zařazení do skupiny světelných situací:

skupina světelných situací	D 4
----------------------------	-----

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3 a D4 / tab. A.15 - doporučený rozsah tříd osvětlení

Stavební opatření ke zklidnění dopravy	neovlivňuje zařídění
Parkující vozidla	nevyskytují se, nebo není podstatné
Náročnost navigace	běžná

Příloha A.8 – skupina světelných situací D3, D4 / tab. A.16 – dop. pro výběr z rozsahu tříd osv.

Složitost zorného pole	běžná
Riziko kriminality	běžné
Rozpoznání obličeje	není potřebné
Jas okolí	malý (oblast mimo hromadnou zástavbu)

Doporučené zařídění: S 6

Požadavky dle ČSN EN 13201-2:

$\bar{E}$ (lx) udržovaná hodnota	$\geq 2$
E <sub>min</sub> (lx) udržovaná hodnota	$\geq 0,4$



### 4.3. Příklad ověřování (měření) parametrů realizovaných osvětlovacích soustav VO

#### 4.3.1. Racionalizace veřejného osvětlení ul. Novinářská, Moravská Ostrava a Přívoz

Ul. Novinářská v blízkosti nákupního centra Futurum je určena pro řidiče motorových vozidel a jiné uživatele komunikace v konfliktních oblastech. V bezprostřední blízkosti křižovatky s ul. Varenskou byla vybrána třída osvětlení CE, připadá v úvahu několik poloh pozorovatele.

Požadavky na osvětlení dle ČSN EN 13201:

Tab. 4.11- požadavky na osvětlení dle ČSN EN 13201

Třída	Horizontální osvětlenost	
	$\bar{E}$ [lx]	$U_0$
CE3	15	0,4

Světelně technický výpočet:

Výpočet byl zpracován dle ČSN EN 13201-3 pomocí výpočetního programu Ulysse, verze 2.1.0.

- pole bodů úsek mezi stožáry č.12, 11 a 14
- šířka komunikace 16,2 m
- soustava vystřídaná
- svítidla Schröder Safír 2/150W
- poloha zdrojů ve svítidlech -35/145/6°
- světelné zdroje Philips Master SON-T PIA Plus 150W
- závěsná výška 10 m
- rozteč 24,4 m (mezi protilehlými stožáry)
- intenzita osvětlení  $\bar{E}$  17,6 lx
- intenzita osvětlení  $E_{min}$  8,5 lx
- rovnoměrnost  $U_0$  0,48

Měření osvětlenosti:

- osvětlenost byla měřena luxmetrem.
- použitý měřicí přístroj MAVOLUX DIGITAL, Gossen Metrawatt Camille Bauer, výrobní číslo 7D37697, kalibrace 11/2007 ČMI Praha, Ověřovací list č. 80118-OL-F324-07
- síť kontrolních bodů byla zvolena totožně se sítí kontrolního pole bodů výpočtu
- udržovací koeficient 0,8
- datum měření 24.11.2007 od 21,00 hod.
- teplota 4° C.
- povrchu komunikace suchý

- prům. hodnota napětí 229 V
- min. hodnota napětí 225 V

●  
st.č.  
11

40,6	36,0	31,6	25,1	20,7	18,0	17,2	17,2	18,5	18,7
52,0	43,4	34,4	28,1	24,2	19,9	22,4	20,1	20,3	19,2
56,0	50,5	37,4	28,6	26,6	20,5	23,7	22,3	21,9	20,1
49,6	49,3	36,5	26,7	25,7	19,8	21,9	25,3	22,8	20,4
38,3	42,9	35,8	26,0	24,7	20,0	23,2	25,3	23,3	21,7
30,1	33,5	31,4	24,3	24,5	20,6	23,9	28,2	25,7	23,9
24,6	30,3	26,3	21,1	22,2	20,3	23,2	28,4	28,8	31,3
22,8	28,7	23,1	18,2	20,2	20,7	22,6	32,2	35,8	41,3
20,6	24,2	21,3	17,2	18,4	19,7	23,3	29,9	42,6	41,7
18,9	18,5	18,9	15,6	16,6	18,2	22,1	25,8	42,0	42,0
15,2	15,3	14,7	14,4	13,8	16,1	17,9	20,2	32,7	35,3
13,2	11,8	11,1	11,6	11,7	12,9	13,0	15,6	23,3	26,2

●  
st.č.  
14

Obr. 4.2 - kontrolní pole bodů

Tab. 4.12 - výsledné hodnoty měření

Kontrolní pole bodů	$E_0$ [lx]	$\bar{E}$ [lx]	$E_{\min 0}$ [lx]	$E_{\min}$ [lx]	$U_0$
ul. Novinářská	25,4	<b>20,3</b>	11,1	8,9	<b>0,44</b>

#### 4.3.2. Racionalizace veřejného osvětlení K Šachtě, Slezská Ostrava

Komunikace navazující na průtahovou komunikaci se zatříděním ME. Rychlost je upravena zákonem. Po odbočení nebo při průjezdu z místa bydlení není prostorové uspořádání pro max. povolenou rychlost 50 km/hod.

**Tab. 4.13 - požadavky na osvětlení dle ČSN EN 13201**

Třída	Horizontální osvětlenost	
	$\bar{E}$ [lx]	$E_{\min}$ [lx]
S4	5	0,4

**Světelně technický výpočet:**

Výpočet byl zpracován dle ČSN EN 13201-3 pomocí výpočetního programu Ulysse, verze 2.1.0.

- pole bodů ul. Reigrova (úsek mezi stožáry č. 12 a č. 13):
- šířka komunikace 7 m
- soustava jednostranná
- svítidla Schröder Atos 70W
- poloha zdroje ve svítidle -20/100/10°
- zdroje Philips Master SON-T PIA Plus 70W
- závěsná výška 9 m
- rozteč 30,4 m
- intenzita  $E_m$  (lx) 6,9 lx
- intenzita  $E_{\min}$  (lx) 3,9 lx

**Měření osvětlenosti:**

- osvětlenost byla měřena luxmetrem.
- použitý měřicí přístroj MAVOLUX DIGITAL, Gossen Metrawatt Camille Bauer, výrobní číslo 7D37697, kalibrace 11/2007 ČMI Praha, Ověřovací list č. 80118-OL-F324-07
- síť kontrolních bodů byla zvolena totožně se sítí kontrolního pole bodů výpočtu
- udržovací koeficient: 0,8
- datum měření 25.11.2007 od 01,00 hod.
- teplota 1° C.
- povrchu komunikace suchý
- prům. hodnota napětí 225 V
- min. hodnota napětí 220 V

st.č.										st.č.
										13
12 ●										●
	14,7	12,5	10,3	7,5	6,0	6,7	7,0	9,2	11,6	10,6
	15,2	12,9	11,1	8,2	6,9	6,7	7,6	9,6	12,7	11,3
	15,6	13,5	12,0	9,3	7,7	7,7	8,4	10,1	13,7	11,8
	15,4	14,0	12,4	10,3	8,8	8,3	8,7	10,5	13,0	11,4
	14,7	13,3	12,3	10,4	9,1	8,6	8,6	9,8	11,7	10,2
	12,1	11,9	11,8	9,4	9,4	9,0	8,4	9,0	10,1	8,6

*Obr. 4.3 - kontrolní pole bodů*

**Tab. 4.14 - výsledné hodnoty měření**

kontrolní pole bodů	$E_0$ [lx]	$\bar{E}$ [lx]	$E_{min0}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]
K Šachtě	10,5	<b>8,4</b>	6	4,8

#### **4.3.3. Komentář k ověřování projektovaných hodnot VO s měřením po realizaci**

V obou případech lze konstatovat dobrou shodu mezi vypočtenými a naměřenými hodnotami, které rovněž korespondují s požadavky norem. Ověření výpočtů měřením je důležité nejen pro kontrolu normou požadovaných parametrů, ale také umožňuje zjistit zda nedochází k tak zvanému „přesvícení“ což vede zákonitě k „anti“ úsporám elektrické energie.

Zároveň dochází k ověření (verifikaci) katalogových údajů, které zveřejňují jednotliví výrobci svítidel VO.

## 5. POŽADAVKY NA OMEZENÍ RUŠIVÉHO SVĚTLA JEHOŽ DOMINANTNÍM ZDROJEM JE VO

### 5.1. O rušivém světle obecně

#### 5.1.1. Názvosloví

V posledních letech se skloňuje ve všech pádech termín „světelné znečištění“. Je to vskutku pozoruhodné. Už proto, že „světelné znečištění“, jak dále ukáží, vlastně neexistuje. Termín „light pollution“ vytvořili světoví aktivisté a aktivisté čeští jej ochotně a doslovně přeložili. Ani astronomové tento termín v předaktivistických dobách nepoužívali. Nebyl. Ani termín, ani důvod jej zavádět – vyhovující terminologie byla k dispozici. V učebnici astronomie v kapitole o fotometrii naleznete termíny shodné s pojmy světelně technickými - „osvětlení ovzduší“, „jas oblohy“, „rušivé světlo“. Je zřejmé, že „světelné znečištění“ je novotvar z dílny aktivistických skupin. Je jimi s oblibou používán - jsou si vědomi psychologického dopadu na laickou veřejnost. Světlo však není znečišťovatelem ovzduší, ale pouhým indikátorem existence atmosféry a jejího skutečného znečištění. Částice v ovzduší (přirozeného původu i ty, které do ovzduší zanáší civilizace) světlo rozptylují, a tak zvyšují závojevý jas oblohy. Tím, za nocí jasných, **ruší** astronomická pozorování.

V místech výskytu vzácné (i nevzácné) flóry a fauny může umělé osvětlení (přímé nebo odražené od oblohy) narušit přirozený noční stav a ohrozit jejich zdravý vývoj. Možná i existenci zmíněných. I zde jde však o světlo **rušivé**, nikoliv znečišťující. Za zmínku stojí to, že větší množství rušivého světla je za nocí temných, kdy se světlo vyzářené k obloze odraží od mraků.

Světlo, které proniká okny do příbytků, může **narušovat** spánek obyvatel, ale jistě okna neumaže. A není prokázáno, že je karcinogenem, jak straší aktivisté. Není ani příčinou zvýšeného rizika mozkových či srdečních příhod a již vůbec není příčinou obezity. Rozhodně ne při expozicích k jakým může dojít pronikáním světla veřejného osvětlení do interiéru.

Mezi špinicím účinky světla řadí aktivisté i oslnění. Oslňující světlo samozřejmě **narušuje** vidění, avšak neznečišťuje zrak pozorovatele. Dokonce ani „plně cloněná“ svítidla nejsou zárukou minimalizace oslnění.

Špinicím není ani světlo, které dopadá mimo plochy, které je žádoucí osvětlit. Je světlem nadbytečným, nevyužitým, možná i rušivým. Pro zjednodušení názvosloví bych se přidržel toho, že i zde se jedná o světlo **rušivé**. S touto kategorií rušivého světla je třeba nakládat zvlášť opatrně. Například při osvětlení vozovky by bylo závažnou chybou osvětlit pouze ji. Neosvětlené okolí by totiž mohlo skrývat potenciální ohrožení účastníka dopravy. Zmatené zvíře (nebo opilce) by řidič spatřil až ve chvíli, kdy by vstoupilo (vstoupil) do vozovky. Nemusel by již stačit včas a správně reagovat. Osvětlení okolí komunikace tedy není rušivým světlem (natož „světelným znečištěním“).

Ve všech uvedených případech je světlo **rušivým** elementem. Není elementem špinicím. Takže správným označením pro „světelné znečištění“ je termín **rušivé světlo**. Ostatně v odborných kruzích se používá termín „**rušivé světlo**“ (obtrusive light). Také se hovoří o „minimalizaci jasu oblohy“ (minimizing sky glow).

### 5.1.2. Legislativa

„Světelné znečištění“ v ČR je legislativně postaveno na úroveň zákona. Bylo pojato do Zákona o ovzduší. Že se jedná o legislativní zmetek je zřejmé již z toho, že bylo již pět novelizací (věnovaných osvětlování) od jeho schválení v roce 2002.

Definice „světelného znečištění“, uvedená v zákoně (§2, odst. 1):

r) světelným znečištěním (*se rozumí*) viditelné záření umělých zdrojů světla, které může obtěžovat osoby nebo zvířata, způsobovat jim zdravotní újmu nebo narušovat některé činnosti a vychází z umístění těchto zdrojů ve vnějším ovzduší nebo ze zdrojů světla, jejichž záření je do vnějšího ovzduší účelově směřováno je nekvalifikovaná, nedostatečná a odborně chybná. Je snadno zneužitelná díky použití nejednoznačných termínů jako „může obtěžovat“, „některé činnosti“.

Dále se v zákonu praví (§50):

(3) Obec může obecně závaznou vyhláškou regulovat promítání světelných reklam a efektů na oblohu.

Definice rušivého světla by měla znít asi takto:

„Rušivým světlem se rozumí viditelné záření umělých zdrojů světla, které negativně ovlivňuje přirozený stav nočního prostředí a není účelně využíváno. Může jím být viditelné záření vyzařované do prostoru přímo i světlo odražené od povrchů v okolí vlastního zdroje.“

Pro potřeby legislativců by bylo možné definici doplnit takto:

„Zákon se týká zdrojů světla umístěných ve vnějším ovzduší a takových, jejichž viditelné záření je účelově směřováno do vnějšího ovzduší.“

### 5.1.3. Vlastnosti svítidel s plochým sklem

V další textu jsou shrnuty základní vlastnosti svítidel uzavřených plochým sklem (dále PS). Některé byly již popsány a zdůvodněny, některé budou popsány v této kapitole. Tato svítidla mají ve srovnání se svítidly s vypouklými difuzory, případně refraktory – dalo by se říci „klasickými“ svítidly (dále KS) téže kvalitativní kategorie následující vlastnosti:

- nižší účinnost
- menší vyzařovací úhel.

Důsledky byly popsány v části věnované účinnosti svítidel. Pro přehlednost jsou zde uvedeny znovu: Soustava se svítidly s PS se musí realizovat s menšími roztečemi nebo s vyššími stožáry a výkonnějšími světelnými zdroji. Nárůst instalovaného světelného toku je vyšší o 5÷35% proti soustavě s KS. O onom nárůstu viz dále. To podle typu komunikace a geometrických poměrů. Světlo se samozřejmě odráží od terénu. A tak není vzácný případ, kdy množství světla odraženého k obloze je pro soustavu s PS vyšší, než množství světla, které na oblohu vyzáří KS. Soustava s KS sice vyzařuje určité procento světelného toku na oblohu přímo, ale vzhledem k tomu, že má lepší činitel využití, tak světla odkázaného k odrazu od terénu vyprodukuje méně.

Součet přímé a nepřímé složky je pro KS menší než pouze odražená složka soustavy s PS. Z toho plyne další závěr:

- soustava s PS není zárukou minimalizace množství rušivého světla (vyzářeného k obloze, ale i do míst, kde není žádoucí).

Další nepříznivá vlastnost soustav s PS:

- horší schopnost optického vedení řidiče.

Optickým vedením řidiče se rozumí to, že svítidla osvětlující komunikace jsou patrná z větší vzdálenosti. V místech se zástavbou, vyšším porostem či okolními nerovnostmi není vidět vozovka. Přesto svítidla „ukazují“ jaký tvar má komunikace. Řidič je s předstihem informován o směru své pouti. Pokud svítidlo nemá vypouklý difuzor, pak je daleko méně patrné než pokud ho má.

Tvrzení, že svítidla s PS neoslňují (nebo jen velmi málo) je jedním z nejoblíbenějších argumentů aktivistů. Soustavy s takovými svítidly neoslňují o nic méně než s KS. Dokonce mohou nastat případy, kdy oslňují více. A to není myšlen případ, kdy se pozorovatel zahledí do svítidla přímo a je oslněn hořákem zdroje. Jednotlivá svítidla s PS oslňují obvykle méně, než KS. Avšak v soustavě jsou svítidla s PS v menších rozestupech a jsou umístěná níže, nebo musí být osazena zdrojem o vyšším světelném toku. V prvním případě je v zorném poli pozorovatele více oslňujících zdrojů a v méně příznivé poloze, v druhém je jich srovnatelný počet, avšak jsou jasnější – díky výkonnějšímu světelnému zdroji. V obou případech je reálné nebezpečí vyššího oslnění. Lze tedy učinit závěr:

- soustavy s PS mohou méně oslňovat, avšak není to pravidlem.

Popsané vlastnosti svítidel s plochým sklem platí pro případ, že se jedná o provedení s běžným tvrzeným sklem. V případě antireflexního je situace poněkud jiná.

## 5.2. Oslnění

O světle se šíří řada subjektivních a neopodstatněných tvrzení. Dovídáme se, která svítidla oslňují a která ne. Bez důkazů. Pokud někdo neznalému sdělí, že určité svítidlo oslňuje, pak následuje zcela podvědomá reakce osloveného. Na zmíněné se podívá. Podívá se upřeně, podívá se přímo. Samozřejmě obvykle spatří světelný zdroj, který téměř jistě oslňuje. Neznalý dá za pravdu manipulátorovi.



Obr 5.1 – příklad svítidla typu  
I



Obr 5.2 – příklad svítidla typu  
II



Obr 5.3 – příklad svítidla typu  
III

Které ze svítidel na obrázcích *Obr 5.1, Obr 5.2 a Obr 5.3* oslňuje? Na tuto otázku nelze odpovědět bez znalosti řady skutečností. Jistě je významná konstrukce svítidla; způsob zaclonění světelného zdroje. Svítidlo typu I má větší předpoklady být oslňujícím, svítidlo typu III pak nejmenší.

Ne nepodstatnou okolností je vzájemná poloha svítidla a pozorovatele a směr, kterým pozorovatel hledí. Zdánlivě absurdní příklad – bude-li pozorovatel otočen ke svítidlu zády, pak jím jistě nebude oslňován. Alespoň ne přímo. Může však být oslněn odrazem tohoto svítidla na nějaké zrcadlově lesklé ploše - známé žerty s „prasátky“. Ale praktičtější situace: Pokud bude pozorované svítidlo pod úrovní oka pozorovatele, pak téměř jistě svítidlo typu III nebude oslňovat. A naopak. Pokud bude pozorovatel hledět zespodu do téhož svítidla, pak je vysoce pravděpodobné, že bude oslněn. Zejména pokud bude světelný zdroj nezakrytý nebo chráněn průhledným nebo velmi průsvitným difuzorem. Svítidla typu I i II naopak oslňovat nemusí, pokud bude difuzor dostatečně rozptýlný a rozměrný, případně světelný zdroj bude zacloněn vnitřní clonou nebo bude mít malý povrchový jas či menší světelný tok.

Na míru oslnění má podstatný vliv i velikost adaptačního jasu. Je-li nízký, je nebezpečí oslnění vysoké, a naopak. Příkladem může být obyčejná kapesní svítilna. Ve dne, kdy je oko adaptováno na vysoké jasy, si jí pozorovatel ani nemusí všimnout. V noci, nebo ve dne avšak v hlubokém sklepení, stejně slaboučká žárovka způsobí až oslepující oslnění, protože adaptační jas je minimální nebo žádný.

Na otázku, zda svítidlo oslňuje, či nikoliv, tedy není možné odpovídat obecně, ale až po rozboru konkrétní situace.

### 5.2.1. Porovnání svítidel z hlediska oslnění

Metody pro hodnocení oslnění (*Obr 5.4*) vycházejí z normálové osvětlenosti  $E_v$  roviny kolmé na směr pozorování v místě oka pozorovatele, jasu pozadí  $L_r$  a vzájemné polohy zdroje oslnění a oka pozorovatele. Ona poloha je určena délkou spojnice svítidlo - oko ( $r$ ) a úhlem  $\Theta$ , který svírá směr pohledu s průvodičem ( $^\circ$ ).

Velikost normálové osvětlenosti je závislá na geometrickém uspořádání a svítivosti  $I$  zdroje oslnění směrem k oku pozorovatele. Pro stanovení velikosti normálové osvětlenosti platí:

$$E_v = \frac{I}{r^2} \cdot \cos \Theta = \frac{I \cdot d}{r^3} \quad (\text{Ix}). \quad (5.1)$$

Míra oslnění je úměrná funkci  $g$  určené takto:

$$g = \frac{1}{L_r^{0,8}} \cdot \frac{E_v}{\Theta^2} = \frac{1}{L_r^{0,8}} \cdot \frac{I \cdot d}{r^3} \cdot \frac{1}{\Theta^2} \quad (-). \quad (5.2)$$

Ze vztahu nahoře vyplývá, že nebezpečí oslnění je přímo úměrné:

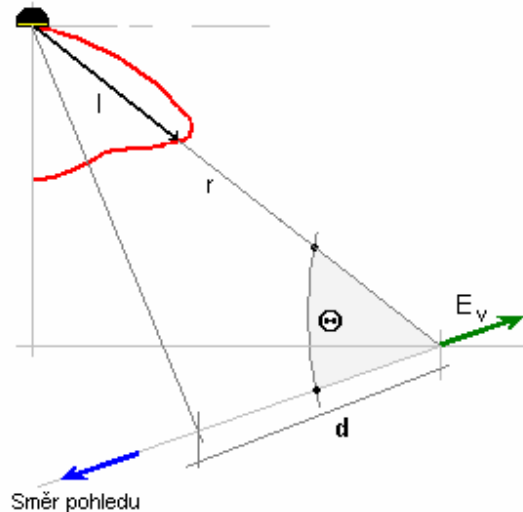
- hodnotě svítivosti ve směru k oku pozorovatele
- vzdálenosti průmětu svítidla do směru pohledu ( $d$ )



a nepřímo úměrné:

- velikosti adaptačního jasu
- úhlu, který svírá směr pohledu s průvodičem oko-svítidlo
- vzdálenosti svítidla od oka.

Poslední podmínky lze interpretovat také tak, že oslnění je tím menší, čím je větší vzdálenost a výška svítidla.



$$E_v = I \times \frac{d}{r^3} \quad K_r \sim \frac{E_v}{\theta^2}$$

Obr 5.4 – geometrie hodnocení oslnění

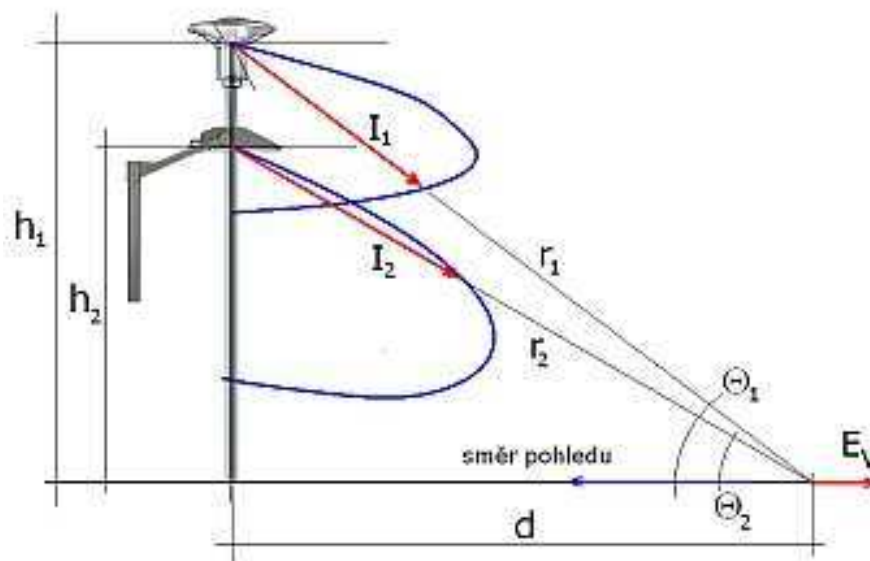
Velikost svítivosti je závislá, mimo jiné, na charakteru difuzoru. Pokud svítidlo nebude mít žádný difuzor, nebo bude-li téměř propustný (čirý materiál), pak je předpoklad, že svítivost (i oslnění) vzroste v okamžiku, kdy se do zorného pole dostane baňka (hořák) světelného zdroje. V případě, že takové svítidlo má kvalitní odraznou plochu (reflektor), pak není vliv jasu zdroje tak markantní. Nebezpečí oslnění vzrůstá u svítidel s matným reflektorem (neleštěný hliník či smalt). Totéž platí i pro zašlý reflektor. Ten chátří zejména tehdy, když svítidlo žádný difuzor nemá.

Zjednoduše úlohu tak, že se svítidlo bude nacházet ve svislé rovině dané směrem pohledu a směr pohledu bude vodorovný. Toto zjednodušení nemá vliv na obecnou platnost závěrů následujících úvah. Pouze usnadní interpretaci vztahu *dole*. Velikost oslnění bude úměrná hodnotě funkce  $f(I,d,h)$ :

$$g \approx f(I, d, h) = f \left( \frac{I}{\left( \sqrt{d^2 + h^2} \right)^3 \cdot \arctan^2 \left( \frac{h}{d} \right)} \right) \quad (5.3)$$

Pokud budou obě svítidla ve stejné poloze vůči pozorovateli, pak míra oslnění je závislá pouze na svítivosti ve směru k oku. To ovšem za předpokladu, že jas pozadí bude pro obě svítidla stejný. Držme se tohoto předpokladu.

Účelem osvětlování však není pouze zamezení oslnění. Prioritní je zajištění vidění. Zajištění dostatečné osvětlenosti (jasu) pozorované scény, dostatečná rovnoměrnost osvětlení, případně zajištění dalších kvalitativních požadavků. Těchto úkolů se zhostí různá svítidla různě. A jen výjimečně je splní při shodném geometrickém uspořádání (Obr 5.5).



Obr 5.5 – porovnání svítidel

Aby míra oslnění od dvou svítidel v různých pozicích byla stejná, pak musí platit následující rovnost:

$$\frac{I_1}{(\sqrt{d^2 + h_1^2})^3 \cdot \arctan^2\left(\frac{h_1}{d}\right)} = \frac{I_2}{(\sqrt{d^2 + h_2^2})^3 \cdot \arctan^2\left(\frac{h_2}{d}\right)} \quad (5.4)$$

a tedy poměr svítivostí musí být

$$p_I = \frac{I_2}{I_1} = \frac{(\sqrt{d^2 + h_2^2})^3 \cdot \arctan^2\left(\frac{h_2}{d}\right)}{(\sqrt{d^2 + h_1^2})^3 \cdot \arctan^2\left(\frac{h_1}{d}\right)} \quad (5.5)$$

Protože není cílem stanovit absolutní hodnoty oslnění (prahového přírůstku) TI, lze počítat s poměrnými veličinami. Výška vztažného svítidla bude rovna jedné ( $h_1 = 1$ ). Velikosti  $p_I$  jsou pro různé poměrné vzdálenosti a výšky uvedeny v Tab. 5.1. Nelze zapomenout, že není možné porovnávat prosté čáry svítivosti konkrétních svítidel, ale svítivosti skutečné. V katalogích jsou uváděny fotometrické údaje vztažené na světelný tok 1000 lm. V reálných situacích je světelný tok pochopitelně jiný. Patrně bude různý i v porovnávaných svítidlech.

**Tab. 5.1 - poměr svítivosti  $P_I$  [-] pro shodnou míru oslnění**

d [ $\text{h}_1^{-1}$ ]		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
h <sub>2</sub> [ $\text{h}_1^{-1}$ ]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0,95	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90
	0,90	0,72	0,75	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,80
	0,85	0,60	0,64	0,67	0,69	0,70	0,71	0,71	0,71
	0,80	0,50	0,55	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63
	0,75	0,41	0,46	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55
	0,70	0,34	0,39	0,43	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48

Tabulka Tab. 5.1 platí v případě, že adaptační jas je v obou porovnávaných případech stejný. Pro nekonečný prostor, rovinu o konstantním činiteli odrazu světla, prostou překážek, je jas osvětlované plochy přímo úměrný činiteli využití svítidla do dolního poloprostoru ( $\eta_D$ ) a světelnému toku nainstalovaném v něm ( $\Phi$ ). Adaptační jas je úměrný velikosti jasu osvětlované plochy. Aby byl adaptační jas pro obě porovnávaná svítidla stejný, musí platit:

$$\eta_{D1} \cdot \Phi_1 = \eta_{D2} \cdot \Phi_2 \quad (5.6)$$

Pokud podmínka nahoře neplatí je výsledky třeba dále redukovat součinitelem jasu  $k_L$ . Ze vztahu dole, vyplývá:

$$k_L = \left( \frac{L_{r1}}{L_{r2}} \right)^{0,8} = \left( \frac{\eta_{D1} \cdot \Phi_1}{\eta_{D2} \cdot \Phi_2} \right)^{0,8} \quad (-) \quad (5.7)$$

### 5.2.2. Příklad porovnání svítidel

Porovnávána jsou tři svítidla, představitelé typů I, II i III. Jedná se o konkrétní svítidla. Kritické jsou svítivosti pro úhly od 25 do 85° (Tab. 5.2). Pohledem do tabulky se nabízí „jasný“ výsledek. Nejvíce oslňuje svítidlo II, překvapivě nejméně svítidlo I (difuzor koule; s vnitřní clonou). Skutečnost však není tak jednoznačná. Nezapomínejme na nutnost zajistit stejné kvalitativní i kvantitativní parametry osvětlení od jednotlivých svítidel.

**Tab. 5.2 – specifikace svítidel (Svítivosti [ $\text{cd.klm}^{-1}$ ])**

Typ svítidla	$\eta_D$ [%]	$\gamma$ [°] / I [ $\text{cd.klm}^{-1}$ ]													
		25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	
<b>I</b>	68	100	102	105	109	110	113	115	115	114	113	114	112	107	
<b>II</b>	79	198	210	231	262	309	339	345	328	282	207	120	40	6	
<b>III</b>	64	C-150	162	173	187	211	249	282	296	278	221	137	61	14	2
		průměr	143	145	147	153	163	166	164	147	119	78	37	10	2

Poznámka: Účinnosti svítidel do dolního poloprostoru  $\eta_D$ , které evidentně nesouhlasí s čarami svítivosti jsou přece správné. Svítidla II a III jsou rotačně nesymetrická, v jiných rovinách mají svítivosti (až výrazně) nižší. Pro příklad však byla vybrána rovina C-30 (C-150) v níž má svítidlo II maximální svítivost.

Nejprve jsou porovnávána svítidla II (vztažné svítidlo) a III (srovnávané svítidlo). Podrobněji jsou uvedeny výsledky pro  $d = h_B$  (vztažná výška  $h_1$ ) v tabulce *Tab. 5.3*. Povolenou svítivostí se rozumí maximální hodnota svítivosti svítidla III taková, aby nebyla míra oslnění vyšší než od svítidla II. Nárůst  $G$  je poměr skutečné a přípustné svítivosti svítidla III. Je-li větší než jedna, pak je míra oslnění svítidlem III vyšší než svítidlem II. Aby byl zjevný vliv případně rozdílných světelných toků osazených ve svítidlech, je pro případ tabulky *Tab. 5.3* uvažováno, že ve svítidle II je nainstalován světelný tok 12 klm a ve svítidle III světelný tok 13 klm. V dalších tabulkách je již předpokládán shodný světelný tok ve všech svítidlech.

V poslední řádce tabulky *Tab. 5.3* je údaj o nárůstu  $G$  s vlivem různého adaptačního jasu. Velikost součinitele  $k_L$  je:

$$k_L = \left( \frac{0,79 \cdot 12,0}{0,64 \cdot 13,0} \right)^{0,8} = 1,11$$

Protože je  $k_L$  větší než jedna, pak, v případě shodných svítivostí a pozic svítidel, by vlivem nižšího adaptačního jasu bylo vyšší nebezpečí oslnění svítidlem III ( $G$  by bylo  $1,11 \times$  vyšší než při shodných adaptačních jasech).

**Tab. 5.3 – Porovnání svítidel II (vztažné) a III pro  $d = h_B$**

Výška $h_C$ ( $\times h_B^{-1}$ ) [-]	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
Úhel hodnocení [°]	45,0	46,5	48,0	49,6	51,3	53,1	55,0
Povolená svítivost [cd]	309	268	232	199	169	143	120
Katalogová svítivost [cd]	249	259	269	280	286	291	296
Redukovaná svít. v poměru sv. toků	270	281	291	303	310	315	321
Nárůst $G$ (stejný adaptační jas) [-]	0,87	1,05	1,25	1,52	1,83	2,20	2,68
Nárůst $G$ (nestejný adaptační jas) [-]	0,97	1,17	1,39	1,69	2,03	2,44	2,97

V dalších tabulkách *Tab. 5.4* a *Tab. 5.5* jsou uvedeny popsané závislosti pro různá rozmezí poměrných výšek a poměrných vzdáleností svítidla III vůči svítidlu II. Je nutné připomenout, že ve svítidlech jsou nainstalovány shodné světelné toky (porovnejte sloupec pro  $d = 1,00$  tabulky 4 s předposlední řádkou tabulky *Tab. 5.3*). Součinitel  $k_L$  potom je:

$$k_L = \left( \frac{0,79 \cdot 1}{0,64 \cdot 1} \right)^{0,8} = 1,18.$$

**Tab. 5.4 - Porovnání svítidel II a III – nárůst  $G$**

$d$ [ $\cdot h_1^{-1}$ ]	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	
$h_2$ [ $\cdot h_1^{-1}$ ]	1,00	0,82	0,81	0,86	0,81	0,71	0,63	0,55	0,50
	0,95	0,98	0,96	0,96	0,86	0,72	0,62	0,52	0,49
	0,90	1,18	1,16	1,07	0,89	0,72	0,61	0,51	0,47
	0,85	1,43	1,41	1,19	0,92	0,72	0,58	0,50	0,44
	0,80	1,76	1,69	1,29	0,94	0,72	0,54	0,48	0,40
	0,75	2,20	2,03	1,40	0,95	0,69	0,53	0,45	0,34
	0,70	2,80	2,46	1,52	0,95	0,66	0,52	0,41	0,28

**Tab. 5.5 - Porovnání svítidel II a III – nárůst G vlivem kL (1,18)**

d [ $.h_1^{-1}$ ]		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
$h_2$ [ $.h_1^{-1}$ ]	1,00	0,97	0,95	1,01	0,95	0,84	0,74	0,65	0,59
	0,95	1,16	1,14	1,13	1,01	0,85	0,73	0,62	0,57
	0,90	1,39	1,37	1,26	1,06	0,85	0,71	0,60	0,55
	0,85	1,69	1,66	1,41	1,08	0,85	0,68	0,59	0,52
	0,80	2,09	1,99	1,52	1,11	0,84	0,64	0,57	0,47
	0,75	2,60	2,40	1,65	1,12	0,82	0,63	0,53	0,41
	0,70	3,31	2,91	1,80	1,12	0,77	0,61	0,48	0,33

Z uvedených tabulek lze učinit závěr, že svítidlo typu III má „předpoklady“ oslňovat více při poloze pozorovatele blíže ke svítidlu a pro polohu svítidla III nižší než je pozice svítidla II. Při respektování „dolních“ účinností svítidel je nebezpečí oslnění od svítidel III ještě vyšší.

V tabulce *Tab. 5.6* je porovnání svítidel I (vztažné) a III. Výsledky jsou evidentní. Nejsou uvedeny údaje respektující vliv odlišných adaptačních jasů. Jsou blízké nekorigovaným;  $k_L = 1,05$  (tj. nárůst G by překročil hodnotu jedna pouze pro nekorigované hodnoty větší než 0,95).

**Tab. 5.6 - Porovnání svítidel I a III – nárůst G**

d [ $.h_1^{-1}$ ]		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
$h_2$ [ $.h_1^{-1}$ ]	1,00	1,64	2,26	2,53	2,09	1,48	1,00	0,66	0,46
	0,95	1,96	2,71	2,83	2,22	1,49	0,99	0,63	0,45
	0,90	2,36	3,26	3,17	2,32	1,49	0,96	0,61	0,43
	0,85	2,87	3,95	3,53	2,38	1,49	0,92	0,60	0,40
	0,80	3,71	4,74	3,82	2,43	1,48	0,86	0,58	0,37
	0,75	4,41	5,70	4,15	2,45	1,43	0,85	0,54	0,32
	0,70	5,61	6,92	4,51	2,46	1,35	0,82	0,49	0,25

**Tab. 5.7 - Porovnání svítidel I a III – průměrná svítivost v rovinách C-0 ÷ C-355**

d [ $.h_1^{-1}$ ]		0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
$h_2$ [ $.h_1^{-1}$ ]	1,00	1,43	1,48	1,39	1,12	0,82	0,58	0,39	0,28
	0,95	1,68	1,72	1,53	1,19	0,84	0,57	0,38	0,28
	0,90	1,25	2,00	1,69	1,26	0,85	0,56	0,37	0,27
	0,85	1,22	2,34	1,87	1,30	0,86	0,55	0,37	0,26
	0,80	1,22	2,74	2,03	1,35	0,85	0,52	0,36	0,24
	0,75	1,15	3,23	2,22	1,38	0,84	0,52	0,34	0,21
	0,70	1,01	3,83	2,43	1,41	0,81	0,51	0,32	0,18

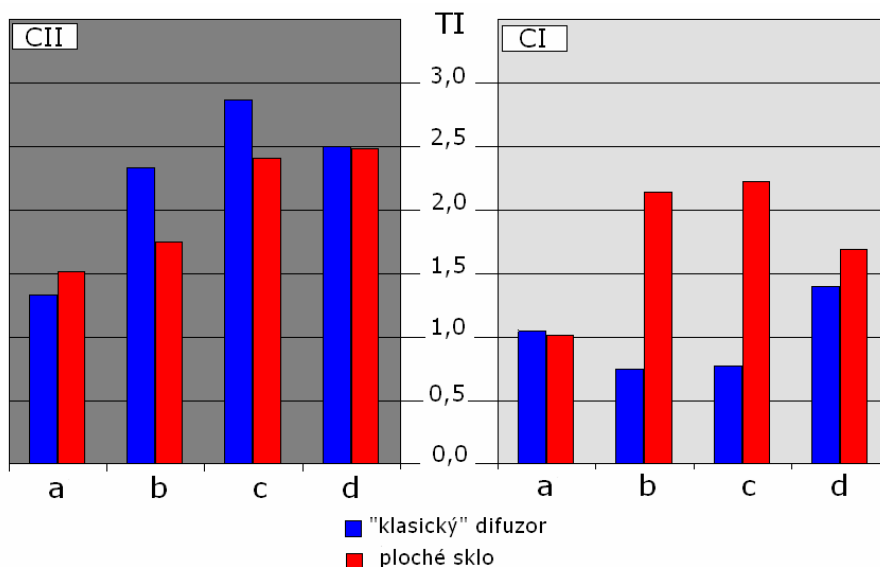
Při jiných směrech pohledu budou výsledky jiné než je uvedeno v tab. *Tab. 5.6* (to platí i pro svítidla II a III kde jsou minimální svítivosti v rovině C-270). V tabulce *Tab. 5.7* jsou u svítidla III použity střední svítivosti určené jako průměr se svítivostí v jednotlivých C-rovinách.

Výsledky tedy odpovídají teoreticky průměrnému navýšení rizika oslnění ze všech možných směrů pohledu na svítidlo.

Z porovnání svítidel I a III lze odvodit zajímavý závěr. Tam, kde budou svítidla pozorovaná z menších vzdáleností, tam bude vhodnější použití „necloněných“ svítidel. Například, staršího pána, meditujiícího na lavičce, budou méně rušit svítidla s kulovým difuzorem, než svítidla plně cloněná. To platí až do vzdálenosti trojnásobku jejich výšky nad okem pána (tedy pro svítidla ve výšce čtyř metrů je tato vzdálenost až devět metrů; oko malého sedícího pána je metr nad zemí). Na osvětlení menší zahrady postačí obyčejně jedno svítidlo. Má-li to být zahrada meditační, pak by měla být rozhodně osvětlena svítidlem typu I; svítidlem typu III jen tehdy, pokud bude takové svítidlo umístěno na nízkém sloupku (pod úroveň očí nebo nepříliš nad ní).

### 5.2.3. Příklad porovnání osvětlovacích soustav

V předešlém oddíle bylo uvažováno pouze s jedním svítidlem. Ve skutečnosti, a samozřejmě zejména ve VO, působí na pozorovatele současně několik svítidel. Takovou situaci nelze řešit obecně, ale pro konkrétní případ vždy individuálně. Byla provedena optimalizace osvětlovacích soustav. Jednak se svítidly s plochým sklem a jednak se svítidly s klasickým vypouklým difuzorem. Obě svítidla byla stejné kvalitativní řady téhož výrobce. Pro takto navržené soustavy (splňující požadavky norem) byla vyhodnocena i míra oslnění řidiče. Ukázalo se, že ani zde není soustava s plochými skly zárukou nižšího oslnění. Na obrázku Obr 5.6 jsou grafickou formou zobrazeny výsledky. Písmenem a je soustava navržená pro udržovaný střední jas  $0,2 \text{ cd/m}^2$ ; b pro  $0,4 \text{ cd/m}^2$ ; c pro  $0,8 \text{ cd/m}^2$  a d pro  $0,4 \text{ cd/m}^2$ . Pro tmavou vozovku oslňuje více soustava s plochými skly v případě a. Pro světlou vozovku je případ a prakticky srovnatelný u obou soustav. V ostatních případech soustava s plochým sklem oslňuje! Což je velice překvapivý závěr. Opět je třeba zdůraznit, že jde o konkrétní svítidla a konkrétní soustavu. V jiných případech mohou být výsledky jiné; někdy zcela.



Obr 5.6 – porovnání oslnění optimalizovaných soustav. Vlevo pro tmavou vozovku, vpravo pro světlou.

#### 5.2.4. Závěr

Uvedené úvahy i výsledky jsou pochopitelně teoretické. V reálné situaci bude navržena určitá kombinace polohy svítidla a světelného toku zdroje. Osvětlenost ploch (a tedy i adaptační jas) bude závislá na rozložení světelného toku v prostoru a na jejich prostorovém uspořádání a optických vlastnostech. Podobná situace nastává v případě soustavy svítidel. Ukázalo se, že plně cloněná svítidla musí být osazena v menších výškách i rozestupech než svítidla neplně cloněná (pokud jsou obě soustavy vybaveny světelnými zdroji shodného světelného toku). Větší počet svítidel v menší výšce nebezpečí oslnění zvyšuje. Platí zde uvedené závěry:

- pro rozhodnutí, zda svítidlo oslňuje, není jeho clonění jednoznačným kritériem
- plně cloněná svítidla nejsou zárukou minimalizace míry oslnění
- je neopodstatněné tvrzení, že plně cloněná svítidla nezpůsobují oslnění
- je neopodstatněné tvrzení, že plně cloněná svítidla oslňují méně, než méně cloněná svítidla. Plně cloněné svítidlo (typ III) může oslňovat více než svítidlo necloněné (typ I), zejména je-li umístěno níže. S rostoucím odstupem nebezpečí oslnění klesá
- každou reálnou situaci je třeba posuzovat zvlášť. To je sice poslední, ale nejdůležitější závěr.

Záměr této práce, ukázat, že velikost clonění svítidel není jednoznačným ukazatelem míry oslnění, je potvrzen.

Poznámka: často se lze setkat s laickým názorem, že v případě, že se sníží oslnění (výhradně pomocí svítidel s plochým sklem – též hojně rozšířený názor), je možné snížit hladiny osvětlenosti, resp. jasu. Neoslňované oko totiž snadněji rozliší případné překážky. To je pravda. Ovšem případné snížení jasu komunikace, má za následek snížení rychlosti vnímání. Při jasu  $1 \text{ cd/m}^2$  vzniká vjem přibližně za půl sekundy, při jasu  $0,15 \text{ cd/m}^2$  ale za dvojnásobně dlouhou dobu. Při rychlosti  $50 \text{ km/h}$  to znamená rozdíl přibližně  $7 \text{ m}$ . Sedm metrů, které mohou rozhodnout o životě. Požadavky na osvětlenost komunikací jsou kompromisem mezi požadavky na vidění a technicko-ekonomickými možnostmi společnosti. Ani současné hodnoty předepsaných jasů nejsou ideální, zlepšení kteréhokoliv parametru není důvodem ke snížení nároků na jiný parametr. Zlepšení kteréhokoliv parametru je vítané a vede ke zvýšení bezpečnosti.

#### 5.3. Svítidla s plochým sklem

V tomto textu bude ukázáno, že svítidla, která jsou uzavřena plochým tvrzeným sklem (PS) nejsou vždy zárukou minimální produkce rušivého světla směrem k obloze, ani minimálního oslnění. Naopak, že vždy jsou energeticky, investičně i provozně náročnější než svítidla s „klasickým“ plastovým difuzorem (KS). Závěry neplatí pro případ, že by místo tvrzeného skla bylo použito chemicky upravené sklo patentované fy. Siteco. Takové svítidlo je však  $2\div 2,5\times$  dražší než KS, takže je možné je použít pouze v závažných případech – například v blízkosti chráněné zóny – přírodní nebo významné astronomické observatoře.

Poznámka: Zmíněné sklo fy. Siteco je chemicky upraveno tak, že jednak je antireflexní, takže nedochází k odrazu světla zpět do svítidla, ale drtivá část prochází sklem mimo svítidlo. Navíc jsou optické vlastnosti přechodu ze svítidla opět chemicky upravené tak, že se světlo láme pod

větším úhlem od normály než je to u normálního skla. Důsledkem toho nevykazuje světlo při průchodu (a vnitřním zanedbatelném odrazu) o nic vyšší ztráty než při kolmém průchodu sklem, resp. plastovým difuzorem. Přesměrováním paprsku se dokonce dosáhne toho, že svítidlo s takovým sklem nemá jinou nectnost svítidel PS – menší vyzařovací úhel. Svítidla opatřena tímto sklem lze tedy použít pro záměnu za KS aniž by docházelo ke znehodnocení parametrů osvětlení (žel za zmíněnou vysokou cenu).

Důvodem pro požadovanou záměnu svítidel KS za svítidla PS je tvrzení, že svítidla PS nesvítí na oblohu. Pak prý tedy nezpůsobují zvýšení jejího jasu. Skutečnost je poněkud jiná. Světlo vyzářené ze svítidla dopadá jednak na oblohu přímo a jednak po odrazech od okolí. Svítidla s plochým sklem mají nutně nižší účinnost a menší vyzařovací úhel. Je to dáno fyzikálními zákony. Důsledkem je to, že se těchto svítidel musí nainstalovat více než svítidel běžných - KS. Případně je též nutné osadit výkonnější zdroje. Z těchto důvodů se pak v řadě případů stane, že odražená složka světla je vyšší než bylo celkové světlo vyzářené na oblohu původní soustavou. Jas oblohy se zvýší.

Způsobů, jak udělat ze „špatné“ soustavy „dobrou“, je údajně hned několik. V dalším textu jsou rozebrány a podrobeny analýze.

### **5.3.1. Odstranění vypouklého difuzoru KS bez náhrady**

Nejjednodušším způsobem je odstranění klasického difuzoru bez náhrady. To snad není třeba komentovat. Taková změna svítidla je závažným zásahem do jeho konstrukce, a to již nemá vlastnosti za jakých bylo schváleno do provozu. Nesmí se vůbec provozovat. Může dokonce dojít k tomu, že se stane nebezpečným a může způsobit úraz elektrickým proudem či dokonce smrt. Kromě toho nekrytý reflektor svítidla výrazně rychleji podléhá vlivům počasí a záhy dojde k jeho celkovému znehodnocení. V tomto pohledu je již pohled čistě světelně technický patrně zbytečný. Přesto. Takový zásah změní optické vlastnosti svítidla. Někdy (u svítidel s refraktorem) i velmi výrazně. Může dojít ke značné nerovnoměrnosti osvětlení. Časem jistě dojde ke snížení osvětlenosti. Zhorší se podmínky vidění... v důsledku může dojít k dopravní nehodě. Tento způsob je nepřijatelný a nepřijatelný.

### **5.3.2. Náhrada vypouklého difuzoru KS plochým sklem PS (tvrzeným)**

Opět je nelze uříznout u sklenáře a požádat místního klempíře o jeho instalaci. Lze použít pouze typy clon schválené pro určité svítidlo. A takové clony již nejsou korunovou záležitostí (např. u svítidla střední cenové kategorie je cena s montáží vyšší jak cca 1.150 Kč, přitom cena vlastní clony je okolo 500 Kč; u kvalitnějších svítidel je cena ještě o cca 150 Kč vyšší). Pokud byla původní soustava dobře navržena, pak se musí instalací plochých skel snížit hladina osvětlení i jeho rovnoměrnost. Rovnoměrnost osvětlení nelze bez dalších úprav soustavy zlepšit (svítidla se musí osadit do větší výšky, avšak tím dále klesne osvětlenost). Osvětlenost je možné zvýšit použitím výkonnějšího zdroje. To znamená větší spotřebu elektrické energie. Ovšem nejparadoxnější je další důsledek. Ve většině případů se zvýší množství světla vyzářeného na oblohu. Efekt takové změny je přesně opačný než pro jaký byla provedena.



Popsaná výměna clon svítidel má význam pouze tam, kde nezáleží na kvalitě a kvantitě osvětlení nebo tam, kde jsou použita jednotlivá svítidla (u jednoho svítidla osvětlujícího vjezd do dvora patrně nezáleží na tom jak moc a jak daleko svítí).

Většina svítidel v ČR jsou výrobky starší – Elektrosvit. Pro taková svítidla neexistuje náhrada s prohlášením o shodě.

Nelze jen jednoduše vyměnit stávající kryt za kryt rovný. Takovou záměnu je nutno posoudit výrobcem a homologovat (prohlášení o shodě). Jinak je nelze provozovat. Jiný způsob výměny krytů je v rozporu s legislativou, ohrožuje bezpečnost a může způsobit materiální škody. Rovněž záměnou KS za PS dojde k objemovému zmenšení prostoru pro výbojku a pokud jde o amatérský způsob výměny tak se zcela jistě naruší tepelné poměry ve svítidle. Důsledkem může opět být zkrácený život světelného zdroje i svítidla vlivem nadměrného tepla.

### **5.3.3. Celková rekonstrukce osvětlovacích soustav**

Pokud při takové rekonstrukci nedojde k přemístění stožárů, případně ke změně jejich výšky, pak jsou důsledky stejné jako v předešlém případě. Výjimku tvoří soustavy, které byly původně špatně navrženy. Tam se může podařit navrhnout dobré osvětlení i při použití svítidel s plochým tvrzeným sklem.

Při návrhu osvětlení „na zelené louce“ je situace jiná. Zde může projektant volit optimální geometrické uspořádání soustavy tak, aby byla investičně i provozně co nejlevnější a přitom byla zdrojem minimálního množství světla vyzářeného na oblohu. Vždy však bude soustava s plochými tvrzenými skly investičně i provozně náročnější. A ne vždy bude zdrojem menšího množství rušivého světla.

V přílohách je popsán příklad návrhu soustavy pro nejběžnější komunikaci. Obecně jsou soustavy s plochými skly investičně i provozně o pětinu až třetinu nákladnější. Při vědomí, že je dobré omezit rušivé světlo, by neměla být ekonomická stránka rozhodující. Smutné však je, že ani u těchto „optimálních“ soustav není množství rušivého světla vždy nižší pro soustavy s plochým tvrzeným sklem.

Uvedené závěry však nelze generalizovat. Ve hře je mnoho vlivů, a tak v některých případech může být použití plochých tvrzených skel přijatelné a z hlediska snížení nepříznivých vlivů světla rozhodně vítané.

**Je možné se řídit jedině tím, že jakoukoliv změnu osvětlení je možné provést pouze na základě kvalifikovaného rozboru. Kvalifikovaného. To znamená osobou se světelně technickým vzděláním a praxí.**

## **6. NÁVRH MOŽNÝCH ZPŮSOBŮ FINANCOVÁNÍ, OBNOVY, PROVOZU A ÚDRŽBY VO**

### **6.1. Přímá správa městem nebo obcí**

Veřejné osvětlení je veřejná služba města svým občanům, návštěvníkům a dopravě. VO je majetkem města/obce a je tvořeno souborem výrobků s časově omezenou životností. Současně je vyhrazeným technickým (elektrickým) zařízením a musí tedy splňovat podmínky a požadavky technických norem a bezpečnostních předpisů. Péče o majetek a jeho provoz je souhrn vzájemně propojených činností – správcovství, údržba, obnova a nová výstavba.

Veřejné osvětlení je veřejná služba. Občané si tuto službu platí nepřímo formou odvodů daní. Je odpovědností vedení obce maximální ekonomické využití prostředků rozpočtu. To znamená minimalizaci proměny financování veřejné služby v tvorbu zisku. Prakticky to znamená nakupování jen nezbytných dodávek a služeb, pro které není z hlediska nákladů, sezónního charakteru atd. ekonomicky výhodné zajištění vlastními silami.

Město jako vlastník zařízení v případě vlastní řízené společnosti má přímý vliv na výkony na zařízení VO. Vyčleněné prostředky jsou plně využívány ve prospěch VO. Městská společnost z nich nevytváří svůj vlastní zisk. Snížení ceny běžné údržby po realizaci preventivní údržby mohou být využity na další opravy, výměny havarijních stožárů atd., aniž by byly požadovány další finanční prostředky od města/obce.

Každoročně je řada požadavků na doplnění VO, což představuje stavbu nového zařízení. Bývají často řešeny operativně bez dalších požadavků na navýšení investičních prostředků (pokud to umožňuje situace s ohledem na stavební zákon).

Současným problémem snad všech měst a obcí je značné množství vlastních ocelových stožárů s vyčerpanou životností. Zvýšené množství stožárů za životnosti je jen a jen důsledkem rozsáhlé výstavby soustav VO v letech 60. a 70. minulého století a stále podceňování potřeby pravidelné obnovy ze strany rady a zastupitelstva.

V případech, kde pro dlouhodobou nečinnost a podceňování stárí zařízení dojde k tak velkému nahromadění zařízení VO za hranicí životnosti, že rychlou obnovu není schopen běžný rozpočet města/obce pokrýt, může být řešením využití nabídek některé z forem zrychleného financování jiným subjektem – např. formou tzv. přenesené správy. Je ovšem si být vědom toho, že nejde o milosrdnou službu nebo sponzorský dar, ale o obchod se vším, co k němu patří.

Ekonomické srovnání současného stavu a realizace přenesené správy ještě před rozhodnutím o formě řešení vedením města a obce není možné, protože teprve ve veřejné soutěži zájemci o tuto službu vypracují svoje konkrétní nabídky. Je samozřejmé, že ceny budou nastaveny tak, aby všechny vlastní vložené investice se firmě vrátily a současně byl vytvořen očekávaný zisk (7-8%), vedle nepřímého zisku z vlastní obchodní činnosti s pronajatým zařízením VO. I zisk je hrazen z prostředků města (z daní občanů), které se tak nevrací do VO na rozdíl od stavu přímého řízení vlastní městské společností, kdy jdou do VO všechny vyčleněné prostředky.

## 6.2. Základní informace před rozhodnutím o převodu správy VO

Veřejné osvětlení je jednou z věcí, které jsou v obcích a městech na první pohled viditelné. Nedostatečné osvětlení, blikající výbojky, střídání různých barev světla nebo svítidla dlouhodobě nefunkční jsou častou příčinou stížností občanů na kvalitu osvětlení. Ze strany obcí a měst je sice většinou snaha situaci řešit, ale často tato snaha ztroskotá na nedostatku financí, nekoncepčnosti řešení nebo nedostatečné odbornosti.

Správu osvětlovacích soustav je ale možno řešit i jinak – využitím komplexních systémových řešení.

Obecná pravidla dlouhodobé smlouvy při řešení správy a údržby jiným subjektem:

Město sice zůstává vlastníkem VO, ale předává všechny kompetence smluvnímu partnerovi – zpravidla pronájemem zařízení. Pronájem je podmínkou pro odepisování investic společnosti. Smluvně předává správu, údržbu a obnovu. Městu zůstane pouze kontrolní činnost plnění uzavřené smlouvy.

Vybraný podnikatelský subjekt zahrne do svého podnikatelského plánu počáteční zafinancování nezbytné obnovy.

Město bude smluvně zavázáno ke každoroční platbě ve smluvní výši (vzhledem k předcházejícímu podceňování stavu bude platba vyšší, než byl každoroční rozpočet VO), která musí krýt provozní prostředky (správa, údržba, el. energie), investiční prostředky obnovy. Každoroční platba není konstantní, ale je nastavena pro navazující roky podle očekávaného meziročního růstu inflace, změn tarifů dodavatelů elektrické energie, změn počtů udržovaných světelných míst. Dosažené úspory energie, jiné zisky z využití stožárů VO, úspory z interních výběrových řízení jdou za firmou a nijak nezvýhodňují ani nesnižují platbu objednatel.

Smlouva z důvodu vlastního investičního vkladu společností musí být uzavřena na delší období, zpravidla na 15 let. Vyvázání v případě nespokojenosti v průběhu plnění je komplikované ne-li téměř nemožné, protože počáteční investice se musí firmě i se ziskem vrátit, takže ve smlouvě musí být poměrně tvrdá finanční vyrovnání v případě předčasné výpovědi ze strany objednatel.

Každé požadované doplnění VO občany města bude novým obchodním případem vůči společnosti, který město plně uhradí a pro další rok se mu navýší částka za údržbu a provoz ve smluvní výši dané smlouvou (propočtená průměrná cena za SM). Stejně tak se cena navýší po převzetí nově vybudovaných soustav VO – např. v rámci dopravních staveb, výstavba obytných celků aj. – přestože toto nové zařízení je v záruce a zpravidla prvních pět let nevyžaduje žádnou údržbu. Snížení cen subdodávek v interních výběrových řízeních je rovněž ziskem společnosti, zatímco město platí v celkové sumě cenu rozpočtovou v platné cenové úrovni.

Dalším důležitým aspektem je sídlo společnosti z hlediska místa odvádění daní.

Jedná se zásadní rozhodnutí s dlouholetými důsledky a je také závažné v tom smyslu, že zavazuje další nově zvolená zastupitelstva k trvalé platbě po celou dobu trvání smlouvy, aniž by měla možnost nějaké změny. Částka se stane povinnou a nebude předmětem tvorby rozpočtu podle

aktuálních potřeb města (v určité nestabilní politické situaci ve městě či obci to může být výhoda, že se s ní nedá kupčit na úkor zájmů VO)

V případě rozhodnutí rady a zastupitelstva města/obce o předání VO jinému podnikatelskému subjektu je nesmírně důležité kvalitní vypracování zadávacích podmínek, odborné posuzování a oponování návrhu smlouvy, uplatnění vlastních dosavadních investic města do VO do výše ceny za přenesenou správu VO apod.

### **6.3. Možnosti převodu správy a údržby osvětlovacích soustav VO**

Na začátku plnění smluvního vztahu je vždy důkladné zmapování stávajícího stavu systému – takzvaná pasportizace. Vychází se ze stávajících podkladů, ale hlavním výstupem je důkladné zmapování a zjištění stavu zařízení přímo v terénu.

Dokumentace získaná při pasportizaci je výchozím materiálem pro zpracování návrhu technicko - ekonomického řešení. To může být zpracováno ve více variantách s ohledem na požadované funkčnosti, finanční možnosti zákazníka, návratnost vložených investic, úspory energií a podobně. Vždy však obsahuje potřebný rozsah výměny světelných zdrojů. Technicko – ekonomické řešení se rovněž vždy zpracovává s ohledem na moderní trendy v osvětlovacích technologiích a v případech, kdy je to výhodné, v sobě zahrnuje moderní komponenty.

Po výběru nejvhodnějšího technicko – ekonomického řešení se přistoupí k realizaci rekonstrukce systému VO. Teprve provedení vstupní rekonstrukce totiž do budoucna umožní minimalizaci dalších nákladů na provoz celého systému. Cílem rekonstrukce je zlepšit kvalitu osvětlení, odstranit nutnost výměn světelných zdrojů, snížit počet ostatních poruch a ušetřit energii nutnou pro chod celého systému VO.

#### **6.3.1. Přenesená správa VO**

Tento systém je běžně užíván u malých obcí a měst. Jde o systém, kdy nový správce převezme plnou zodpovědnost za bezpečný a hospodárny provoz VO. V podstatě jde o zajištění veškerých oprav a údržby VO na základě smlouvy s obcí. Prakticky vždy je souběžně zajišťována i rekonstrukce VO v potřebném rozsahu, která je provedena bezprostředně po uzavření smlouvy a následně je obcí postupně splácena po dobu trvání smluvního vztahu.

Obec tedy platí správci:

- za komplexní správu VO (oprava, údržba, provoz a nákup elektřiny)
- za provedenou rekonstrukci.

#### **6.3.2. Dlouhodobý nájem VO**

Tato varianta je vhodná pro rozsáhlejší a komplikovanější provoz VO větších měst. Nájem umožňuje městu zbavit se komplexně starostí o VO a platit subjektu, který má veškerý majetek v nájmu, pouze za dodávku „světla“.

Pronajímatel:

- pronajme soubor movitých a nemovitých majetků nájemci
- předá své zaměstnance
- platí za dodávku služby – „světlo“.

Nájemce:

- spravuje – opravuje, udržuje a provozuje VO
- investuje do majetku Pronajímatele s jeho souhlasem
- převezme veškeré současné zaměstnance
- platí za dodávku elektřiny dodavateli.

### **6.3.3. Společný podnik s městem na provozování VO**

Společný podnik je podobná varianta jako je varianta 2 „Dlouhodobý nájem VO“ pouze zde není definováno časová období. Tato varianta umožňuje městu mít okamžitou možnost kontroly plnění všech povinností týkajících se VO města. Předpokládá se, že město vloží do společného podniku soubor movitých a nemovitých majetků týkajících se VO a současné zaměstnance a druhý podílník svoje know-how a finanční prostředky potřebné pro správný chod VO města. Vložení majetku města do společného podniku se realizuje formou vložení nemovitých a movitých majetků nebo vložním dlouhodobé nájemní smlouvy.

Město:

- získá strategického partnera na VO
- finanční prostředky partnera se účelně vynakládají na modernizaci VO města
- odpadne starost o provoz VO (elektřina, zaměstnanci apod.)
- případný zisk (jeho část) společnosti vylepší rozpočet města.

Výše popsané služby lze poskytovat jako komplexní balíček služeb i jednotlivě – záleží na dohodě.

**V oblasti veřejného osvětlení je vždy nutný individuální přístup k potřebám obcí a měst!**

## **6.4. Příklady způsobů financování VO**

Za účelem posouzení možných způsobů financování VO pomocí přenesené správy, byly osloveny tyto firmy:

- ELTODO – Praha
- ČEZ Energetické služby s.r.o. (dříve EVi – Ostrava Vítkovice)

Na základě návrhů pro financování od těchto firem bude možno provést rozvahu o možné optimalizaci řešení financování VO.

Firmy byly osloveny s následujícím okruhem otázek:

- způsoby zabezpečení financování
- způsob převzetí majetku VO

- nákup el. energie
- typ a forma smlouvy, kapacitní zajištění (vlastní společnosti nebo založení nové v místě nebo využití stávajících kapacit v místě)
- rozsah prováděné obnovy VO (světelná místa, kabelové rozvody, rozváděče), celkové rekonstrukce zařízení VO
- délka trvání smluvního vztahu a časový harmonogram plnění
- způsob ukončení smluvního vztahu, forma předání majetku zpět městu
- návrhy na inovace, zavádění moderní techniky, snižování energetické náročnosti.

#### 6.4.1. Návrh financování VO od firmy ELTODO

Veřejné osvětlení a další podobná zařízení patří mezi tzv. veřejně prospěšné služby, které mají podstatný vliv na kvalitu života ve městech a obcích. Úroveň těchto služeb se odráží v úrovni bezpečnosti obecné i dopravní a významně ovlivňuje životní prostředí. V minulosti zajišťovala města tyto služby zpravidla tak, že si zřizovala různé rozpočtové, popřípadě příspěvkové organizace. Praxe však ukázala, že toto uspořádání nepřinášelo vždy očekávaný efekt, ale často neúměrně zatěžovalo administrativu i rozpočty radnic a obecních úřadů. Proto v současné době řada měst a obcí hledá efektivnější uspořádání pro řízení veřejných služeb.

Na některých místech vznikají městské akciové společnosti, někde dochází k privatizaci těchto veřejně prospěšných zařízení formou jejich odprodeje různým právnickým nebo fyzickým osobám atp.

#### Způsoby zabezpečení financování

Jednou z možností, jak poměrně rychle a bez zvýšených nákladů dostat veřejné osvětlení na evropskou úroveň, je komunální projekt typu PPP (Private-Public Partnership), který vypracovala naše společnost a který se nazývá **Přenesená správa**. Jedná se o dlouhodobý smluvní vztah, který spočívá v přenesení správy, obnovy, provozu a údržby veřejného, popř. slavnostního osvětlení na smluvního partnera. Toto postoupení povinností umožní zadavateli, tj. městskému úřadu, aby břemeno správy a vztahů se třetími osobami neslo nikoliv město, ale smluvní partner jako správce a provozovatel. Spravovaná zařízení zůstávají majetkem zadavatele. Tato opatření vedou k nezanedbatelným úsporám nákladů na provoz výše zmiňovaného zařízení při rychlém zlepšení jejich technického stavu. A to vzhledem k tomu, že projekt přenesené správy počítá v prvních letech trvání s investicemi (vycházejícím ze soukromého sektoru – společnost má tyto finanční prostředky zajištěny) do předaného zařízení a současně je koncipován tak, že má částečné samofinancující prvky. Funkci výkonného smluvního partnera v místě působení zpravidla plní některá místní firma ve spolupráci s námi nebo pro tento účel divize společnosti.

Výkon přenesené správy spočívá hlavně v těchto oblastech:

- nákup a řízení spotřeby elektrické energie
- provozování a údržba sítí veřejného osvětlení
- plánování a realizace investic
- financování prací.

Alternativou k využití přenesené správy mohou být hlavně městská akciová společnost nebo privatizace zařízení některou soukromou společností. Budou-li tyto společnosti řádně a odborně

vedeny, mohou jistě většinu činností spojených s údržbou VO a služeb zajistit. Přesto existují některé významné přednosti, které má oproti těmto řešením využití přenesené správy.

Veřejné osvětlení je ve většině měst a obcí je v neuspokojivém technickém stavu a zlepšení kvality jeho světelně-technických parametrů a snížení nákladů na jeho provoz se neobejde bez rychlé a masivní investice, kterou může ELTODO na rozdíl od např. městské akciové společnosti zajistit bez jakékoliv účasti radnice.

Na druhé straně v případě řešení současného stavu formou privatizace VO některou finančně silnou společností, která by byla schopna zajistit potřebné finance přichází radnice o možnost podílet se na strategických rozhodnutích v daném oboru. Tato rozhodnutí mohou mít zásadní význam pro rozvoj města a vliv na život obyvatel i turistů, včetně určování koncepce dalšího vývoje města a regionu.

Další neopomenutelnou předností výkonu přenesené správy společností je možnost dosahování bezkonkurenčně výhodných cen při dodávkách nosných materiálů a elektrické energie. Tato výhoda je umožněna vzhledem k velkým objemům odběrů el. energie a jednotlivých prvků zařízení VO a to vzhledem k realizaci přenesené správy společností i ve více městech a obcích.

Mezi klientelu společnosti ELTODO patří vedle hlavního města České republiky i krajská a okresní města stejně jako menší obce. Snížení nákladů kumulací nákupu materiálu a služeb vede k vyšší rentabilitě a vzhledem k filosofii tohoto projektu i k větším reinvesticím do spravovaného zařízení.

### **Způsob převzetí majetku**

V případě podepsání smlouvy o přenesené správě VO a SO následuje k praktickému zahájení činnosti po provedené dokladové a fyzické inventuře:

- definování a stabilizace obchodních vztahů se subdodavateli
- inventarizace a pasportizace převzatého zařízení VO a SO
- zpracování digitální katastrální mapy města včetně zanesení spravovaného zařízení do této digitální mapy
- do šesti měsíců dosažení maximální hranice nesvítivosti 2 % z celkového počtu svítících míst
- vypracování koncepce rozvoje svěřeného zařízení na dobu trvání projektu.

### **Nákup elektrické energie**

Cílem je především zlepšit kvalitu osvětlení a snížit výdaje na energii a to zejména:

- sjednávání smluv s dodavateli elektrické energie na principu nejvhodnější sazby z hlediska času a výše odběru v rámci volného trhu s energií, sledování změn příkonů a omezení denního údržbového svícení
- neustálé sledování změn příkonů a jejich jednotkové snižování v závislosti na zvyšování účinnosti osvětlovací soustavy veřejného osvětlení
- přesné řízení doby svícení a omezení denního údržbového svícení.
- zvýhodňování úsporných řešení při obnově sítě a nové výstavbě. Rychlá realizace výrazných úsporných řešení.

- snížení energetické náročnosti soustavy VO prověřením jednotlivých instalací s ohledem na požadované parametry osvětlovací soustavy dle ČSN, EN a s přihlédnutím k dalším požadavkům a mezinárodním doporučením.

### **Typ a forma smlouvy**

V případě přenesené správy se jedná smlouvu o přenechání veřejného osvětlení na území Města do nájmu, o jeho provozování a správě, podle § 663 a násl. obč. zák. a podle § 269 odst. 2 obch.zák.

### **Kapacitní zajištění**

Počítá se s využitím kapacit z regionu, a tak nedojde na trhu z tohoto pohledu, tj. po rozhodnutí o vykonavateli přenesené správy a údržby, ke změnám. Funkci výkonného smluvního partnera v místě působení zpravidla plní některá místní firma ve spolupráci s námi nebo pro tento účel zřízená divize společnosti pracující v příslušném městě.

### **Rozsah prováděné obnovy VO**

Bude provedena obnova zařízení v dohodnuté hodnotě a to převážně v průběhu prvních tří let.

Obnova veřejného osvětlení bude spočívat v plošné výměně svítidel s nízkou optickou účinností a vysokým morálním stářím. Současně se svítidla budou vyměněny, předřadné obvody světelných zdrojů a instalovány nové světelné zdroje. Na každém prvku veřejného osvětlení budou v rámci obnovy provedeny periodické a údržbové práce, které zvyšují životnost stávajícího zařízení a v případě nutnosti, budou stávající prvky el. rozvodů repasovány nebo nahrazeny novými. Dojde k výměně prvků v havarijním stavu a prvků se zvýšenými nároky na údržbu. Důraz bude kladen především na elektrovýzbroje stožárů, patice a dvířka patic stožárů, svodové kabely, elektrovýzbroje zapínacích míst, nosné konstrukce soustavy veřejného osvětlení, odstranění provizorních a havarijních elektrických vedení a nezbytné stavební úpravy prvků systému veřejného osvětlení.

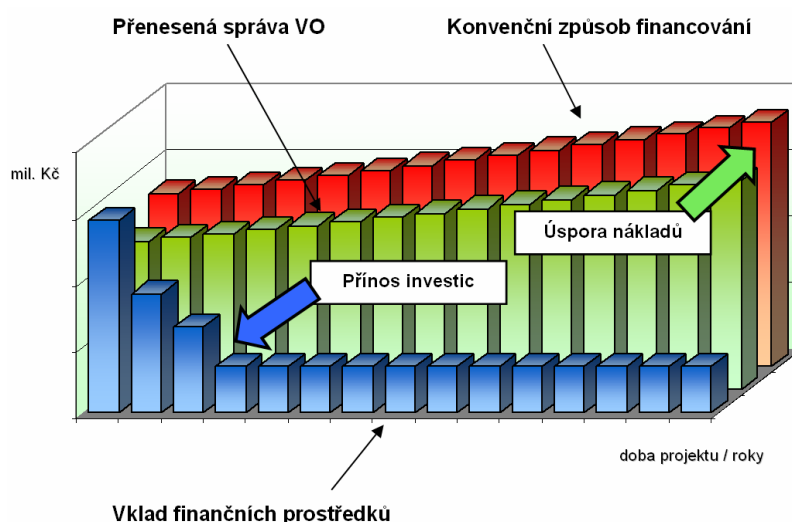
- **výměny svítidel za svítidla s polykarbonátovými kryty** - stávající svítidla veřejného osvětlení budou vyměněna za svítidla s vysokou světelnou účinností a optimálním rozložením světelného toku vzhledem k osvětlované komunikaci nebo prostranství. Návrh svítidel bude vycházet ze světelné studie (výpočtu parametrů) osvětlovací soustavy pro konkrétní situaci. Pro výměny budou použita vysoce kvalitní svítidla na úrovni krytí sealseafe, např. typy: Atos, Safír 1, Safír 12, Vectra, Z1 (Sidonia), B1.
- **výměny stožárů a kabelových polí** - v prvních třech letech činnosti společnosti budou provedeny výměny nejvíce staticky narušených stožárů a kabelových polí v havarijním stavu.
- **nátěry stožárů** - po zahájení činnosti Společnosti budou nově natřeny všechny ocelové stožáry a to dle zpracovaného časového harmonogramu v závislosti na klimatických podmínkách. Pro nátěr stožárů bude aplikován nátěrový systém, který respektuje zvýšenou zátěž povrchu stožáru vlivem okolních podmínek.
- **modernizace zapínacích míst** - v prvním roce činnosti Společnosti budou všechna zapínací místa vybavena čipovými hodinami, umožňujícími ovládání svítidel veřejného



osvětlení dle naprogramovaného časového harmonogramu. Časový harmonogram bude nastaven s ohledem na astronomické podmínky západu a východu slunce a v souladu s platnými technickými předpisy.

### Délka a trvání smluvního vztahu

Délka smluvního vztahu je obvykle 10 až 15 let. Čím delší je smluvní vztah tím nižší jsou platby města, příp. tím vyšší mohou být vložené investice, vzhledem k tomu, že se splácení vložených investic rozloží do více let. Společnost hodlá vložit do systému VO a SO finanční částku v převážné míře během prvních tří let.



Obr. 6.1 – závislost délky trvání smluvního vztahu na úsporách

### Způsob ukončení smluvního vztahu

Do 30 dnů po ukončení platnosti smlouvy o přenesené správě je společnost povinna na základě vyúčtování a inventarizace protokolárně předat městu předmět smlouvy ve stavu schopném provozu odpovídajícím obecně závazným právním normám a podmínkám smlouvy s přihlédnutím k obvyklému opotřebení včetně náhradních materiálů a dílů, jakož i nezbytné právní a technické dokumentace v aktualizovaném provedení.

Společnost po dobu trvání smlouvy, tj. po dobu, po kterou bude mít předmět smlouvy v nájmu, na pronajatém systému VO provádí technické zhodnocení a toto technické zhodnocení odpisuje podle § 28 zákona č. 586/1992 Sb. v platném znění. Při skončení smluvního vztahu odevzdá Společnost Městu předmět pronájmu včetně jeho technického zhodnocení bez uplatnění jakéhokoliv nároku na úhradu nákladů vynaložených na předmětné technické zhodnocení ani na úhradu případného zhodnocení předmětu pronájmu.

Platnost smlouvy zaniká:

- písemnou dohodou obou smluvních stran
- výpovědí jedné ze smluvních stran, písemnou výpověď je třeba doručit druhé smluvní straně.

Zánik smlouvy výpovědí smluvní stranou:

- společnost může smlouvu vypovědět s dvanáctiměsíční výpovědní dobou, která počíná běžet prvním dnem měsíce následujícího po doručení písemné výpovědi Obci.
- město může vypovědět smlouvu s dvanáctiměsíční výpovědní lhůtou. Výpovědní lhůta počíná běžet prvním dnem měsíce následujícího po doručení výpovědi společnosti.

### **Návrh na modernizaci a snižování el. energie**

Cílem společnosti je zajištění bezporuchového provozu s tolerancí do výše 2 % z celkového počtu svítících míst do 6 měsíců od převzetí správy, provozu a údržby VO.

Způsoby dosažení tohoto cíle jsou zejména:

- rychlé a kvalitní provádění oprav, modernizací a investičních prací bude dosaženo organizací práce a moderním technickým vybavením
- minimalizace nutnosti omezení chodců nebo silniční dopravy při provádění oprav, modernizací a novostaveb bude dosaženo rovněž organizací práce a moderním technickým vybavením a také využitím zabezpečovací techniky
- snižování ekonomické náročnosti investičních akcí výběrem dodavatelů materiálu i prací a rozvojem příjmových aktivit bude dosaženo minimalizací investičních nákladů a využitím nejvýhodnějších nabídek s řádným podchyčením kvality ve smlouvě o dílo. Cíl je vybudování sítě kvalifikovaných dodavatelů a rozšiřování činnosti mimo území města
- snižování ekonomické náročnosti, zajišťování provozu kvalitní organizací práce a minimalizace nákladů na opravy a rekonstrukce výběrem nejvýhodnějších dodavatelů částí systému VO a SO. Další úspor se dosáhne důsledným využíváním dodávek materiálů od smluvně zajištěných dodavatelů či přímo od výrobců, čímž bude dosahováno velkoodběratelských slev materiálů a výrobků a také použitím výrobků společností skupiny ELTODO, např. vlastních svítidel, adaptérů, nových modelů historických a historizujících sloupů, hraněných konických oboustranně pozinkovaných stožárů a těsných svítidel (SEALSAFE), dodávaných za exkluzivních podmínek
- trvalé zajišťování technického rozvoje zařízení VO a SO v souladu se světovými trendy za pomoci speciálního pracoviště, které sleduje tyto trendy v technickém rozvoji a zajišťuje přejímání nových technologií vč. vývoje nových komponentů a výrobků pro systémy VO a SO
- použití nových technologií řízení provozu, provádění údržby a použití nových standardních výrobků za užití špičkových řídicích technologií od světových výrobců, vlastního vývoje řídicích technologií zabezpečovaných dceřinými společnostmi, užití špičkových komponentů systémů VO a SO od prověřených výrobců a z výrobního programu ELTODO EG a.s., vlastní vývoj komponentů zabezpečovaný dceřinými společnostmi včetně vývoje svítidel a zapínacích míst a využití moderních systémů při zjišťování, sledování a odstraňování poruchových stavů (internet, napojení do integrovaných sítí apod.).

Mezi technologické standardy, které sdružení přijme jako normu, patří zejména:

- aplikace systému SEALSAFE (dokonale těsný optický systém) u nově montovaných svítidel. Jedná se o velmi těsnou světelně činnou část svítidel s velmi dlouhou životností a s minimálními nároky na údržbu

- aplikace nových dlouhodobě programovatelných ovládacích prvků zapínacích míst VO řízených mikroprocesory s možností přesného řízení provozu dle předem definovaných algoritmů, optimalizace spotřeby el. energie
- aplikace „nízkoúdržbových“ a „vandaluvzdorných“ komponentů systému VO a SO zajišťujících ekonomickou návratnost vložených prostředků a zlepšení stavu systému VO
- aplikace stožárů s kvalitnější povrchovou úpravou vně i uvnitř včetně nových typů stožárů (např. hraněné stožáry), které kromě estetické kvality zajistí dlouhou životnost při snížení nároků na dodatečné povrchové úpravy a příslušenství
- aplikace svítidel s počítačově navrhovanými parabolami pro ideální distribuci a rozložení vyzařovaného světelného toku
- aplikace nejmodernějších osvětlovacích zdrojů, které zajistí výhodný poměr spotřeba/světelný tok včetně lepšího barevného podání při současném prodloužení doby života světelného zdroje.

#### **6.4.2. Návrh financování VO od firmy ČEZ energetické služby, s.r.o. (dříve EVI)**

##### **Následující body se odkazují na soubor otázek z úvodu:**

##### Způsoby zabezpečení financování:

- postupnou rekonstrukci, resp. obnovu VO rozvrženou do několika etap v průběhu 5 až 10 let, bude plně financovat ČEZ Energetické služby s.r.o. (dále jen ČEZ ES), z vlastních zdrojů
- město bude následně jednotlivé etapy obnovy VO splácet v měsíčních splátkách.

##### Způsob převzetí majetku:

- převzetí pasportu VO od města
- bude provedena fyzická kontrola systému VO za účasti zástupců města a ČEZ ES spojená s případnou aktualizací pasportu VO
- bude provedena kontrola všech RVO s odečtením stavů elektroměrů
- stavy budou použity pro přepis všech odběrných míst systému VO z města na ČEZ ES.

##### Nákup el.energie:

- výběr dodavatele el. energie a její nákup provede ČEZ ES.

##### Typ a forma smlouvy, kapacitní zajištění

- budou uzavřeny tyto smlouvy:
  - Smlouva o nájmu VO
  - Smlouva o dodávce služeb
  - Smlouva o dílo na provedení rekonstrukce VO
- ČEZ ES založí nový útvar určený pro správu a provozování VO.

##### Rozsah prováděné obnovy VO

- jelikož systém VO je ve velice nevyhovujícím stavu průměrným stářím kolem 30 let, doporučujeme generální opravu VO v plném rozsahu
- zachovány budou, po provedení důkladné kontroly a konstatování odborníka ČEZ ES, že toto zařízení je vyhovující, pouze ty části systému jehož stáří nepřekročí 5 let.

#### Délka trvání smluvního vztahu a časový harmonogram plnění

- po specifikaci jednotlivých etap obnovy VO bude navržen harmonogram plnění s termíny ukončení jak jednotlivých etap tak celkové obnovy a to nejpozději do 10let
- tudíž Smlouva o dílo na provedení rekonstrukce veřejného osvětlení s délkou trvání na 10let
- současně bude uzavřena Smlouva o nájmu a Smlouva o dodávce služeb s délkou trvání na neurčito
- tyto tři smlouvy budou vzájemně propojeny
- účinnost Smlouvy o dílo na provedení rekonstrukce veřejného osvětlení bude podmíněna sjednáním Smlouvy o nájmu a Smlouvy o dodávce služeb.

#### Způsob ukončení smluvního vztahu, forma předání majetku zpět městu

- smlouvu o provozování mohou smluvní strany v průběhu jejího trvání ukončit:
  - písemnou dohodou obou smluvních stran
  - písemnou výpovědí i bez udání důvodu, přičemž písemná výpověď musí být prokazatelně doručena druhé smluvní straně. Výpovědní doba se v tomto případě sjednává v délce 12 měsíců a počíná běžet první den kalendářního roku následujícího po doručení písemné výpovědi druhé smluvní straně,
  - okamžitou výpovědí v případech stanovených smlouvou s tím, že výpověď je účinná okamžikem doručení
- forma předání majetku zpět městu bude stejná jako při jeho předání ČEZ ES na začátku smluvního vztahu s vyrovnáním příslušných závazků.

#### Návrh na inovace, zavádění moderní techniky, snižování energetické náročnosti:

- zavedení hlášení poruch přes dispečink ČEZ ES 24 hodin denně
- instalace elektronických předřadníků a regulátorů RVO za účelem snížení spotřeby el. energie
- optimalizace zapojení sítě ČEZ ES za účelem snížení počtu odběrných míst
- energetický dispečink
- monitoring systému VO
- dálkový přenos dat.

## 7. POPIS METODIKY SBĚRU DAT

Aby mohl být tento projekt realizován, bylo nutné získat informace o VO od příslušných samospráv měst a obcí v ČR. Z tohoto důvodu, byla zakoupena databáze od firmy Creditinfo Czech Republic, s.r.o. obsahující následující údaje:

- název obce či města,
- IČO,
- ulice,
- PSČ,
- telefon,
- fax,
- email,
- URL,
- jméno starosty či primátora,
- počet obyvatel (vyjádřených pomocí intervalu např. 0-999 obyvatel).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	ICO	Nazev	Ulice	PSČ	Tel	Fax	Mail	Url	Starosta	Obyv												
2	0023	Adamov	Pod Hoř	29004	####		mest	www.Jiri	Němeč	2 000 4 999	obvy.											
3	0063	ADAMOV	Adamo	29601	####		obec	adar	Rudolf	Si	0-999	obvy.										
4	0058	Adamov	V chalu	27371	387 228 0		adamov	clng	Jaro	0-999	obvy.											
5	0068	ADRŠPACH	Horní	A34952	491 1	####	ou1	zwww	Dana	Cal	0-999	obvy.										
6	0058	Albrechtice	Albrech	36301	####		urad@	www.lng	Jaro	0-999	obvy.											
7	0028	Albrechtice	186, AP	3543	####	####	sekre	www.lng	Vlad	2 000 4 999	obvy.											
8	0028	Albrechtice	nám. Č	79398	####	####	podat	www	Petr	Šolc	2 000 4 999	obvy.										
9	0057	ALBRECHTICE	Na výsl	1722	494 1	####	albre	albr	Jaromír	H	0-999	obvy.										
10	0024	Albrechtice nad	Albrech	39816	382 382		staro	www.lng	Václ	0-999	obvy.											
11	0028	ALBRECHTICE	Albrech	46845	483 1	####	albre	www	Karel	Kotl	0-999	obvy.										
12	0066	Albrechtický	Albrech	74256	####	####	obec	www.lng	Milo	0-999	obvy.											
13	0048	Alojzov	Alojzov	79804	####		alozjz	www	Pavel	No	0-999	obvy.										
14	0057	Andělská Hora	Anděls	79331	####		andel	www	Dušan	V	0-999	obvy.										
15	0058	Anenská	Anensk	36301	####		anen	aner	Jaroslav	I	0-999	obvy.										
16	0028	Archelebov	Archele	39633	####	####	podat	www	Jan	Müller	0-999	obvy.										
17	0047	Arnešovice	Arneš	09501	565 1	####	ames	www	Stanislav	0-999	obvy.											
18	0037	Arnolec	Arnolec	38827	567 277 344, 567 27		ing	Ladi	0-999	obvy.												
19	0028	Arnoltice	Arnoltic	40714	####	####	ouarr	mes	Karel	Ku	0-999	obvy.										
20	0028	Aš	Kamen	25201	####	####	podat	www	Mgr. Dali	10 000 19 999	obvy.											
21	0028	Babice	Babice	38703	572 1	####	babic	www	Miloslav	11 000 1 999	obvy.											
22	4597	BABICE	Babice	30351	495 491 2		ou	babice	Petr	Hon	0-999	obvy.										
23	0058	Babice	Babice	38411	388 325 0		babic	www	Anna	Pili	0-999	obvy.										
24	0037	Babice	Babice	37544	####		obec	babi	Miloslav	10	0-999	obvy.										
25	0024	BABICE	Babice	25101	323 660-9		oubal	www	Iva	Kačír	0-999	obvy.										
26	0063	Babice	Babice	78501	####	####	babic	www.lng	Alfor	0-999	obvy.											
27	0028	Babice nad	Babice	36401	####		ou	babice	Miroslav	0-999	obvy.											
28	0038	Babice u Rosic	Náves	15648	4546 1	####	info@	www	Vladimír	0-999	obvy.											
29	0057	Babylon	Babylor	34401	379 1	####	info@	www	Miroslav	0-999	obvy.											
30	0051	Báčovice	Báčovic	29301	####		ou	bacovi	Václav	P	0-999	obvy.										
31	0011	Báčalky	Báčalky	2072	493 596 3		bacal	baci	Miroslav	Neuv	edeno											
32	0027	BACETIN	Báčetin	1801	494 1	####	ouba	obec	Josef	Hej	0-999	obvy.										
33	0037	Bačice	Bačice	37551	568 1	####	obec	baci	Jiří	Salák	0-999	obvy.										
34	0057	Bačkov	Báčkov	38291	569 1	####	ou	backov	Miloslav	10	0-999	obvy.										
35	4852	Báčkovice	Báčkov	67532	568 1	####	obec	baci	Josef	Em	0-999	obvy.										
36	0028	Bákov nad	Mírové	12940	1326 1	####	info@	www	Jiří	Hieka	2 000 4 999	obvy.										
37	0084	Baliny	Baliny	7	596 520 6		ou	baliny	©	Pavel	Drs	0-999	obvy.									
38	0051	Balkova Lhota	Balkov	39131	391 230 0		drubez	zam	Jaroslav	I	0-999	obvy.										
39	0057	Banín	Banín	436802	####	####	banin	www	Drakoslav	0-999	obvy.											
40	0028	Bánov	Bánov	78754	572 1	####	ou@	www	Josef	Čaj	2 000 4 999	obvy.										
41	0051	Báňovice	Báňovic	38001	####	####	banovice	©	Karel	Klot	0-999	obvy.										
42	0068	Bantice	Bantice	3716	1515 1	####	obec	www	René	Rei	0-999	obvy.										
43	0028	Barchov	Barchov	30401	495 444 2		obec	www	Mgr. Lad	0-999	obvy.											
44	0027	Barchov	Barchov	33002	####		obec	barch	Martin	H	0-999	obvy.										
45	0028	Barchovice	Barchov	28163	####		obec	www	Lubomír	10	0-999	obvy.										
46	0028	Bartošovice	Bartoš	07425	456 1	####	obec	www	MVDr. K	1 000 1 999	obvy.											
47	0027	BARTOŠOVICE	Bartoš	07176	494 1	####	obec	barto	Jana	Řeg	0-999	obvy.										
48	0057	Bartoušov	Bartouš	09001	569 438 1		obeci	mes	Jaroslav	I	0-999	obvy.										
49	0028	Bařice Velké	Bařice	276701	####	####	obec	www	Věra	Hal	0-999	obvy.										
50	0028	Baška	Baška	23901	####	####	podat	www.lng	Břeti	2 000 4 999	obvy.											

Obr. 7.1 - výřez ze zakoupené databáze

Dále byla získána z internetových stránek Krajských úřadů a upravena druhá databáze, obsahující následující údaje:

- název obce či města,
- ZÚJ (základní územní jednotka),
- výměra v hektarech,
- počet obyvatel, podle posledního sčítání lidu v roce 2003
- kraj, pod který příslušná samospráva spadá.

Zuj	Obec	Vymera	Obyv	Kraj
535826	Adamov	103	508	Jihočeský
549258	Albrechtice nad	3 672	811	Jihočeský
537241	Babice	580	77	Jihočeský
563251	Balkova Lhota	354	121	Jihočeský
562726	Báňovice	479	111	Jihočeský
550809	Bavorov	3 539	1 444	Jihočeský
563366	Bečice	324	66	Jihočeský
536156	Bečice	448	107	Jihočeský
562548	Bednárec	779	104	Jihočeský
561053	Bednářeček	694	186	Jihočeský
552054	Bechyně	2 127	5 915	Jihočeský
550817	Bělčice	3 431	975	Jihočeský
560448	Běleč	1 222	187	Jihočeský
545406	Benešov nad Č.	5 706	1 220	Jihočeský
549266	Bernartice	3 641	1 219	Jihočeský
545414	Besednice	1 611	798	Jihočeský
598895	Bezdědovice	582	309	Jihočeský
590833	Blisko	1 132	202	Jihočeský
550850	Blatná	4 360	6 666	Jihočeský
561711	Blažejov	1 987	299	Jihočeský
536253	Bohdalovice	3 075	265	Jihočeský
550116	Bohumilice	342	317	Jihočeský
537527	Bohunice	258	45	Jihočeský
544272	Borek	193	1 143	Jihočeský
552057	Borkovice	1 592	237	Jihočeský
552101	Borotín	2 626	507	Jihočeský
545902	Borová Lada	6 889	277	Jihočeský
598780	Borovany	637	224	Jihočeský
544281	Borovany	4 233	3 627	Jihočeský
535681	Borovnice	274	92	Jihočeský
544299	Boršov nad Vit.	996	926	Jihočeský
562742	Bořetín	587	83	Jihočeský
550124	Bošovice	833	297	Jihočeský
535401	Bošilec	958	200	Jihočeský
562122	Boudy	1 001	184	Jihočeský
549291	Božetice	1 364	406	Jihočeský
552127	Bradáčov	448	73	Jihočeský
549304	Branice	505	302	Jihočeský
551490	Braníšov	518	160	Jihočeský
537063	Bratronice	470	54	Jihočeský
545431	Břihov	4 617	1 011	Jihočeský
536059	Břehev	1 011	110	Jihočeský
530018	Březí	559	81	Jihočeský
507733	Březina	952	159	Jihočeský
552135	Březnice	691	223	Jihočeský
546020	Budeč	512	232	Jihočeský
552143	Budislav	885	460	Jihočeský
546038	Budíškovice	2 304	794	Jihočeský
561576	Budkov	504	76	Jihočeský

Obr. 7.2 - výřez z databáze získané z internetu

Projekt byl zahájen tím, že byl hromadně rozeslán dne 9.11.2007 průvodní dopis **viz. Přílohová část** a dále byly rozeslány sběrné listy **viz. Přílohová část** ve formátech Microsoft Word, RTF a Microsoft Excel (ME) na všechny samosprávy měst a obcí v ČR (cca 6500 samospráv). Důvod tří různých formátů sběrného listu byl takový, že ne každá samospráva používá stejné softwarové vybavení a tímto byla eliminována možnost, že by příslušný formát sběrného listu dané samosprávě nešel otevřít a následně vyplnit.

Termín, do kdy měly samosprávy data poslat, byl stanoven na 26.11.2007. Během této krátké doby přišlo cca 900 odpovědí. Z tohoto celkového počtu bylo asi 600 odpovědí kladných, tzn., že

příslušné samosprávy zaslaly vyplněné dotazníky zpět, jednak formou e-mailu, ale také i pomocí České pošty.

Další skupinu tvořily e-maily, které byly nečitelné a tudíž dále nezpracovatelné. Tyto obce byly požádány o opětovné zaslání vyplněných dotazníků.

Zbylé emailové odpovědi byly rozmanitého charakteru. Jednak obce žádaly o finanční příspěví na zpracování příslušných sběrných listů, či prosily zpracovatele tohoto grantu, aby přijeli do obce sami a zjistili, v jakém stavu VO v obci je, z důvodu nedostatku času se těmito dotazníky zabývat.

Na druhou stranu se vyskytli zastupitelé obcí, kteří poslali vyplněný dotazník a k tomu ještě e-mailem napsali či zatelefonovali, zda údaje co vyplnili stačí, a zda nejsou ještě jiné požadavky. Nemalé procento tvořily také odpovědi, ve kterých obce sdělovaly, že o jejich VO se starají firmy jako např. ELTODO-CITELUM, s.r.o., či ČEZ ES.

Základní údaje:			
Název obce, města	Dlouhá Brtnice		
Celkový počet obyvatel	382		
Celkový počet světelných míst	59		
Hlavní (zápísná) rozváděče VO (ks)	1		
Celkový roční spotřeba za obec (MWh)	24		
Provedení rozvodu VO	drůti vedení	je-li znám a délka (km)	je-li uvedeno - % odtah
rozlišení podle druhu provedení rozvodu	kabele podzemní		
	ve výšce (oblasti, z NM)	3	
Realizovaná opatření k dosažení úspor na zařízení VO:			
Druh opatření k dosažení úspor na VO	Popis použitého opatření	Přesná regulovanáho zařízení VO (kWh)	
napětiová regulace na RVO (v textu uveďte způsob ovládání - dálkové nebo místní)			
přepínání předradníku světla (v textu uveďte způsob ovládání - dálkové nebo individuálně ve světidle)			
vypínání jednoho zdroje u zdrojových světidel (vypínání jedné fáze rozvodu VO (popis, počet světidel také vybavených))			
jiný způsob regulace VO (stručný popis)	období		
Další údaje, jsou-li k dispozici:			
Zařízení VO provozuje:	Název firmy (pracovník O.Ú. MĚÚ, IČO, IČZ, IČP, IČD, IČS)	firma smluvní užití (přesná a správná VO, SO, má odlišný název, počet let užívání resp. od vzniku)	
pracovník O.Ú. MĚÚ	x		
firma - obec starosta zadá SDZ			
právní firma fyzické osoby			
příslovek obce bez IČO v obce			

Doplňkové nasvětlení přechodů pro chodce	druh zářivky	počet přechodů (ks)	světelná na přechodu
	halogenid (SO, SOH)		1
	halogenid (SO, SOH)		2
Chvěví podle požadavků světelných zdrojů a způsobů nasvětlení, lze zvolit i ovládací jednotky s měřicími:			
Architekturní (stavovně) osvětlení objektů (SLO)	charakteristika (kód, MĚÚ, VO, roční apod.)	počet nasvětlených objektů	Celkový instalovaný výkon (kW)
	kořtel	1	0,5
Světelně-technický návrh slavnostního nasvětlení (SLO)	akce:	ANO = A, NE = N	Když A - ke realizaci
	světelné body	A	1
	realizováno tímto SLO		
	místní údržba VO		
Sledovaná svítidla	je-li znám typ, popis	je-li znám o, počet (ks)	ve znám o - % odtah
svítidla s pokojem sklem	různé typy	59	
svítidla „kotlík“, „tlocný“ apod. (světelná soustava k. nebo)		0	
Skladba světelných zdrojů	lineární příkova zdroj (W)	je-li znám o, počet (ks)	ve znám o - % odtah
jiné			
vysokotlaké výbojky	SO		
zapojení (proced. uvedte jako s odhadem, H jako natáčet nebo H jako kabelekové (např. ZDS+ZH)	7000	S4R+1S+3H	
	100		
	125, 150		
	200	H1	
	400		
Jiná doplňující sdělení v případě potřeby sdělte v textové formě další podrobnosti a informace o provozování zařízení VO ve vaší obci (místě) se zaměřením na úspory, ovládání, případně o stah zařízení apod.			
Vypracoval:	Lubos Kralky, starosta		
telefon a e-mail:	567 373 732	starosta@djouhbrtnice.cz	
Datum:	28.11.2007		

Obr. 7.3 - příklad vyplněného dotazníku elektronicky

Základní údaje:			
Název obce, města	RADOŠOVICE		
Celkový počet obyvatel	150		
Celkový počet světelných míst (ks)	15		
Hlavní (zapínací) rozváděče VO (ks)	2		
Celková roční spotřeba za obec (MWh)	10,945		
Provedení rozvodu VO	druh vedení	je-li známa délka (km)	stani vedeno - % odhad
rozlišení podle druhu provedení rozvodu	kabeleové (podzemní)	1,8	
	venkovní (vlastní, a NN)		
Realizovaná opatření k dosažení úspor na zařízeních VO:			
Druh opatření k dosažení úspor na VO	Popis použitého opatření	Přesná regulovaná zařízení VO (kW)	
napičková regulace na RVO (v listu uvadba způsob ovládní - dálkové nebo místně)	✓		
přepínání předčasně svítidla (v textu uvadba způsob ovládní - dálkové nebo individuálně ve svítilně)	✓		
vypínání jednoho zdroje u zdrojových svítilen (vypínání jedné fáze rozvodu VO (opis, počet svítilen takto vybavených))	✓		
jiný způsob regulace VO (stručný popis)	OVLAĐNÍ SITUACE VO FOTOBENZÍKOU		
Další údaje, jsou-li k dispozici:			
Zařízení VO provozuje:	Název firmy (u pracovníků OÚ, MěÚ jen zaškrtněte "X")	forma smluvního vztahu (přiznaná správa VO, SÚO, mandátní smlouva, počet let uzavření resp. na neurčito)	
pracovník OÚ, MěÚ	X		
firma - obec vlastně nad 50%			
privátní firma fyzické osoby			
privátní osoba bez účasti obce			

Doplňkové nasvětlení přechodů pro chodce	druh zdroje	počet přechodů (ks)	svítilen na přechodu
Určení podle použitých světelných zdrojů a způsobu nasvětlení, jiné zdroje možno doplnit do veřejných míst:	halogenid (150, 250W)		1
	halogenid (150, 250W)		2
Architekturní (slavnostní) osvětlení objektů (SLO)	charakteristika (kostel, MěÚ, KD, sochy apod.)	počet nasvětlených objektů	Celkový instalovaný příkon (kW)
Světelně-technický návrh slavnostního nasvětlení (SLO)	autor:	ano = A, ne = N	když A - ks realizací
	světelný technik realizující firma SLO místní údržba VO		
Sledovaná svítilna	nejběžší typ, popis	je-li známo, počet (ks)	neznámo - % odhad
	svítilna s plochým sklem		
Svítilna „lucerny“ apod. (svítilni značně směrem k nebi)			
Skladba světelných zdrojů	jmennový příkon zdrojů (W)	je-li známo, počet (ks)	neznámo - % odhad
	jiná		
vysokotlaké výbojky	50		
	70/80		
	100		
	125/150		
	250	15-2	
400			
Jiná doplňující osvětlení v případě potřeby sdělte v textové formě další podrobnosti a informace o provozování zařízení VO ve vaší obci (místě) se zaměřením na úspory, ovládní, případně o státní zařízení apod.			
Vyrovnal: BOBOVLA PETR telefon a e-mail: 724 02 63 82 @ Datum: 19. 11. 02			

Obr. 7.4 - příklad ručně vyplněného dotazníku

OÚ Těchonín  
 681 08 Těchonín  
 tel. OÚ 465 635 859  
 Email: [ustama@techonin.cz](mailto:ustama@techonin.cz)

Česká společnost pro osvětlování  
 17. listopadu 15  
 708 33 Ostrava Poruba

Základní údaje : 0 provozovaném veřejném osvětlení

Název obce : Těchonín, Pardubický kraj, okr. Ústí n. Or.  
 Celkový počet obyvatel : 650  
 Celkový počet světelných míst ( ks ) : 95  
 Hlavní ( zapínací ) rozváděče VO ( ks ) : 3  
 Celková roční spotřeba za obec ( MWh ) : 20  
 Provedení rozvodu VO : venkovní ( vlastní, s NN ), délka 9 km

Realizovaná opatření k dosažení úspor na zařízeních VO :

Jiný způsob regulace VO : 1) Vypínání VO v nočních hodinách pomocí spínačích hodin  
 2) Zapínání VO večer a vypínání VO ráno je prováděno soumrakovými stmívači

Další údaje :

Zařízení VO provozuje : pracovník OÚ

Doplňkové osvětlení přechodů pro chodce : nemáme

Architekturní ( slavnostní ) osvětlení objektů ( SLO ) : nemáme

Světelně technický návrh slavnostního nasvětlení ( SLO ) : nemáme

Sledovaná svítilna :

Svítilna s plochým sklem ( ks ) : 85 ( typy 4441970 dodává Elstav, OUSc - 70 W Ingpro Bmo )

Svítilna lucerny ( ks ) : 10

Skladba světelných zdrojů :

Vysokotlaké výbojky : 70/80 (W) (ks) : 60  
 100 (W) (ks) : 30  
 150 (W) (ks) : 1  
 250 (W) (ks) : 3  
 400 (W) (ks) : 1

Vyrovnal : Věncel Karel

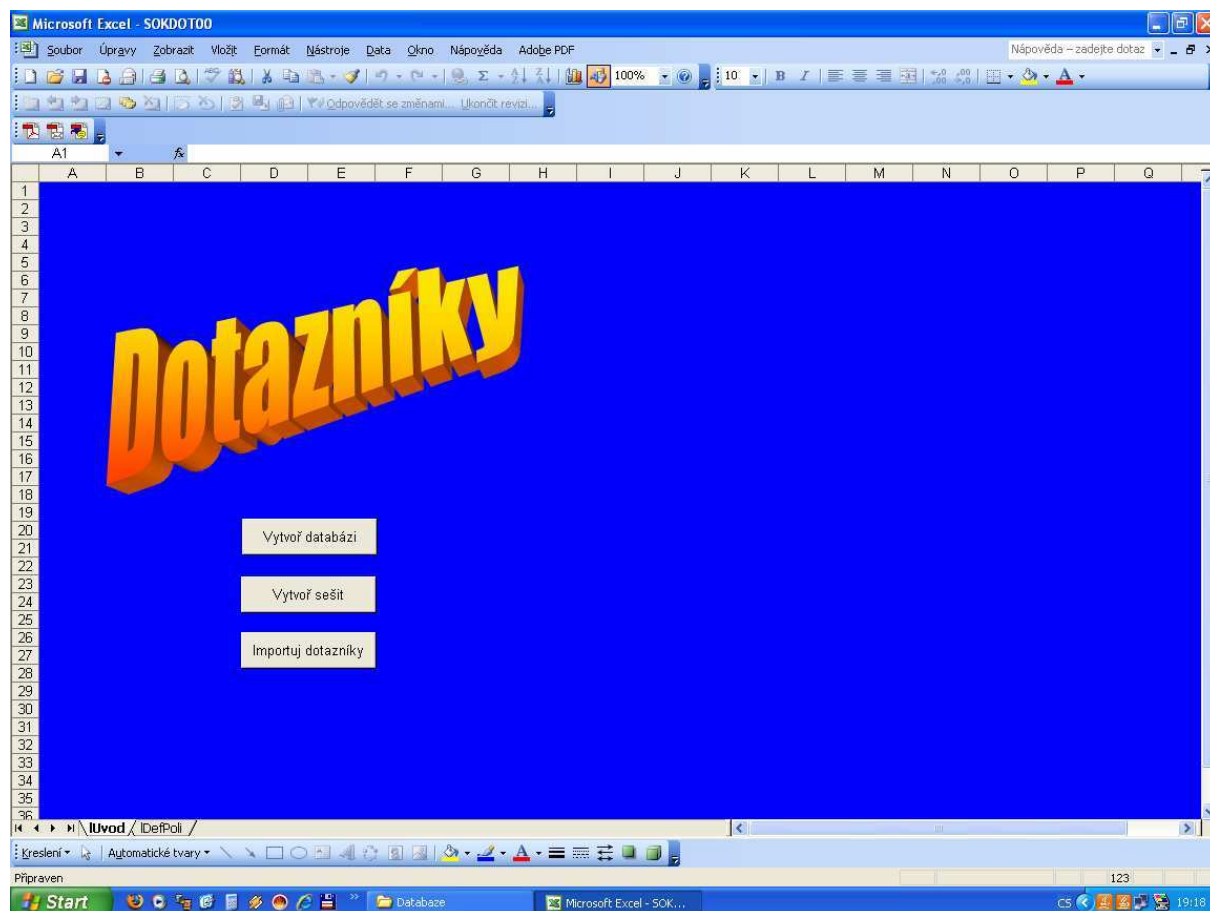
telefon : 604 825 375, e-mail : [ustama@techonin.cz](mailto:ustama@techonin.cz)

Datum : 26.11.2007

Obr. 7.5 - příklad dotazníku zasláného emailem



Další postup zpracování byl takový, že vyplněné sběrné listy byly rozříděny podle abecedy. Následně byly přepisovány do PC ty dotazníky, které byly zpracovány ručně. Pomocí programu DOTAZNÍKY, který byl za tímto účelem vyvinut, byly následně dotazníky přepsány či převedeny do tabulky v PC ve formátu ME.



Obr. 7.6 - základní obrazovka programu DOTAZNÍKY

Program DOTAZNÍKY pracuje na takovém principu, že sběrný list v elektronické podobě přečte a převede na jeden řádek do tabulky ME. Dotazníky byly vyplněny takovým způsobem, že se bohužel nedalo využít všech předností tohoto programu, tj. hromadné načtení více dotazníků najednou, ale musel se načíst vždy jeden dotazník, tj. jeden řádek ME, zkontrolovat, případně opravit chyby či nejasnosti, nebo doplnit chybějící údaje.

ID	OBEC	OBYVATEL	SVETMIST	HLROZV	ROCPOTR	KABELKM	KABELPROC	VENKOVKM	VENKOVPROC	NAPREGPOP	NAPREGPIN	PRPSVITPOP	PRPSVITPIN
Identifikační číslo obce	Název obce	Celkový počet	Celkový počet	Počet hlavních rozvodů	Celková roční spotřeba	Rozvodů VO	Rozvodů VO kat.	Rozvodů VO ve venku	Rozvodů VO venku	Napětová regulace	Napětová regulace	Přepínání předřad	Přepínání předřad
3	547381 Albrechtice	460	62	2	40			100					
4	553701 Bačalky	160	40	1	7								
5	546194 Bačkov	135	10	1	1,9			0,8					
6	572560 Baranín, okr.	305	41	1	21,397								
7	553365 Bečice u T.	77	14	1	2928	1		2	0	0	0	0	0
8	567043 Bečov	1999	182	6	0	0		95	0	5	0	0	0
9	512974 Beřín	700	75	1	2			2,5		0	0	0	0
10	528303 Benešov	16.000	1.603	36				98		2	Zahajujeme pro	0	0
11	590304 Benetice +	193	40	3	13,161	0		0	1,63	0	0	0	0
12	537021 Benetice	919	146	7	92,46			10		90			
13	553760 Běstovice	425	64	2	23	2							
14	541095 Bězděkov,	115	21	1	6,519	0,11		1,2			Bez napětové regulace	Zařízení předřadník není realizováno	
15	572519 Biskupice	452	52	2	32,083	2		0	0	0	0	0	0
16	593753 Bítov	154	43	1	15,202	1,7		0	0,5	0	0	0	0
17	554336 Bítov	406	49	1	21,6	0		0	3,2	0	0	0	0
18	567587 Blovice	3.982	380	12									
19	590351 Bohumín	2.400	3150	37	1700	0		60	0	40	Místně	0	0
20	525900 Bohuslavice	460	48	1	21,32			5			místní	0	0
21	593769 Bohutice	614	160	1	50,748	0,250		4,530			místně	0	0
22	592048 Bojkovice	4613	705	18	344			35		65			
23	560758 Bor + osad	3800	450	24							Dálkově (kmitočtem)	0	0
24	581364 Bořitov	1.250	190	4	0	0,5		0	6	0		0	0
25	581372 Boskovice	10.930	1.695	41	1,5	21,2		10,5					
26	599306 Bousín	125	32	2	6,8					100			
27	549291 Božetice	395	54	2	29					100			
28	593826 Božice	1.480	500	7	80,099	0,5		0	0	95	0	0	0
29	596094 Brandýs n.	17.000	1850	37	210	0		49	0	51	0	0	0
30	592875 Braniškov	181	47	1					2				
31	554197 Branka u C	1074	98	1	37					100			
32	590363 Bransouze	249	32	1	14,332	0			2				
33	573922 Broumov	8500	665	20		15			27		místně		
34	599046 Bruzovice	735	149	6									
35	595365 Březi nad	240	35	1	14				22,5		dálkově	individuální	
36	575898 Březiny	158	34	2	4,6	4,5							
37	538744 Březnice	1180	274	4	170	0		0	0	100	0	0	0
38	590380 Březník	650	78	3	25	0		0	8	0	0	0	0
39	535683 Březno	769	95	3	46,54	8		0,5	0	0	0	0	0
40	531090 Březová, o	258	73	2	24,076					0		Ano, 45 světel	
41	599514 Březovice,	308	41	2	106,8	2			2,75			Standardní	
42	537047 Břetstřín	320	51	1	22,6	2,2		0	0	0			
43	547638 Budčkov	301	26	1	14,902					100	dálkově	fotobuňka	0
44	561576 Budkov u H	88	11	1	13,015	0		0	1,5	0			0
45	592102 Buchlovice	2500	400	12	150			25		75	U každého RVC		
46	599345 Budeč	3004	304	3	26,3099	6,5							
47	Seznam					1,8							
48	Seznam							1,5					
49	563935 Bulovka	868	165	5	39				12				
50	546700 Byčkovice	314	50	3	14,0561			2,5					

Obr. 7.7 - neupravená tabulka ve formátu ME

Aby mohly být data dále zpracovávána, bylo nutné přiřadit do tabulky k příslušným obcím či městům, informace o počtu obyvatel, rozloze a kraji z původní databáze. Vznikla tak tabulka, která měla následující formát.

ID	Ob	Vymerz	Obyv	Kraj	OBEC	OBYVATEL	SVETMIST	HLROZV	ROCSPOTR	KABELKM	KABELPROC	VENKOVKM	VENKOVPROC	NAPREGPOP	NAPR
Identifikace obce					Název obce	Celkový počet	Celkový počet	Počet hlavn	Celková roční s	Rozvody VO	Rozvody VO kat	Rozvody VO ve	Rozvody VO venk	Napětová regulac	Napětí
3	547981	Albrechtice	1 007	481	Pardubický	Albrechtice	460	62	2	40		100			
4	553701	Bačalky	570	165	Královéhrá	Bačalky	160	40	1	7			3		
5	546194	Bačkov	313	148	Vysočina	Bačkov	135	10	1	1,9		0,8			
6	572560	Banín	1 294	301	Pardubický	Banín, okr	305	41	1	21,397					
7	563366	Bečice	324	66	Jihočeský	Bečice u T	77	14	1	2926					
8	567043	Bečov	2 624	2 090	Ústecký	Bečov	1999	182	6	0		95	0	5	0
9	512974	Bělá	286	703	Moravskos	Bělá	700	75	1	2			2,5		
10	529303	Benešov	4 685	16 262	Středočes	Benešov	16000	1603	36			98		2	Zahajujeme prc
11	590304	Benetice	491	181	Vysočina	Benetice +	193	40	3	13,161			1,63		0
12	537021	Běrunice	2 674	887	Středočes	Běrunice	919	146	7	92,46		10		90	0
13	545414	Běsednice	1 611	798	Jihočeský	Běsednice	670	69	4	33,203		70		30	bez napětové reg
14	553760	Běstovice	419	414	Pardubický	Běstovice	425	64	2	23					
15	541095	Bezděkov		96	Přízeňský	Bezděkov,	115	21	1	6,519		1,2			
16	567451	Bílina	3 240	15 773	Ústecký	Bílina	16000	2 000	31	1111		85		15	Bez napětové regulace
17	572159	Biskupice	1 110	445	Pardubický	Biskupice	452	52	2	32,063		2		0	0
18	593753	Bitov	608	155	Jihomorav	Bitov	154	43	1	15,202		1,7	0	0,5	0
19	554936	Bitov	439	401	Moravskos	Bitov	406	49	1	21,6		0	0	3,2	0
20	557587	Blovice		3668	Přízeňský	Blovice	3982	380	12						
21	525904	Bohdíkov	2 622	1 422	Olomouck	Bohdíkov	1410	185	7	239			18		postup. Výměna za níží
22	599051	Bohumín	3 109	23 160	Moravskos	Bohumín	24000	3150	37	1700		60		0	40
23	525980	Bohuslavice	397	467	Olomouck	Bohuslavice	460	48	1	21,32			5		Místně
24	593768	Bohutice	716	621	Jihomorav	Bohutice	614	160	1	50,748	0,250		4,530		Místně
25	593048	Bojkovice	4 185	4 762	Zlínský	Bojkovice	4613	705	18	344		35		65	Místně
26	560759	Bor		3639	Přízeňský	Bor + osac	3600	450	24						Dálkově (kmitočtem)
27	581364	Bořitov	992	1 216	Jihomorav	Bořitov	1250	190	4	0	0,5		6	0	0
28	581372	Boskovice	2 763	11 304	Jihomorav	Boskovice	10930	1695	41	1,5	21,2		10,5		
29	599306	Bousín	342	139	Olomouck	Bousín	125	32	2	6,8					
30	547581	Božejov	933	653	Vysočina	Božejov	660	55	3	34		6		100	místně
31	549291	Božetice	1 364	406	Jihočeský	Božetice	395	54	2	29				100	
32	593823	Božice	2 989	1 378	Jihomorav	Božice	1460	500	7	80,099	0,5	0	0	95	0
33							1493	149	3	37	6	0	0	0	0
34							300	37	0	210	0	49	0	51	0
35	552875	Braniskov	364	167	Jihomorav	Braniskov	181	47	1					2	
36	554197	Braník u Č	652	1 023	Moravskos	Braník u Č	1074	98	1	37				100	
37	590363	Bransouze	516	260	Vysočina	Bransouze	249	32	1	14,332				2	
38	573922	Broumov	2 226	8 358	Královéhrá	Broumov	8950	665	20			15		27	místně
39	599046	Bruzovice	1 595	717	Moravskos	Bruzovice	735	149	6						
40	495365	Břežín nad I	615	208	Vysočina	Břežín nad I	240	35	1	14			22,5		dálkově
41	575990	Břežiny	721	140	Pardubický	Břežiny	158	34	2	4,8		4,5			
42	536744	Břežnice	915	1 119	Zlínský	Břežnice	1180	274	4	170				100	0
43	590380	Břežník	1 357	648	Vysočina	Břežník	650	78	3	25			8	0	0
44	435683	Břežno	1 110	598	Středočes	Břežno	769	95	3	46,54		8	0,5	0	0
45	563013	Břežno	4 611	1 195	Ústecký	Břežno	1260	250	9	123	9,5		1,4		
46	531090	Břežová	463	241	Středočes	Břežová, o	258	73	2	24,076				2,75	
47	599514	Břežovice	1 633	279	Středočes	Břežovice,	308	41	2	106,8		2		0	0
48	537047	Břeství	359	279	Středočes	Břeství	320	51	1	22,6	2,2			0	0
49	547638	Budíkov	664	266	Vysočina	Budíkov	301	26	1	14,902				100	dálkově
50	561576	Budkov	504	76	Jihočeský	Budkov u h	68	11	1	13,015				1,5	0

Obr. 7.8 - tabulka obsahující již rozlohu obcí a příslušnost ke kraji

Žlutou barvou jsou zvýrazněny sloupce, které byly přidány. Tato tabulka však stále nebyla zpracovatelná, neboť z důvodu různých formátů sčerných listů a různých způsobů vyplnění zde vznikly buňky ve formátu obecném a buňky ve formátu text či číslo.

Následovalo tedy zkontrolování všech údajů a upravení na takový tvar, který je pro další postup nezbytný. Všechny číselné buňky byly přepsány na formát čísla, sloupce s údaji o regulaci VO a způsobu provozování VO byly obohaceny o další sloupce, kde **I** představovala **ano** = regulujeme VO a **0** představovala **ne** = neregulujeme VO.

ID	Ob	Vymera	Obyv	Kraj	OBEC	OBYVATEL	SVETMIST	HLROZV	ROCSPOTR	KABELKM	KABELPROC	VENKOVKM	VENKOVPROC	NAPREGPOP	NAPR
Identifikace obce				Název obce	Celkový počet	Celkový počet	Počet hlavn	Celková roční s	Rozvody VO	Rozvody VO kat	Rozvody VO ve	VENKOVKM	VENKOVPROC	Napřev. regulac	Napřev.
								MWh	km	%	km	%			
4	547981	Albrechtice	1 007	481 Pardubick	Albrechtice	480	82	2	40	NED	0	100	NED		0
5	553701	Bačalky	570	165 Královéhra	Bačalky	160	40	1	7	0	0	3	100		100
6	546194	Bačkov	313	148 Vysočina	Bačkov	135	10	1	1,9	0	0	0,8	100		100
7	572560	Banín	1 294	301 Pardubick	Banín, okr	305	41	1	21,397	NED	NED	NED	NED		100
8	563366	Bečice	324	66 Jihočeský	Bečice u T	77	14	1	2,928		1	33,33	2	66,66	
9	567043	Bečov	2 824	2 090 Ústecký	Bečov	1999	182	6	NED	NED		96	NED	5	
10	512974	Bělá	286	703 Moravskos	Bělá	700	75	1	2	0	0	2,5	100		100
11	529303	Benešov	4 685	16 262 Středočesl	Benešov	16000	1603	36	NED	NED		96	NED	2	Zahajujeme pro
12	590304	Benetice	491	181 Vysočina	Benetice +	193	40	3	13,161	0	0	1,63	100		100
13	537021	Běrunice	2 674	887 Středočesl	Běrunice	919	146	7	92,46	NED		10	NED	90	
14	545414	Besednice	1 611	798 Jihočeský	Besednice	870	89	4	33,203	NED		70		30	bez napřev. regulac
15	553760	Běstovice	419	414 Pardubick	Běstovice	425	64	2	23		2	100	0	0	
16	541095	Bezděkov		96 Plzeňský	Bezděkov,	115	21	1	6,519	0,11	8,4	1,2	91,6	Bez napřev. regulace	
17	567451	Bílina	3 240	15 773 Ústecký	Bílina	16000	2 000	31	1111	NED		85	NED	15	
18	572519	Biskupice	1 110	445 Pardubick	Biskupice	452	52	2	32,083	2	33,33	4	66,66		100
19	593753	Bitov	608	155 Jihomorav	Bitov	154	43	1	15,202	1,7	77	0,5	23		100
20	564936	Bitov	439	401 Moravskos	Bitov	406	49	1	21,6	0	0	3,2	100		100
21	557587	Blovice		3968 Plzeňský	Blovice	3962	380	12	NED	NED	NED	NED	NED		100
22	525804	Bohdíkov	2 622	1 422 Olomouck	Bohdíkov	1410	185	7	239	0	0	18	100	postup. Výměna za níže	
23	599051	Bohumín	3 109	23 160 Moravskos	Bohumín	24000	3150	37	1700	NED		60	NED	40	Místně
24	525980	Bohuslavice	397	467 Olomouck	Bohuslavice	460	48	1	21,32	0	0	5	100	místní	
25	593788	Bohutice	716	621 Jihomorav	Bohutice	614	160	1	50,748	0,25	5	4,530	95	místně	
26	592048	Bojkovice	4 185	4 762 Zlínský	Bojkovice	4613	705	18	344	NED		35	NED	65	
27	560758	Bor		3939 Plzeňský	Bor + osad	3900	450	24	NED	NED	NED	NED	NED		Dálkově (kmitočtem)
28	581364	Bořitov	992	1 216 Jihomorav	Bořitov	1250	190	4	NED		0,5	8	6	92	
29	581372	Boskovice	2 763	11 304 Jihomorav	Boskovice	10930	1695	41	1,5	21,2	66,66	10,5	33,33		100
30	589306	Bousín	342	139 Olomouck	Bousín	125	32	2	6,8	0	0	NED	100		100
31	547581	Božejov	933	653 Vysočina	Božejov	660	55	3	34	6	100	0	0	místně	
32	549291	Božetice	1 364	406 Jihočeský	Božetice	395	54	2	29	0	0	NED	100		100
33	593926	Božice	2 989	1 378 Jihomorav	Božice	1480	500	7	80,099	0,5	5	NED	95		100
34	539084	Brandýs n-	2 267	15 219 Středočesl	Brandýs n-	17000	1850	37	210	NED		49	NED	51	
35	582875	Branířkov	364	167 Jihomorav	Branířkov	181	47	1	NED	0	0	2	100		100
36	564197	Branka u Č	652	1 023 Moravskos	Branka u Č	1074	98	1	37	0	0	NED	100		100
37	590363	Bransouze	516	260 Vysočina	Bransouze	249	32	1	14,332	0	0	2	100		100
38	573922	Broumov	2 226	8 368 Královéhra	Broumov	8500	665	20	NED	15	35	27	65	místně	
39	598046	Bružovice	1 695	717 Moravskos	Bružovice	735	149	6	NED	NED	NED	NED	NED		100
40	595365	Březi nad t	615	208 Vysočina	Březi nad t	240	35	1	14	0	0	22,5	100	dálkově	
41	575898	Břežiny	721	140 Pardubick	Břežiny	158	34	2	4,6	4,5	100	0	0		100
42	538744	Břežnice	915	1 119 Zlínský	Břežnice	1180	274	4	170	0	0	NED	100		100
43	590380	Břežník	1 357	648 Vysočina	Břežník	650	78	3	25	0	0	8	100		100
44	535583	Břežno	1 110	598 Středočesl	Břežno	769	95	3	46,54	8	94	0,5	6		100
45	563013	Břežno	4 611	1 195 Ústecký	Břežno	1260	250	9	123	9,5	87	1,4	13		100
46	531090	Břežová	463	241 Středočesl	Břežová, o	258	73	2	24,076	NED	NED	NED	NED		100
47	599514	Břežovice	1 633	279 Středočesl	Břežovice,	308	41	2	106,8	2	42	2,75	58		100
48	537047	Bříství	359	279 Středočesl	Bříství	320	51	1	22,6	2,2	100	0	0		100
49	547638	Budkov	664	266 Vysočina	Budkov	301	26	1	14,902	0	0	NED	100	dálkově	
50	561576	Budkov	504	76 Jihočeský	Budkov u t	88	11	1	13,015	0	0	1,5	100		100

Obr. 7.9 - finálně upravená tabulka

Takto finálně upravená a zkontrolovaná tabulka byla poskytnuta matematikům a statistikům na zpracování analýz a prognóz.

## 7.1. Co vše lze získat z informací o VO?

Následuje popis toho, co je, nebo by bylo možné dále získat z dat, kdyby údaje uvedené ve sběrných listech byly úplné, dobře vyplněné a korektní.

### Globální informace:

- celkový počet svítidel VO v ČR (cca 1 milion) – lze získat informaci o počtu svítidel instalovaných v ČR
- celkový příkon VO v ČR – zjistíme jaký příkon mají všechna svítidla ve VO v rámci ČR s ohledem na celkový příkon ČR
- celková spotřeba el. energie na VO v ČR – dá se zjistit, kolik el. energie z celkové spotřebované el. energie připadá na VO pro případné optimalizace VO

- průměrná spotřeba el. energie jednoho světelného bodu – získáme informaci o tom, kolik el. energie připadá na světelný bod a z toho lze vyvodit jak jsou na tom města a vesnice. Můžeme porovnat jak je na tom VO nyní a jak na tom bylo v historii
- průměrný příkon jednoho světelného bodu – získáme informaci o tom, jaký příkon připadá na světelný bod a z toho lze vyvodit jak jsou na tom města a vesnice
- průměrný příkon na 1km<sup>2</sup> – získáme informaci o tom, jaký příkon připadá na 1km<sup>2</sup> , lze zjistit rozdíl mezi městy a vesnicemi
- průměrná spotřeba el. energie na 1km<sup>2</sup> – informace o tom, jaký je rozdíl ve spotřebě mezi městy a vesnicemi
- průměrný počet svítidel na 1km<sup>2</sup> – zjistíme, kolik svítidel připadá na jednotku plochy, a tím pádem rozdíl mezi vesnicí a městem
- procentuální zastoupení jednotlivých typů světelných zdrojů – informace o tom, kolik procent jakých typů světelných zdrojů je v ČR instalováno
- procentuální zastoupení jednotlivých výkonových řad světelných zdrojů – informace o tom, kolik procent jakých výkonových řad světelných zdrojů je v ČR instalováno
- el.energie ušetřená stmíváním (instalovaný příkon \* 4000 hod – roční spotřeba el.energie) – vyjadřuje kolik el. energie lze ušetřit, když samosprávy měst a obcí přistoupí na regulovaný provoz VO
- vliv instalovaných regulačních zařízení na spotřebu el. energie (pro jednotlivé typy regulátorů) – lze získat informaci o tom, že je VO v daném městě či vesnici regulováno
- průměrná spotřeba el. energie jednoho rozvaděče – specifikace rozvaděče
- průměrný příkon jednoho rozvaděče – specifikace rozvaděče
- průměrný počet rozvaděčů na 1km<sup>2</sup> – specifikace rozvaděče, rozdíl mezi městy a vesnicemi
- průměrný počet rozvaděčů na 1000 obyvatel – specifikace rozvaděče, , rozdíl mezi městy a vesnicemi
- specifikace minimálního instalovaného příkonu na jednoho obyvatele
- specifikace minimálního instalovaného příkonu na jednotku plochy
- specifikace minimálního instalovaného příkonu na jeden světelný bod
- specifikace minimálního odběru el. energie na jednoho obyvatele
- specifikace minimálního odběru el. energie na jednotku plochy
- specifikace minimálního odběru el. energie na jeden světelný bod

#### **Strukturované informace dle velikosti měst a obcí:**

- lze získat ty samé informace jako u Globálních informací, ale vztažené na velikost města či obce

#### **Strukturované informace dle krajů:**

- lze získat ty samé informace jako u Globálních informací, ale rozdělené dle krajů

## 8. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ ZÍSKANÉHO SOUBORU DAT

### 8.1. Exploratorní statistika

Zpracování získaného statistického souboru zahájíme uspořádáním proměnných do názornější formy a jejich popisem několika málo hodnotami, které by obsahovaly co největší množství informací obsažených v původním souboru. Těto části zpracování dat se říká exploratorní (popisná) statistika a bývá prvním krokem k odhalení informací skrytých ve velkém množství proměnných a jejich variant.

#### 8.1.1. Popis kategoriální (slovní) proměnné

Statistické charakteristiky kategoriálních proměnných budeme prezentovat pomocí tabulky rozdělení četnosti, v níž nalezneme tyto charakteristiky:

- **Četnost  $n_i$**  (absolutní četnost, frequency) je definována jako počet výskytu dané varianty kvalitativní proměnné.

V případě, že kategoriální proměnná ve statistickém souboru o rozsahu  $n$  hodnot nabývá k různých variant, jejichž četnost označíme  $n_1, n_2, \dots, n_k$ , musí zřejmě platit:

$$n_1 + n_2 + \dots + n_k = \sum_{i=1}^k n_i = n \quad 8.1$$

Chceme-li vyjádřit jakou část souboru tvoří proměnné s danou variantou, použijeme pro popis proměnné relativní četnost.

- **Relativní četnost  $p_i$**  (relative frequency) je definována jako:

$$p_i = \frac{n_i}{n}, \text{ popř. } p_i = \frac{n_i}{n} \cdot 100 \quad [\%] \quad 8.2$$

(Druhý vzorec použijeme v případě, chceme-li relativní četnost vyjádřit v procentech.)  
Pro relativní četnost musí platit:

$$p_1 + p_2 + \dots + p_k = \sum_{i=1}^k p_i = 1 \quad 8.3$$

V případě, že se bude jednat o proměnnou ordinální, budou v tabulce četnosti navíc uvedeny další dvě charakteristiky (kumulativní četnost, kumulativní relativní četnost) postihující uspořádání ordinální proměnné. (Ordinální proměnná nabývá v rámci souboru různých slovních variant, avšak tyto varianty jsou seřaditelné, tj. můžeme určit, která je “menší“ a která je “větší”.

- **kumulativní četnost  $m_i$**  definujeme jako počet hodnot proměnné, které nabývají varianty nižší nebo rovné  $i$ -té variantě.

Jsou-li jednotlivé varianty uspořádány podle své “velikosti” (“ $x_1 < x_2 < \dots < x_k$ ”), platí:

$$m_i = \sum_{j=1}^i n_j \quad 8.4$$

Je tedy zřejmé, že kumulativní četnost k-té („nejvyšší“) varianty je rovna rozsahu proměnné – n.

$$m_k = n \quad 8.5$$

Druhou speciální charakteristikou určenou pouze pro ordinální proměnnou je kumulativní relativní četnost.

- **kumulativní relativní četnost  $F_i$**  vyjadřuje jakou část souboru tvoří hodnoty nabývající i-té a nižší varianty.

$$F_i = \sum_{j=1}^i p_j \quad 8.6$$

což není nic jiného než relativní vyjádření kumulativní četnosti:

$$F_i = \frac{m_i}{n} \quad 8.7$$

**Tab. 8.1 - rozdělení četnosti**

TABULKA ROZDĚLENÍ ČETNOSTI				
Hodnoty $x_i$	Absolutní četnost $n_i$	Relativní četnost $p_i$	Kumulativní četnost $m_i$	Relativní kumulativní četnost $F_i$
$x_1$	$n_1$	$p_1$	$m_1 = n_1$	$F_1 = p_1$
$x_2$	$n_2$	$p_2$	$m_2 = n_1 + n_2 = m_1 + n_2$	$F_2 = p_1 + p_2 = F_1 + p_2$
$x_k$	$n_k$	$p_k$	$m_k = n_{k-1} + n_k = n$	$F_k = F_{k-1} + p_k = 1$
<b>Celkem</b>	$\sum_{i=1}^k n_i = n$	$\sum_{i=1}^k p_i = 1$	-----	-----

Tabulka četnosti bude doplněna charakteristikou, které se říká modus.

- **modus** definujeme jako název varianty proměnné vykazující nejvyšší četnost.

Modus tedy můžeme chápat jako typického reprezentanta souboru. V případě, že by se ve statistickém souboru vyskytovalo více variant s maximální četností, modus neurčujeme.

Pro grafickou prezentaci kategoriálních dat budou v této práci použity dva typy grafů a to histogram (sloupcový graf) a výsečový (koláčový) graf.

**Histogram** je klasickým grafem, v němž na jednu osu vynášíme varianty proměnné a na druhou osu jejich četnosti. Jednotlivé hodnoty četnosti jsou pak zobrazeny jako sloupce (obdélníky, popř. úsečky, hranoly, kužely...)

**Výsečový graf** prezentuje relativní četnosti jednotlivých variant proměnné, přičemž jednotlivé relativní četnosti jsou úměrně reprezentovány plochami příslušných kruhových výsečí. (Změnou kruhu na elipsu dojde k trojrozměrnému efektu.)

### 8.1.2. Popis kvantitativní (numerické) proměnné

Pro popis kvantitativní proměnné budeme používat dvě skupiny charakteristik:

- **míry polohy** – ty určují typické rozložení hodnot proměnné (jejich rozmístění na číselné ose)
- **míry variability** – určující variabilitu (rozptyl) hodnot kolem své typické polohy

Snad nejpoužívanější mírou polohy je

- **aritmetický průměr**  $\bar{x}$  - jehož hodnotu získáme pomocí známého vztahu:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad 8.8$$

kde:  $x_i$  ... jednotlivé hodnoty proměnné  
 $n$  ... rozsah výběrového souboru (počet hodnot proměnné)

Vzhledem k tomu, že průměr se stanovuje ze všech hodnot proměnné, nese maximum informací o výběrovém souboru. Na druhé straně je však velmi citlivý na tzv. **odlehlá pozorování**, což jsou hodnoty, které se mimořádně liší od ostatních a dokáží proto vychýlit průměr natolik, že přestává daný výběr reprezentovat. K identifikaci odlehlých pozorování se vrátíme později.

Pro podrobnější vyjádření rozložení hodnot proměnné v rámci souboru používáme statistiky nazývané **výběrové kvantily**.

- **výběrové kvantily** - jsou statistiky, které charakterizují polohu jednotlivých hodnot v rámci proměnné. Výběrové kvantily jsou rezistentní (odolné) vůči odlehlým pozorováním. Obecně je výběrový kvantil (dále jen kvantil) definován jako hodnota, která rozděluje výběrový soubor na dvě části – první z nich obsahuje hodnoty, které jsou menší než daný kvantil; druhá část obsahuje hodnoty, které jsou větší nebo rovny danému



kvantilu. Pro určení kvantilu je proto nutné výběr uspořádat od nejmenší hodnoty k největší.

Kvantil proměnné  $X$ , který odděluje  $100p\%$  menších hodnot od zbytku souboru, tj. od  $100(1-p)\%$  hodnot, nazýváme **100p %-ním kvantilem** a značíme jej  $x_p$ .

V této práci budeme používat tyto kvantily:

**Dolní kvartil  $x_{0,25}$**  = 25%-ní kvantil (rozděluje datový soubor tak, že 25% hodnot je menších než tento kvartil a zbytek, tj. 75% větších (nebo rovných))

**Medián  $x_{0,5}$**  = 50%-ní kvantil (rozděluje datový soubor tak, že polovina (50%) hodnot je menších než medián a polovina (50%) hodnot větších (nebo rovných))

**Horní kvartil  $x_{0,75}$**  = 75%-ní kvantil (rozděluje datový soubor tak, že 75% hodnot je menších než tento kvartil a zbytek, tj. 25% větších (nebo rovných))

**Minimum  $x_{\min}$  a Maximum  $x_{\max}$**

$x_{\min} = x_0$  , tj. 0% hodnot je menších než minimum

$x_{\max} = x_1$  , tj. 100% hodnot je menších než maximum

Až dosud jsme se zabývali převážně statistickými charakteristikami umožňujícími popis polohy proměnné, tj. mírami polohy. Průměr, stejně jako medián vyjadřuje pomyslný střed proměnné, neříká však nic o rozložení jednotlivých hodnot proměnné kolem tohoto středu, tj. o variabilitě proměnné. Je zřejmé, že čím větší je rozptýlenost hodnot proměnné kolem jejího pomyslného středu, tím menší je schopnost tohoto středu reprezentovat celou proměnnou.

Následující tři statistické charakteristiky nám umožňují popis variability (rozptýlenosti) výběrového souboru, neboli popis rozptylu jednotlivých hodnot kolem středu proměnné – nazýváme je tedy mírami variability.

- **výběrový rozptyl  $s^2$**  - je nejrozšířenější mírou variability výběrového souboru. Určujeme jej podle vztahu:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad 8.9$$

tzn. výběrový rozptyl je dán podílem součtu kvadrátů odchylek jednotlivých hodnot od průměru a rozsahu souboru sníženého o jedničku.

Nevýhodou použití výběrového rozptylu jakožto míry variability je to, že rozměr této charakteristiky je druhou mocninou rozměru proměnné. (Např. je-li proměnnou spotřeba uvedena

v kWh, bude výběrový rozptyl této proměnné vyjádřen v kWh<sup>2</sup>.) Tento nedostatek odstraňuje další míra variability, a tou je:

- **výběrová směrodatná odchylka  $s$**  - je definována prostě jako kladná odmocnina výběrového rozptylu:

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad 8.10$$

Nevýhodou výběrového rozptylu i výběrové směrodatné odchylky je ta skutečnost, že neumožňují porovnávat variabilitu proměnných vyjádřených v různých jednotkách. Která proměnná má větší variabilitu – příkon nebo spotřeba? Na tuto otázku nám dá odpověď, tzv. variační koeficient.

- **variační koeficient  $V_x$**  - vyjadřuje relativní míru variability proměnné  $x$ . Podle níže uvedeného vztahu jej lze stanovit pouze pro proměnné, které nabývají výhradně kladných hodnot. Variační koeficient je bezrozměrný, uvádíme-li jej v [%], hodnotu získanou z definičního vzorce vynásobíme 100%.

$$V_x = \frac{s}{\bar{x}} \quad 8.11$$

### Identifikace odlehlých pozorování (outliers)

Při vyhodnocování získaných dat budeme dále muset identifikovat, zda se v datech nenacházejí tzv. odlehlá pozorování. Jako odlehlá pozorování označujeme ty hodnoty proměnné, které se mimořádně liší od ostatních hodnot a tím ovlivňují např. reprezentativnost průměru. Ve statistické praxi se můžeme setkat s několika způsoby identifikace odlehlých pozorování. My používáme tři z nich.

- za odlehlé pozorování lze považovat takovou hodnotu  $x_i$ , která je od dolního, resp. horního kvantilu vzdálená více než 1,5 násobek interkvartilového rozpětí IQR. Tedy:

$$\left[ (x_i < x_{0,25} - 1,5IQR) \vee (x_i > x_{0,75} + 1,5IQR) \right] \Rightarrow x_i \text{ je odlehlým pozorováním,} \quad 8.12$$

kde  $IQR = x_{0,75} - x_{0,25}$ .

- za odlehlé pozorování lze považovat takovou hodnotu  $x_i$ , která je od dolního, resp. horního kvantilu vzdálená více než 1,5 násobek interkvartilového rozpětí IQR. Tedy:

$$z - \text{souř.}_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (z\text{-score}) \quad 8.13$$

$$\left( |z - \text{souř.}_i| > 3 \right) \Rightarrow x_i \text{ je odlehlým pozorováním}$$

- za odlehlé pozorování lze považovat takovou hodnotu  $x_i$ , jejíž absolutní hodnota mediánové souřadnice je větší než 3, tj. hodnota, která je od mediánu vzdálenější než 1,483.MAD. Tedy:

$$\text{mediánová souř.}_i = \frac{x_i - x_{0,5}}{1,483 \cdot \text{MAD}} \quad 8.14$$

$(|\text{mediánová souř.}_i| > 3) \Rightarrow x_i$  je odlehlým pozorováním,

kde MAD je zkratkou anglické definice – **m**edian **a**bsolute **d**eviation from the median, čili česky: medián absolutních odchylek od mediánu

V konkrétním případě si pro identifikaci odlehlých pozorování zvolíme libovolné z těchto tří pravidel. Za zmínku stojí snad jen to, že z-souřadnice je “méně přísná” k odlehlým pozorováním než mediánová souřadnice. To je způsobeno tím, že z-souřadnice se určuje na základě průměru a výběrové směrodatné odchylky, jež jsou silně ovlivněny hodnotami odlehlých pozorování. Naproti tomu mediánová souřadnice se určuje na základě mediánu a MADu, které jsou vůči odlehlým pozorováním odolné.

Pokud o některé hodnotě proměnné rozhodneme, že je odlehlým pozorováním, je nutné rozlišit o jaký typ odlehlosti se jedná. V případě, že odlehlost pozorování je způsobena:

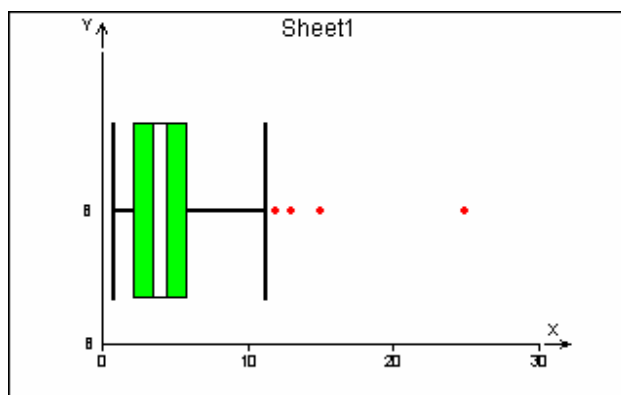
- hrubými chybami, překlepy, prokazatelným selháním lidí či techniky ...
- důsledky poruch, chybného měření, technologických chyb ...

tztn., známe-li příčinu odlehlosti a předpokládáme-li, že již nenastane, jsme oprávněni tato pozorování vyloučit z dalšího zpracování. V ostatních případech zvažujeme, zda se vyloučením odlehlých pozorování nepřipravíme o důležité informace o jevech vyskytujících se s nízkou četností.

### 8.1.3. Grafické znázornění kvantitativní proměnné

#### Krabicový graf (Box plot)

Krabicový graf se ve statistice využívá od roku 1977, kdy jej poprvé prezentoval statistik Tukey (nazval jej “box with whiskers plot” – krabicový graf s vousama). Grafická podoba tohoto grafu se v různých aplikacích mírně liší. V této práci je prezentována verze, která je výstupem statistického software QC.Expert 3.0.



Obr. 8.1 - krabicový graf

Odlehlá pozorování jsou znázorněna jako izolované červené body. Konec horního (popř. konec dolního) vousu (vnitřní hradby) představují maximum  $\max^1$  (popř. minimum  $\min^1$ ) proměnné po vyloučení odlehlých pozorování, horní okraj zeleného obdélníku, tzv. “víko” krabice udává horní kvartil, spodní okraj zeleného obdélníku - “dno” udává dolní kvartil, střed bílého pruhu v zeleném obdélníku odpovídá mediánu, šířka pruhu odpovídá intervalu spolehlivosti mediánu (definujeme později).

Z polohy mediánu vzhledem ke “krabici“ lze dobře usuzovat na symetrii vnitřních 50% dat a my tak získáváme dobrý přehled o středu a rozptýlenosti proměnné.

## 8.2. Statistická indukce - Odhady parametrů základního souboru

Datový soubor, který vyhodnocujeme, představuje v případě numerických proměnných realizace náhodných veličin. Pod pojmem náhodná veličina si můžeme představit takový výsledek náhodného pokusu, který je dán reálným číslem – např. počet světelných míst v obci, délka kabelových rozvodů v obci, apod. K dispozici máme pouze výběrový soubor (tzn. máme pouze údaje o obcích, jejichž představitelé se stali respondenty našeho šetření) a použité statistické metody nám umožňují, sice s určitým rizikem (předem stanoveným), na základě toho mála usuzovat na chování celku (populace, tj. celé ČR). Tomuto zobecňování říkáme statistická indukce.

### Teoretický základ

Náhodnou veličinu  $X$ , jejíž hodnoty při realizaci náhodného pokusu pozorujeme, můžeme popsat pomocí různých číselných charakteristik (v souvislosti s náhodnou veličinou hovoříme častěji o **parametrech základního souboru (populace)**, popř. o parametrech rozdělení náhodné veličiny). K parametrům základního souboru patří: střední hodnota  $\mu$ , rozptyl  $\sigma^2$ , směrodatná odchylka  $\sigma$ , relativní četnost  $\pi$ , atd... V dalším textu budeme pro parametr populace používat označení  $\Theta$ . Parametry populace jsou konstantní hodnoty (pro určitou náhodnou veličinu), avšak nedokážeme je přesně stanovit (v našem případě je tomu tak proto, že nemáme k dispozici údaje od všech obcí v ČR).

V šetření VO jsou parametry základního souboru např. střední počet světelných míst v obci, rozptyl počtu světelných míst v obci, medián počtu světelných míst v obci, střední instalovaný příkon v obci, ...

Ve výběrovém souboru (výběru ze základního souboru (populace)) lze najít příslušné protějšky parametru populace. Říká se jim **výběrové charakteristiky** a jejich hodnoty se mění podle aktuálního výběru. V našem šetření jsou parametry výběru např. průměrný počet světelných míst v obci, výběrový rozptyl počtu světelných míst v obci, výběrový medián počtu světelných míst v obci, průměrný instalovaný příkon v obci, ... Pro současnou databázi VO máme tyto údaje k dispozici.

**Tab. 8.2 - přehled nepoužívanějších parametrů populace a příslušných výběrových charakteristik, včetně jejich značení**

Základní soubor (populace)	Střední hodnota $\mu$ (EX)	Medián $x_{0,5}$	Rozptyl $\sigma^2$ (DX)	Směrodatná odchylka $\sigma$	Podíl (relativní četnost) $\pi$
Výběrový soubor (výběr)	Průměr $\bar{x}$	Výběrový medián $\tilde{x}$	Výběrový rozptyl $s^2$	Výběrová směrodatná odchylka $s$	Výběrová relativní četnost $p$

Z pravděpodobnostního hlediska mají výběrové charakteristiky charakter náhodných veličin (na základě různosti jednotlivých výběrů, nelze hodnoty výběrových charakteristik určit předem). Každá výběrová charakteristika má tedy svoje rozdělení pravděpodobnosti, které se nazývá **výběrové rozdělení**. Známe-li výběrové rozdělení, dokážeme **odhadnout** příslušný parametr základního souboru.

Z metodického hlediska používáme dva typy odhadů parametrů základního souboru:

- **bodový odhad** - kdy parametr základního souboru aproximujeme jediným číslem
- **intervalový odhad** - kdy tento parametr aproximujeme intervalem, v němž s velkou pravděpodobností daný parametr leží

O tom, který z výše uvedených odhadů použijeme, rozhoduje konkrétní situace, v níž se nacházíme. Pokud potřebujeme hledaný parametr vyjádřit jednou hodnotou (většinou v případech, kdy jej budeme používat v dalších výpočtech), použijeme bodový odhad. Potřebujeme-li přesnější odhad, použijeme intervalový odhad, tzn., že najdeme tzv. interval spolehlivosti.

**Interval spolehlivosti (konfidenční interval)** je interval, v němž hledaný parametr leží s danou pravděpodobností. Této pravděpodobnosti se říká **spolehlivost odhadu**.

Příklad:

*90%-ní interval spolehlivosti pro střední počet světelných míst v obci je interval, v němž střední počet světelných míst v obci leží s pravděpodobností 90%.*

Je zřejmé, že čím vyšší spolehlivost odhadu požadujeme, tím širší interval spolehlivosti bude (hledaná hodnota se v něm musí nacházet s vyšší pravděpodobností). Bohužel to však ubírá na jeho vypovídací schopnosti, jeho významnost klesá. (Uvědomme si jaká je vypovídací schopnost informace, že střední počet světelných míst v obci leží se 100%-ní spolehlivostí v intervalu (0; 500 tis.) sv. míst). Proto v praxi vždy hledáme kompromis mezi spolehlivostí a **významností**. Označíme-li **spolehlivost odhadu (1- $\alpha$ )**, pak  **$\alpha$**  se nazývá **hladinou významnosti**. S rostoucí spolehlivostí odhadu klesá hladina významnosti. V technické praxi se spolehlivost odhadu se volí nejčastěji 95% nebo 99% (hladina významnosti tedy bývá 5% nebo 1%).

### Konstrukce intervalových odhadů

Intervalový odhad je reprezentován intervalem ( $T_D$ ;  $T_H$ ), v němž hledaný parametr leží s předem určenou pravděpodobností (spolehlivostí), kterou označujeme (1- $\alpha$ ).

Intervaly spolehlivosti konstruujeme jako **jednostranné** (důležitá je pouze jedna mez, druhá je dána principiálně) nebo **dvoustranné**.

### 8.2.1. Jednostranné intervaly spolehlivosti

U jednostranných intervalů se udává pouze dolní mez ( $T_D$ ) nebo pouze horní mez ( $T_H$ ) odhadu.

Je-li dána pouze dolní mez odhadu  $T_D$  ( $T_H = \infty$ ), mluvíme o **levostranném intervalu spolehlivosti** a platí pro něj:

$$P(\theta > T_D) = 1 - \alpha$$

Interval  $(T_D; \infty)$  se pak nazývá **100.(1- $\alpha$ )-ní levostranný interval spolehlivosti pro parametr  $\theta$** .

Je-li dána pouze horní mez odhadu  $T_H$  ( $T_D = -\infty$ ), mluvíme o **pravostranném intervalu spolehlivosti** a platí pro něj:

$$P(\theta < T_H) = 1 - \alpha$$

Interval  $(-\infty; T_H)$  se pak nazývá **100.(1- $\alpha$ )-ní pravostranný interval spolehlivosti pro parametr  $\theta$** .

### 8.2.2. Oboustranný interval spolehlivosti

Zajímají-li nás obě meze odhadu (dolní i horní), konstruujeme oboustranný interval spolehlivosti. Většinou tyto meze určujeme tak, aby platilo, že pravděpodobnost, že parametr populace leží pod dolní mezí byla stejná jako pravděpodobnost, že leží nad horní mezí a byla rovna  $\alpha/2$ :

$$P(\theta < T_D) = P(\theta \geq T_H) = \frac{\alpha}{2} \quad 8.15$$

Tyto dvě podmínky zaručují, že:

$$P(T_D \leq \theta < T_H) = 1 - \alpha \quad 8.16$$

Interval  $(T_D, T_H)$  se pak nazývá **100.(1- $\alpha$ )-ní interval spolehlivosti pro parametr  $\theta$** .

Obecné metody konstrukce intervalů spolehlivosti jsou značně náročné. Pro naše účely se omezíme na **intervaly spolehlivosti pro parametry normálního rozdělení**, které jsou dobře prozkoumané (proto bude nutné ověřovat normalitu zpracovávaných dat).

Intervalové odhady pro střední hodnotu, rozptyl (resp. směrodatnou odchylku) a relativní četnost uvedeme bez odvození. Odvození těchto vztahů lze najít ve většině statistické literatury zpracovávající teorii odhadu, např.: [Briš, Litschmannová: Statistika I. pro kombinované studium, elektronická skripta, VŠB-TU Ostrava, 2000].

### 8.3. Interval spolehlivosti pro střední hodnotu (neznáme-li $\sigma$ )

Nejlepším (nestranným, vydatným, konzistentním a dostatečným) bodovým odhadem střední hodnoty  $\mu$  je průměr  $\bar{x}$ .

Máme-li k dispozici výběr z normálního rozdělení, pak:

**Oboustranný interval :**

$$P\left(\bar{x} - \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} < \mu < \bar{x} + \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}\right) = 1 - \alpha \quad 8.17$$

**Levostranný interval:**

$$P\left(\bar{x} - \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1} < \mu\right) = 1 - \alpha \quad 8.18$$

**Pravostranný interval:**

$$P\left(\mu < \bar{x} + \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}\right) = 1 - \alpha, \quad 8.19$$

kde:

$\alpha$	...	hladina významnosti (volíme 5%),
$\mu$	...	střední hodnota,
$\bar{x}$	...	průměr,
$s$	...	výběrová směrodatná odchylka,
$n$	...	rozsah výběru,
$t_{p, n-1}$	...	$p \cdot 100\%$ ní kvantil Studentova rozdělení s $(n-1)$ stupni volnosti (lze najít v tabulkách)

### 8.4. Interval spolehlivosti pro rozptyl

Nejlepším (nestranným, vydatným, konzistentním a dostatečným) bodovým odhadem rozptylu  $\sigma^2$  je výběrový rozptyl  $s^2$ .

Máme-li k dispozici výběr z normálního rozdělení, pak:

**Oboustranný interval :**

$$P\left(\frac{(n-1)}{x_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}} \cdot S^2 < \sigma^2 < \frac{(n-1)}{x_{\frac{\alpha}{2}, n-1}} \cdot S^2\right) = 1 - \alpha \quad 8.20$$

**Levostranný interval:**

$$P\left(\frac{(n-1)}{x_{1-\alpha, n-1}} \cdot S^2 < \sigma^2\right) = 1 - \alpha \quad 8.21$$

**Pravostranný interval:**

$$P\left(\sigma^2 < \frac{(n-1)}{x_{\alpha, n-1}} \cdot S^2\right) = 1 - \alpha, \quad 8.22$$

kde:

$\alpha$	...	hladina významnosti (volíme 5%),
$\sigma^2$	...	rozptyl,
$s^2$	...	výběrový rozptyl,
$n$	...	rozsah výběru,
$x_{p, n-1}$	...	$p \cdot 100\%$ ní kvantil $\chi^2$ rozdělení s $(n-1)$ stupni volnosti (lze najít v tabulkách)

## 8.5. Interval spolehlivosti pro směrodatnou odchylku

Nejlepším (nestranným, vydatným, konzistentním a dostatečným) bodovým odhadem směrodatné odchylky  $\sigma$  je výběrová směrodatná odchylka  $s$ .

Intervalový odhad směrodatné odchylky  $\sigma$  najdeme snadno uvědomíme-li si, že směrodatná odchylka je odmocninou z rozptylu. Stačí tedy upravit intervalové odhady pro rozptyl.

Opět předpokládejme, že výběr pochází z normálního rozdělení, pak:

**Oboustranný interval :**

$$P\left(\sqrt{\frac{(n-1)}{x_{1-\frac{\alpha}{2}, n-1}}} \cdot S < \sigma < \sqrt{\frac{(n-1)}{x_{\frac{\alpha}{2}, n-1}}} \cdot S\right) = 1 - \alpha \quad 8.23$$

**Levostranný interval:**

$$P\left(\sqrt{\frac{(n-1)}{x_{1-\alpha, n-1}}} \cdot S < \sigma\right) = 1 - \alpha \quad 8.24$$



**Pravostranný interval:**

$$P\left(\sigma < \sqrt{\frac{(n-1)}{x_{\alpha, n-1}}} \cdot S\right) = 1 - \alpha, \quad 8.25$$

kde:

$\alpha$	...	hladina významnosti (volíme 5%),
$\sigma^2$	...	rozptyl,
s	...	výběrová směrodatná odchylka,
n	...	rozsah výběru,
$x_{p, n-1}$	...	$p \cdot 100\%$ ní kvantil $\chi^2$ rozdělení s (n-1) stupni volnosti (lze najít v tabulkách)

## 8.6. Interval spolehlivosti pro relativní četnost (podíl)

Nejlepším (nestranným, vydatným, konzistentním a dostatečným) bodovým odhadem relativní četnosti  $\pi$  je výběrová relativní četnost p.

Opět předpokládejme, že výběr pochází z normálního rozdělení, pak:

**Oboustranný interval :**

$$P\left(p - \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}} \cdot z_{1-\frac{\alpha}{2}} < \pi < p + \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}} \cdot z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right) = 1 - \alpha \quad 8.26$$

**Levostranný interval:**

$$P\left(p - \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}} \cdot z_{1-\alpha} < \pi\right) = 1 - \alpha \quad 8.27$$

**Pravostranný interval:**

$$P\left(\pi < p + \sqrt{\frac{p \cdot (1-p)}{n}} \cdot z_{1-\alpha}\right) = 1 - \alpha, \quad 8.28$$

kde:

$\alpha$	...	hladina významnosti (volíme 5%),
$\pi$	...	relativní četnost,
p	...	výběrová relativní četnost,
n	...	rozsah výběru,
$z_{\alpha, n-1}$	...	$\alpha \cdot 100\%$ ní kvantil normovaného normálního rozdělení (lze najít v tabulkách)

## 8.7. Ověření normality

Normalita je hlavním předpokladem o datech v drtivé většině analýz a testů (intervalové odhady, parametrické testy...). Jde o předpoklad, že data pocházejí z normálního rozdělení.

Normální rozdělení má dva parametry:  $\mu$  – střední hodnotu, charakterizující polohu tohoto rozdělení a  $\sigma^2$  – rozptyl, charakterizující rozptýlení hodnot kolem střední hodnoty.

Normální rozdělení (hustota pravděpodobnosti) je symetrické kolem střední hodnoty  $\mu$ . Střední hodnota je rovna mediánu. Náhodná veličina  $X$ , jež se tímto rozdělením řídí, může nabývat libovolné hodnoty z  $\mathbb{R}$ . Křivka hustoty pravděpodobnosti (Gaussova křivka) má zvonovitý tvar s maximem ve střední hodnotě a „šířkou“ úměrnou směrodatné odchylce.

To, že se náhodná veličina  $X$  řídí normálním rozdělením se střední hodnotou  $\mu$  a rozptylem  $\sigma^2$  zapisujeme:

$$X \rightarrow N(\mu; \sigma^2) \quad 8.29$$

**Hustota pravděpodobnosti:**

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\left(\frac{x-\mu}{\sqrt{2}\sigma}\right)^2}; \quad -\infty < x < \infty \quad 8.30$$

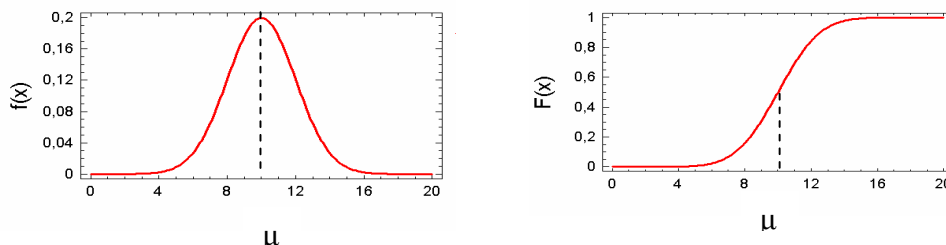
**Distribuční funkce:**

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\left(\frac{t-\mu}{\sqrt{2}\sigma}\right)^2} dt \quad 8.31$$

$$\text{Střední hodnota:} \quad EX = \mu \quad 8.32$$

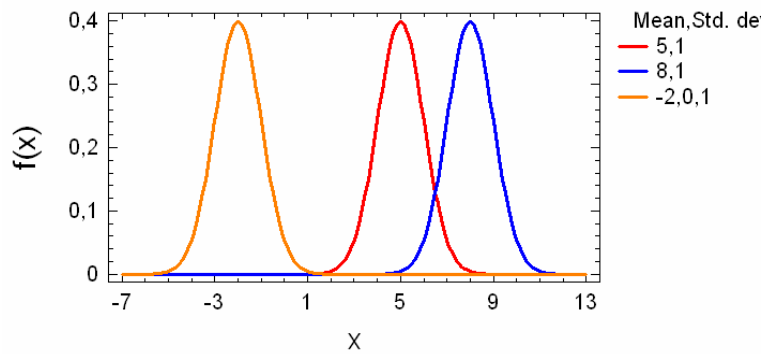
$$\text{Rozptyl:} \quad DX = \sigma^2 \quad 8.33$$

**Grafické znázornění hustoty pravděpodobnosti a distribuční funkce:**



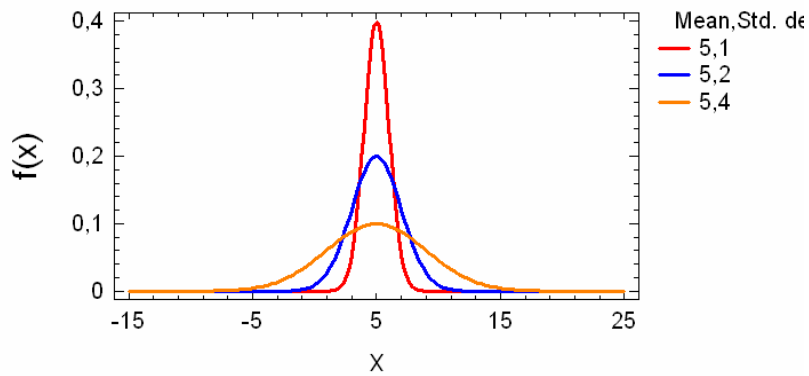
Obr. 8.2 - grafické znázornění hustoty pravděpodobnosti a distribuční funkce

### Vliv $\mu$ na křivku hustoty pravděpodobnosti



Obr. 8.3 - vliv  $\mu$  na křivku hustoty pravděpodobnosti

### Vliv $\sigma$ na křivku hustoty pravděpodobnosti



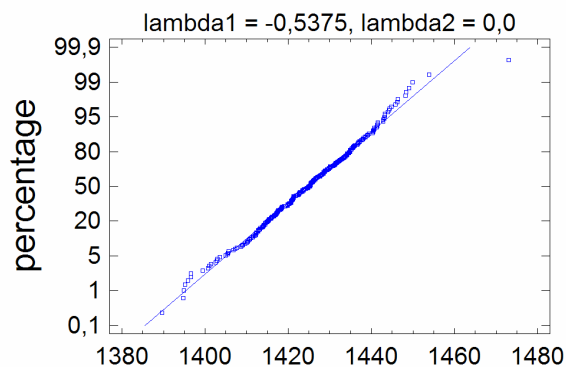
Obr. 8.4 - vliv  $\sigma$  na křivku hustoty pravděpodobnosti

Ověření normality je nezbytný krok před každou zodpovědnou analýzou jednorozměrných dat.

#### a) Grafické znázornění a vizuální posouzení

Nejčastěji se používá Q-Q graf a jádrový odhad hustoty.

#### Q-Q graf pro promennou Váha

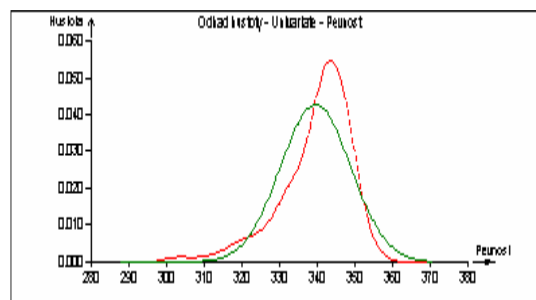


Obr. 8.5 - Q-Q graf

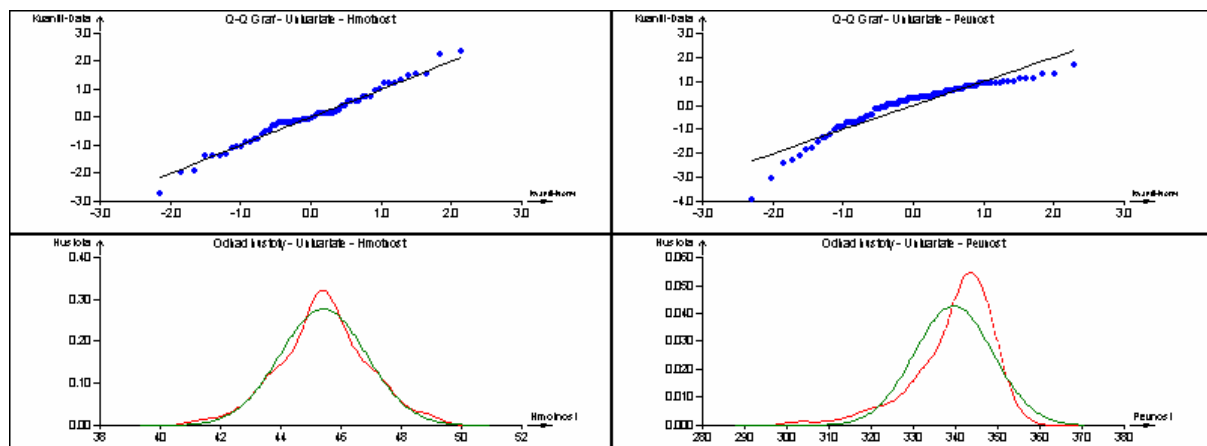
Jde o graf pro diagnostiku normality a odlehlých pozorování. Na ose x jsou vyneseny teoretické kvantily normálního rozdělení, na ose y jsou výběrové kvantily konstruované přímo z dat (viz. Exploratorní analýza). Pro normální data bez odlehlých pozorování má graf tvar přímky; pro normální data s odlehlými pozorováními má tvar přímky s koncovými body ležícími mimo tuto přímku; pro systematicky sešikmená data s kladnou šikmostí (např. rozdělení lognormální, exponenciální) má nelineární konvexní tvar. Pro systematicky sešikmená data se zápornou šikmostí má nelineární konkávní tvar. Pro data s vyšší špičatostí než odpovídá normálnímu rozdělení, tedy s vysokou koncentrací dat kolem střední hodnoty (např. Laplaceovo rozdělení) má tvar konkávně-konvexní. Pro data s nižší špičatostí než odpovídá normálnímu rozdělení, tedy s malou koncentrací dat kolem střední hodnoty (např. rovnoměrné rozdělení) má tvar konvexně-konkávní. Proti statistikám má QQ-graf výhodu v možnosti vizuálně posoudit, zda je nelinearita způsobena jen několika body, nebo všemi daty.

### Odhad hustoty

Porovnání průběhu hustoty pravděpodobnosti normálního rozdělení (plná čára) s jádrovým odhadem hustoty vypočítaným na základě dat (přerušovaná čára). V případě normality a většího množství dat jsou si obě křivky blízké.



Obr. 8.6 - odhad hustoty



Obr. 8.7 - ukázka výstupu (statistický software QC. Expert 2.5)

### b) Statistické testy o normalitě

Pro ověření toho, zda data lze považovat za výběr z normálního rozdělení se používá mnoho druhů statistických testů. Nejčastěji se setkáváme s  $\chi^2$  testem dobré shody. Použití tohoto testu je podmíněno dostatečným rozsahem výběrového souboru. Máme-li při ověřování normality k dispozici pouze výběr malého rozsahu, dáváme před  $\chi^2$  testem dobré shody přednost Kolmogorovovu-Smirnovovu testu.

Princip testování hypotéz popíšeme ve velmi zjednodušené podobě:

### 8.8. Princip testování normality:

Testování normality spočívá v rozhodnutí mezi dvěma tvrzeními – tzv. nulovou ( $H_0$ ) a alternativní ( $H_A$ ) hypotézou.

- $H_0$ : Výběr pochází z populace, která má normální rozdělení
- $H_A$ : Výběr nepochází z populace, která má normální rozdělení.

Testování hypotéz je založeno na tom, že rozhodujeme, zda data, která máme k dispozici (výběr), poskytují „dostatečně silné důkazy“ pro zamítnutí nulové hypotézy. Pokud ano, nulovou hypotézu zamítneme, v opačném případě říkáme, že pro zamítnutí nulové hypotézy nemáme dostatek důkazů a proto ji nezamítáme.

Existuje více způsobů testování hypotéz. V této práci je použit přístup, kterému se říká čistý test významnosti. V tomto přístupu rozhodujeme o výsledku testu na základě hodnoty nazývané p-value (p-hodnota).

P-value nám říká jaká je minimální hladina významnosti na níž bychom při daném výběrovém souboru mohli nulovou hypotézu zamítnout. (např. Je-li p-value = 0,006 pak to znamená, že nulovou hypotézu můžeme zamítnout na hladinách významnosti 0,006 a vyšších, jinak řečeno: nulovou hypotézu můžeme zamítnout se spolehlivostí nejvýše 0,994. Zvolíme-li si spolehlivost testu vyšší než 0,994, p-value nesvědčí pro zamítnutí nulové hypotézy.)

Je zřejmé, že čím menší je p-value, tím silnější je výpověď náhodného výběru proti nulové hypotéze. Výsledek testu obecně závisí na zvolené hladině významnosti  $\alpha$ . My budeme rozhodovat na 5% ní hladině významnosti, tzn. riziko, že pokud ve skutečnosti výběr pochází z normálního rozdělení, tak my toto tvrzení zamítneme, je 5%.

#### Rozhodnutí o výsledku testu na základě p-value:

$$0,05 > p - value$$

Zamítáme  $H_0$  ve prospěch  $H_A$

$$0,05 < p - value$$

Nezamítáme  $H_0$

### 8.9. Kontingenční tabulka

Jedním z výstupu používaných v této práci je kontingenční tabulka. **Kontingenční tabulka** vzniká setříděním prvků populace podle variant dvou kategoriálních znaků, např. znaku X a znaku Y. Nechť znak X má m variant a znak Y má n variant. Názvy jednotlivých variant znaků X

a Y jsou pak uvedeny v hlavičce tabulky a uvnitř tabulky uvádíme četnosti  $n_{ij}$ , kde  $i$  označuje  $i$ -tou variantu znaku X ( $i \in \langle 1; m \rangle$ ) a  $j$  označuje  $j$ -tou variantu znaku Y ( $j \in \langle 1; n \rangle$ ). Při práci s kontingenční tabulkou budeme dále používat toto značení:

$n_{i\bullet}$  ... součet všech četností v  $i$ -té řádce (řádkové marginální četnosti)

$n_{\bullet j}$  ... součet všech četností v  $j$ -tém sloupci (sloupcové marginální četnosti)

Kontingenční tabulka v našem případě je rozšířena o následující údaje:

Sdružené relativní četnosti [%]

Řádkové relativní četnosti [%]

Sloupcové relativní četnosti [%]

$$\text{Sdružené relativní četnosti [\%]} \text{ jsou definovány jako: } p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n} \cdot 100 [\%] \quad 8.34$$

$$\text{Řádkové relativní četnosti [\%]} \text{ jsou definovány jako: } p_{r_{ij}} = \frac{n_{ij}}{n_{i\bullet}} \cdot 100 [\%] \quad 8.35$$

$$\text{Sloupcové relativní četnosti [\%]} \text{ jsou definovány jako: } p_{s_{ij}} = \frac{n_{ij}}{n_{\bullet j}} \cdot 100 [\%] \quad 8.36$$

#### Schéma kontingenční tabulky

$X/Y$	$Y_1$	$Y_2$	...	$Y_n$	$\sum_j$
$X_1$	$n_{11}$ $p_{11}$ $p_{r_{11}}$ $p_{s_{11}}$	$n_{12}$ $p_{12}$ $p_{r_{12}}$ $p_{s_{12}}$	$\vdots$	$n_{1n}$ $p_{1n}$ $p_{r_{1n}}$ $p_{s_{1n}}$	$n_{1\bullet}$
$X_2$	$n_{21}$ $p_{21}$ $p_{r_{21}}$ $p_{s_{21}}$	$n_{22}$ $p_{22}$ $p_{r_{22}}$ $p_{s_{22}}$	$\vdots$	$n_{2n}$ $p_{2n}$ $p_{r_{2n}}$ $p_{s_{2n}}$	$n_{2\bullet}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$X_m$	$n_{m1}$ $p_{m1}$ $p_{r_{m1}}$ $p_{s_{m1}}$	$n_{m2}$ $p_{m2}$ $p_{r_{m2}}$ $p_{s_{m2}}$	...	$n_{mn}$ $p_{mn}$ $p_{r_{mn}}$ $p_{s_{mn}}$	$n_{m\bullet}$
$\sum_i$	$n_{\bullet 1}$	$n_{\bullet 2}$	...	$n_{\bullet n}$	$n$

Kontingenční tabulka v našem případě je rozšířena o následující údaje:

Sdružené relativní četnosti [%]

Řádkové relativní četnosti [%]

Sloupcové relativní četnosti [%]

**Sdružené relativní četnosti [%]** jsou definovány jako:  $p_{ij} = \frac{n_{ij}}{n} \cdot 100$  [%] 8.37

**Řádkové relativní četnosti [%]** jsou definovány jako:  $p_{i\bullet} = \frac{n_{ij}}{n_{i\bullet}} \cdot 100$  [%] 8.38

**Sloupcové relativní četnosti [%]** jsou definovány jako:  $p_{\bullet j} = \frac{n_{ij}}{n_{\bullet j}} \cdot 100$  [%] 8.39

## 9. VYHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRAJSKÝCH ENERGETICKÝCH KONCEPCÍ Z POHLEDU VO

### 9.1. Zákon 406/200 Sb. o hospodaření energií

Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a stanovuje:

- některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií,
- pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Národního programu hospodárného nakládání s energií a využívání jejích obnovitelných a druhotných zdrojů.

Základní pojmy tohoto zákona, které se týkají veřejného osvětlení:

- nakládání s energií – rozvod a spotřeba energie
- účinnost užití energie - míra efektivnosti energetických procesů, vyjádřená poměrem mezi úhrnnými energetickými výstupy a vstupy téhož procesu, vyjádřená v procentech

#### 9.1.1. Územní energetická koncepce

Územní energetická koncepce vychází ze státní energetické koncepce a obsahuje cíle a principy řešení energetického hospodářství na úrovni kraje, statutárního města a hlavního města Prahy. Vytváří podmínky pro hospodárné nakládání s energií v souladu s potřebami hospodárského a společenského rozvoje včetně ochrany životního prostředí a šetrného nakládání s přírodními zdroji energie.

Územní energetickou koncepci pořizuje pro svůj územní obvod krajský úřad, Magistrát hlavního města Prahy a magistráty statutárních měst v přenesené působnosti. Územní energetická koncepce je součástí územně plánovací dokumentace. Územní energetická koncepce se zpracovává na období 20 let a v případě potřeby se doplňuje a upravuje.

Územní energetická koncepce obsahuje:

- rozbor trendů vývoje poptávky po energii

- rozbor možných zdrojů a způsobů nakládání s energií
- hodnocení využitelnosti obnovitelných a druhotných energetických zdrojů a kombinované výroby elektřiny a tepla
- hodnocení využitelnosti energetického potenciálu komunálních odpadů
- hodnocení technicky a ekonomicky dosažitelných úspor z hospodárnějšího využití energie – **týká se VO**
- řešení energetického hospodářství území včetně zdůvodnění a návrh opatření uplatnitelných pořizovatelem koncepce.

## 9.2. Nařízení vlády 195/2001 sb.

Vláda tímto nařízením konkretizuje § 4 odst. 7 zákona č. 406/2000 Sb. , o hospodaření energií. Toto nařízení stanovuje podrobnosti obsahu územní energetické koncepce na úrovni krajů, hlavního města Prahy a statutárních měst. Pokud obec využije svého práva pořídit územní energetickou koncepci pro svůj územní obvod nebo jeho část, může postupovat podle tohoto nařízení obdobně s přihlédnutím k dostupnosti vstupních údajů.

Územní energetické koncepce musí obsahovat, kromě jiných částí, pasáže týkající se veřejného osvětlení:

- rozbor trendů vývoje poptávky po energii - analýzu území a analýzu spotřebitelských systémů
- rozbor možných zdrojů a způsobů nakládání s energií
- hodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie obsahuje
- hodnocení ekonomicky využitelných úspor
  - potenciál úspor a jejich realizace u spotřebitelských systémů, kde se určují příležitosti pro získání úspor energie v jednotlivých spotřebitelských systémech a vyjádří se potenciální množství energie, které lze uspořit u jednotlivých spotřebitelských systémů realizací úsporných opatření; úsporná opatření se rozčlení z hlediska realizovatelnosti na dostupný a ekonomicky nadějný potenciál úspor energie
- řešení energetického hospodářství území musí obsahovat
  - zabezpečení energetických potřeb územních obvodů
  - formulace variant technického řešení rozvoje místního energetického systému.

Varianty technického řešení musí pro VO vycházet především z následujících principů:

- zajišťovat spolehlivou dodávku energie,
- maximalizovat energetickou efektivnost užití primárních energetických zdrojů,
- splňovat požadavky na ochranu ovzduší a klimatu,
- být technicky i ekonomicky proveditelné,
- množství produkovaných znečišťujících látek a jejich porovnání s emisními stropy a imisními limity,
- úspora primárních energetických zdrojů.



### 9.3. Posouzení jednotlivých krajských energetických koncepcí z pohledu VO

Je posouzeno 14 krajských energetických koncepcí - to znamená 13 krajů a Praha. Krajské energetické koncepce se široce rozepisují o většině dominantních energetických zdrojích a samozřejmě také o spotřebičích. Nicméně zmínku o VO najdeme pouze ve dvou krajských energetických koncepcích (Praha, Zlínský kraj).

#### ČESKÁ REPUBLIKA - KRAJE



Obr. 9.9.1 - Česká republika – kraje

ERU 0438

#### 9.3.1. Moravskoslezský kraj

V energetické koncepci je popsáno:

- hodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie a využitelných úspor energie
- řešení energetického hospodářství území a posouzení vlivu na životní prostředí - větrná energie, geotermální energie, biomasa, sluneční záření atd.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Moravskoslezského kraje není zahrnuto!

#### 9.3.2. Zlínský kraj

Energetická koncepce se věnuje spotřebě paliv a energie, rozboru zdrojů a způsobu nakládání s energií a hodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie.

Potenciál úspor ve veřejném osvětlení:

Pro veřejné osvětlení je v současné době spotřebováno 1,84 % z celkové spotřeby energie po přeměnách, ale již 11,9 % spotřeby v terciární sféře a 8,49 % ze spotřebované elektrické energie na území Zlínského kraje. V rozpočtech obcí tvoří provozní náklady na veřejné osvětlení značnou položku, která je v rozpočtech obcí dobře čitelná vzhledem k tomu, že tento odběr je účtován ve vlastní sazbě. Stáří veřejného osvětlení se pohybuje v rozmezí 10 až 35 let a i na úrovni jedné obce se různí podle doby zástavby územních obvodů a jejich částí. Údaje o veřejném osvětlení jsou k dispozici v pasportu veřejného osvětlení (VO), který je nezbytnou součástí kvalitního řízení práce na zařízeních VO.

Zákonná povinnost správce inženýrské sítě vytvořit a udržovat řádný paspart vyplývá z novely stavebního zákona.

Potenciál úspor na veřejné osvětlení se pohybuje od 25-ti % do 35-ti % současné spotřeby na veřejné osvětlení a jeho účelem není omezení osvětlení ale užití vhodných světelných zdrojů pro dané použití s lepší účinností a s vhodným nasměrováním.

Úspory ve veřejném osvětlení spočívají především:

- ve výměně svítidel za úspornější
- v řízení provozu osvětlovací soustavy
- v osazení soustav veřejného osvětlení regulačními systémy.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Zlínského kraje počítá jak s energetickou náročností tohoto druhu spotřeby elektrické energie, tak s možnostmi snižování této energetické náročnosti při dodržení kvalitativních i kvantitativních požadavků na veřejné osvětlení.

### **9.3.3. Olomoucký kraj**

Energetická koncepce se zabývá těmito body:

- nízká spotřeba energie
- kvalita životního prostředí
- energetická nezávislost kraje
- bezpečnost a kvalita dodávek energie
- plnění mezinárodních závazků ČR a požadavků směrnic EU
- snížení výdajů za nákup energie
- vyvážený hospodářský, kulturní a vzdělanostní růst regionu
- rozvoj technické infrastruktury
- vytvoření nových pracovních míst
- snížení dovozu paliv a energií na území kraje - vyšší soběstačnost v zásobování energií.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Olomouckého kraje není zahrnuto!

### **9.3.4. Jihomoravský kraj**

Energetická koncepce obsahuje:

- rozbor trendů vývoje poptávky po energii
- rozbor možných zdrojů a způsobů nakládání s energií
- hodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů
- hodnocení ekonomicky využitelných úspor
- řešení energetického hospodářství území.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Jihomoravského kraje není zahrnuto!

### **9.3.5. Kraj Vysočina**

Energetická koncepce se věnuje těmto bodům:

- rozbor možných zdrojů a způsobů nakládání s energií
- hodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie
- hodnocení ekonomicky využitelných úspor energie
- řešení energetického hospodářství území
- návrh energetického managementu rozvoje energetického systému kraje.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci kraje Vysočina není zahrnuto!

### **9.3.6. Pardubický kraj**

V energetické koncepci najdeme:

- rozbor trendů vývoje poptávky po energii
- analýza výrobních a distribučních energetických systémů
- hodnocení využitelnosti potenciálu obnovitelných zdrojů energie
- prognóza vývoje energetické poptávky
- řešení energetického hospodářství.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Pardubického kraje není zahrnuto!

### **9.3.7. Královéhradecký kraj**

Energetická koncepce obsahuje:

- rozbor trendů vývoje poptávky po energii
- rozbor možných zdrojů a způsobů nakládání s energií
- hodnocení využitelnosti obnovitelných a netradičních zdrojů energie
- hodnocení ekonomicky využitelných úspor
- řešení energetického hospodářství území.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Královéhradeckého kraje není zahrnuto!

### **9.3.8. Liberecký kraj**

Energetická koncepce se zabývá těmito body:

- energetické modelování rozvoje energetického systému Libereckého kraje např. využití potenciálu úspor energie, využití potenciálu obnovitelných zdrojů
- formulace variant rozvoje energetického systému kraje např. hodnocení vlastností uvažovaných změn v zásobování kraje energií.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Libereckého kraje není zahrnuto!

### **9.3.9. Ústecký kraj**

Energetická koncepce obsahuje jen krátkou zmínku o osvětlovací soustavě. Týká se nutnosti modernizace zdrojů světla – náhrada zářivek, žárovek a výbojek za efektivnější světelné zdroje. Také se obecně zmiňuje o nutnosti regulace osvětlovacích soustav.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Ústeckého kraje není zahrnuto!

### **9.3.10. Karlovarský kraj**

Energetická koncepce kraje se věnuje těmto bodům:

- energetické hospodářství území
- zabezpečení energetických potřeb územních obvodů
- formulace variant technického řešení rozvoje energetických systémů
- energetický management
- cíle koncepčního řešení v oblasti energetiky.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Karlovarského kraje není zahrnuto!

### **9.3.11. Plzeňský kraj**

Energetická koncepce obsahuje:

- hodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie a využitelných úspor energie
- řešení energetického hospodářství území a posouzení vlivu na životní prostředí.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Plzeňského kraje není zahrnuto!

### **9.3.12. Jihočeský kraj**

Hlavními body energetické koncepce jsou:

- bezpečnostní hlediska zásobování energií
- spotřebitelské systémy a jejich nároky
- dostupnost paliv a energie a jejich podíl na zásobování území kraje
- očekávaný vývoj spotřebitelských systémů
- rozbor cen paliv a energií.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Jihočeského kraje není zahrnuto!

### **9.3.13. Středočeský kraj**

V energetické koncepci nalezneme řešení této problematiky:

- vzdělávání a informovanost
- tepelná ochrana budov
- pasivní a nízkoenergetické domy
- teplo sluncem, teplo biomasou, bioplynové stanice, rekuperace, plazmové zplyňování.

Veřejné osvětlení v energetické koncepci Středočeského kraje není zahrnuto!

### 9.3.14. Praha

Energetická koncepce Prahy se týká především úspor v budovách (např. úspory ve školách, zdravotních zařízeních, atd.).

#### Veřejné osvětlení v Praze

Veřejné osvětlení v Praze představuje cca 133 000 světelných bodů, které jsou udržovány firmou ELTODO-CITELUM, s.r.o. ze skupiny společností ELTODO formou tzv. veřejně prospěšné služby - přenesené správy. Jedná se o dlouhodobý smluvní vztah na 15 let, kterým se firma zavazuje provozovat a udržovat veřejné popř. slavnostní osvětlení.

Tato firma vykonává:

- nákup a řízení spotřeby elektrické energie
  - sjednávání smlouvy s dodavatelem elektrické energie
  - přesném řízení doby svícení a omezení denního údržbového svícení
  - realizaci úsporných opatření
- provozování a údržbu sítí veřejného osvětlení, slavnostního osvětlení
  - správu, řízení a organizaci údržby
  - dohled na dosažení odpovídající míry poruchovosti, splnění norem a místních předpisů.

Plánování a realizace investic jsou charakterizovány:

- diagnostikou stavu veřejného osvětlení
- stanovením požadavků na osvětlení vyplývajících z plánu rozvoje města
- zpracováním rozpočtu a plánu prací
- realizací plánu investic.

Elektrický příkon, který je nutné zajistit pro veřejné osvětlení v Praze dosahoval výše cca 16MW. Podle Smlouvy uzavřené s Magistrátem hl. města Prahy je dovolené procento nesvítících světelných míst 2%. V letech 1998 až 2002 proběhla postupná modernizace osvětlení. Jejím cílem bylo postupně nahradit stará svítidla novými s výrazně dlouhodobě lepšími optickými vlastnostmi, s vysokou účinností vyzařování, v důsledku čehož je možno použít světelný zdroj s nižším příkonem. Dále se provedla montáž cca 400 ks čipových časových spínačů nastavených podle astronomického času do zapínacích míst, kde není instalováno ovládací vedení. Celková spotřeba elektrické energie činí cca 50 000 MWh/rok. Celkovou rekonstrukcí a přijetím racionalizačních opatření v údržbě veřejného osvětlení v Praze se sníží spotřeba elektrické energie pro potřeby veřejného osvětlení ca o 20%.

## 9.4. Vyhodnocení krajských energetických koncepcí

Jak je patrné z předchozích kapitol jsou jednotlivé krajské energetické koncepce velmi skoupé na možnosti, které naskytá sektor veřejného osvětlení. Vezmeme-li v potaz pouze hodnoty udávané v krajské energetické koncepci Zlínského kraje a zobecníme-li je na celou oblast ČR kromě Prahy, pak můžeme předpokládat následující:

- veřejné osvětlení se blíží svou spotřebou energie ke 2 % z celkové spotřeby energie v ČR
- veřejné osvětlení se blíží svou spotřebou elektrické energie k 9 % z celkové spotřeby elektrické energie v ČR
- stáří veřejného osvětlení se v ČR pohybuje v průměru okolo 22,5 roku

- průměrný potenciál úspor spotřeby elektrické energie se pohybuje okolo 30-ti %
- vezmeme-li v potaz celkovou spotřebu elektrické energie v ČR, která činí pro rok 2006 59,4 TWh pak celková spotřeba VO v ČR se pohybuje okolo 5,34 TWh.

Z informací získaných z energetické koncepce Prahy lze pro změnu vyčíst nový přístup ke správě VO, který zajišťuje modernizaci VO při původních nákladech (správce generuje zisky pouze na základě dosažených úspor) pomocí přenesené správy.

## 10. POTENCIÁL ÚSPOR PŘI PROVOZU VO MIMO OBCE A MĚSTA

### 10.1. Železnice

#### 10.1.1. Osvětlované prostory – požadavky na osvětlení

V případě železnic lze rozdělit osvětlované prostory na vnitřní a vnější. Vnitřní samozřejmě nespádají do problematiky řešené touto prací. Venkovní prostory lze v zásadě rozdělit na čtyři oblasti:

- venkovní prostory železničních stanic (nekryté jednostranná a oboustranná nástupiště, kryté přístřešky, manipulační prostory pro řazení a posunování vozů, prostory výhybek - zhlaví, odstavné koleje)
- venkovní prostory menších zastávek (nekrytá jednostranná nástupiště, přístupové cesty)
- seřazovací nádraží, překladiště, odstavné koleje
- depa

Každý z uvedených prostorů má své požadavky na osvětlení. V připravované ČSN EN 12464 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů - Část 2: Venkovní pracovní prostory jsou pro jednotlivé prostory předepsány požadavky na kvalitu a kvantitu osvětlení. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce *Tab. 10.1*, kde v jednotlivých sloupcích jsou uvedeny tyto údaje:

- seznam prostorů, úkolů nebo činností
- udržovanou osvětlenost  $\bar{E}_m$  na srovnávací rovině - Všechny hodnoty osvětleností uvedené v této normě jsou udržované osvětlenosti a zajišťují potřebnou zrakovou pohodu, zrakový výkon a bezpečnostní požadavky.
- minimální rovnoměrnost osvětlení  $U_0$  - Osvětlení místa zřakového úkolu musí být co nejrovnoměrnější. Rovnoměrnost osvětlení místa úkolu a bezprostředního okolí úkolu nesmí být menší než hodnoty uvedené v kapitole 5.
- limity činitele oslnění GRL - Oslnění je počitek způsobený jasnými plochami v zorném poli a může se projevit buď jako rušivé oslnění, nebo jako omezující oslnění. Oslnění způsobené odrazy na zrcadlových površích je známé jako závojové oslnění nebo oslnění odrazem. Je důležité omezit oslnění uživatelů, aby se předešlo chybám, únavě a nehodám.
- minimální index podání barev  $R_a$  - Pro zrakový výkon, pocit celkové a duševní pohody je důležité, aby barvy předmětů a lidské pokožky v prostředí byly podány přirozeně, věrně a tak, aby lidé vypadali přitažlivě a zdravě.
- rady a poznámky

**Tab. 10.1– požadavky na osvětlení prostor v železniční dopravě**

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ lx	$U_o$ –	$GR_L$ –	$R_a$ –	Poznámky
Tratě v oblastech osobních stanic, včetně odstavných kolejí	10	0,25	50	20	$U_d \geq 1/8$
Kolejiště: horizontální seřadovací stanice, retardéry a spádové seřadovací stanice	10	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
Svážné pahrbky	10	0,40	45	20	$U_d \geq 1/5$
Nákladní tratě, provoz na krátké trati	10	0,25	50	20	$U_d \geq 1/8$
Otevřená nástupiště, osobní vlaky (vesnické a lokální), malý počet cestujících	15	0,25	50	20	1. Zvláštní pozornost se věnuje konci nástupiště 2. $U_d \geq 1/8$
Přechody	20	0,40	50	20	
Přejezdy	20	0,40	45	20	
Otevřená nástupiště, příměstské a regionální vlaky s velkým počtem cestujících nebo služby označované jako intercity s malým počtem cestujících	20	0,40	45	20	1. Zvláštní pozornost se věnuje konci nástupiště 2. $U_d \geq 1/5$
Nákladní tratě, nepřetržitý provoz	20	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
Otevřená nástupiště nákladních tratí	20	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
Stavební vlaky a lokomotivy	20	0,40	50	40	$U_d \geq 1/5$
Odbavovací oblast kolejiště	30	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
Seřadovací oblasti	30	0,40	45	20	$U_d \geq 1/5$
Schodiště, malé a středně velké stanice	50	0,40	45	40	
Otevřená nástupiště, služby označované jako intercity	50	0,40	45	20	1. Zvláštní pozornost se věnuje konci nástupiště 2. $U_d \geq 1/5$
Krytá nástupiště, příměstské a regionální vlaky nebo služby označované jako intercity	50	0,40	45	40	1. Zvláštní pozornost se věnuje konci nástupiště 2. $U_d \geq 1/5$
Kryté nakládací prostory (rampy)	50	0,40	45	20	$U_d \geq 1/5$
Krytá nástupiště, služby označované jako intercity	100	0,50	45	40	1. Zvláštní pozornost se věnuje konci nástupiště 2. $U_d \geq 1/3$
Schodiště, velké stanice	100	0,50	45	40	
Kryté nakládací prostory (rampy) nepřetržitý provoz	100	0,50	45	40	$U_d \geq 1/5$
Prohlídková jáma	100	0,50	40	40	Použit místní osvětlení s malým oslněním



### 10.1.2. Svítidla

K dosažení požadovaných parametrů osvětlení jsou zapotřebí vhodná svítidla. Pro jednotlivé prostory uvedené v předešlém odstavci se v současnosti používají svítidla následujícího sortimentu:

- **Oblast 1** - závěsná zářivková svítidla s vyšším krytím, závěsná výbojková svítidla
- **Oblast 1 a 2** – parková svítidla, technická svítidla pro osvětlování pěších zón, místo dříve používaných svítidel s vypouklým krytem se v posledních dvou letech začínají používat svítidla uzavřená plochým sklem. Důvodem je snaha o snížení oslnění strojvedoucích. Vzhledem k tomu, že u drážních zařízení je pozice svítidel podřízena jiným pravidlům (např. umístění trakčních stožárů) není prakticky možné měnit rozteče a výšky svítidel. Takže není ani možné optimalizovat osvětlovací soustavy. V takovém případě je použití svítidel s plochým sklem přijatelné bez dalších analýz (jejich nepříznivé vlastnosti, které jsou popsány v jiné části této práce, se neprojeví – menší vyzařovací úhel a účinnost; rovněž funkce vedení není podstatná, protože dráha vlaku je přesně dána kolejemi a tedy informace o tvaru komunikace je méně důležitá než v silniční dopravě).
- **Oblast 1, 3 a 4** - symetrické a rotačně symetrické světlomety, v současné době se začínají používat asymetrické světlomety

### 10.1.3. Světelné zdroje

Používají se **vysokotlaké rtuťové výbojky** s příkony většinou 125W a 250W. Výbojky s vyšším příkonem se používají pro světlomety umístěné ve větších výškách na osvětlovacích věžích – odhadem je to 5%.

Dále se používají **vysokotlaké sodíkové výbojky** o příkonech 150, 250 a 400W. V současné době dochází ke snižování jejich příkonu – díky novým technologiím se přechází ze 70W na 50 a z 250 na 150W.

Poměrné zastoupení uvedených typů vysokotlakých výbojek je 4:1 ve prospěch sodíkových oproti rtuťovým.

**Vysokotlaké halogenidové výbojky** nejsou prakticky používány. Důvodem je jednak jejich vyšší cena, ale také neznalost.

Na místech, kde je to možné (především však interiéry, vzácně kryté venkovní prostory) se používají lineární (případně kompaktní) **zářivky**. Ve venkovních prostorech se musí používat zářivky v provedení pro chladné prostředí.

### 10.1.4. Osvětlovací soustavy

- **Oblast 1 a 2** – technická svítidla na sklopných sloupcích o vyce 5,5 metrů
- **Oblast 1, 3 a 4** – osvětlovací věže (majáky) o výšce od 18 do 32 metrů

Obecně se používají speciální sloupy s lankovým mechanismem pro spouštění svítidel, který usnadňuje údržbu. Od roku 2004 se začíná prosazovat ve stanicích na elektrifikovaných tratích osvětlení technickými svítidly z trakčních podpěr.

#### **10.1.5. Možnosti úspor**

Možnosti úspor jsou podobné, jako je tomu u veřejného osvětlení v silniční dopravě.

- zdrojem úspor je použití vhodných, kvalitních svítidel s vysokým krytím IP a s co nejvyšším činitelem využití.
- jako světelné zdroje používat vysokotlaké halogenidové výbojky, tam kde není důležité barevné podání, tak vysokotlaké sodíkové výbojky.
- náhrada centrálního zapínání všech svítidel ve stanici ovládním v sekcích podle okamžité potřeby provozu. To platí především pro světlomety na věžích.
- v zastávkách s řídkým provozem je možné dosáhnout úspor přepínáním světelného výkonu z plného na poloviční.

V oblastech 1 a 2 je osvětlení většinou řízeno časovými spínači, fotočidly nebo obsluhou, ale přesto se svítí stejnou intenzitou po celou dobu. V oblastech 3 a 4 je snaha osvětlení zapínat podle potřeb provozu. To je večer přibližně do 23 hodin a ráno od 5 hodin. Přesto se přinejmenším v polovině případů provozuje osvětlení opět zbytečně po celou noc.

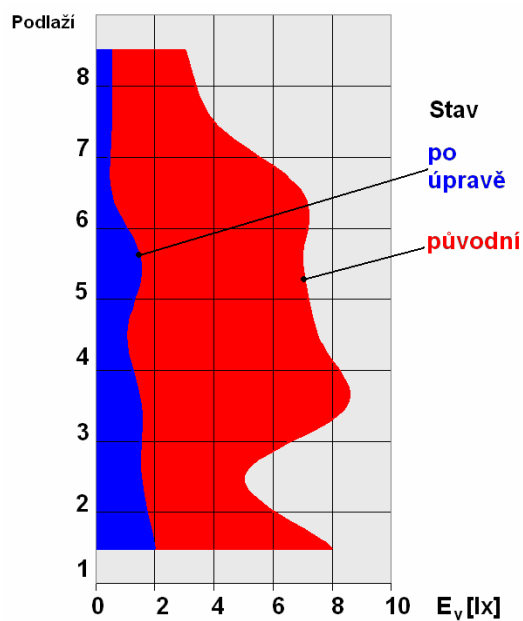
#### **10.1.6. Osvětlení a ekologie**

Ve většině případů je možné k ekologickým aspektům přistupovat shodně jako v automobilové dopravě. Jistou zvláštností jsou vysoké osvětlovací věže (majáky), které se na železnicích často používají. Většinou jsou osazeny rotačně symetrickými světlomety, nebo světlomety symetrickými podle dvou, navzájem kolmých, rovin (tzv. korýtkové světlomety). Takové světlomety nelze používat tak, aby jejich otvor (krytý sklem) byl orientován rovnoběžně s terénem. Jsou tedy zdrojem značného množství rušivého světla. A to jako zdroje značného oslnění, ale i světla emitovaného do horního poloprostoru. Zde je cesta k nápravě možná tak, že se použijí svítidla s asymetrickou fotometrickou plochou svítivosti, tedy světlomety, které jsou symetrické podle roviny kolmé na osu zdroje, avšak nesymetrické v rovině příčné. Příklad takového svítidla je na *Obr. 10.1*.



Obr. 10.1 – asymetrický světlomet vhodný pro vysoké stožáry

Na Obr. 10.2 je výsledek skutečného měření na fasádě obytného objektu přilehlého železniční stanici. Světlo emitované původní soustavou výrazně rušilo obyvatele. Po záměně svítidel a použití asymetrických světlometů se osvětlenost snížila pod úroveň 2 lx (nešlo eliminovat vliv VO) a je tedy v dané lokalitě (město) přijatelná.



Obr. 10.2 – rušivé světlo – při úpravě byly použity asymetrické světlometry

## 10.2. Letiště

### 10.2.1. Osvětlované prostory – požadavky na osvětlení

V případě letišť lze venkovní osvětlení rozdělit do dvou základních skupin. Prostory, které lze označit za obslužné, pracovní a prostory kde se pohybují letadla. Osvětlení se opět řeší v souladu s připravovanou ČSN EN 12464 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů -Část 2. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8.2.1, kde v jednotlivých sloupcích jsou uvedeny stejné údaje jako v Tab. 10.2, s výjimkou poznámek, které platí obecně a tak jsou uvedeny pod tabulkou.

**Tab. 10.2 – požadavky na osvětlení prostor v letecké dopravě**

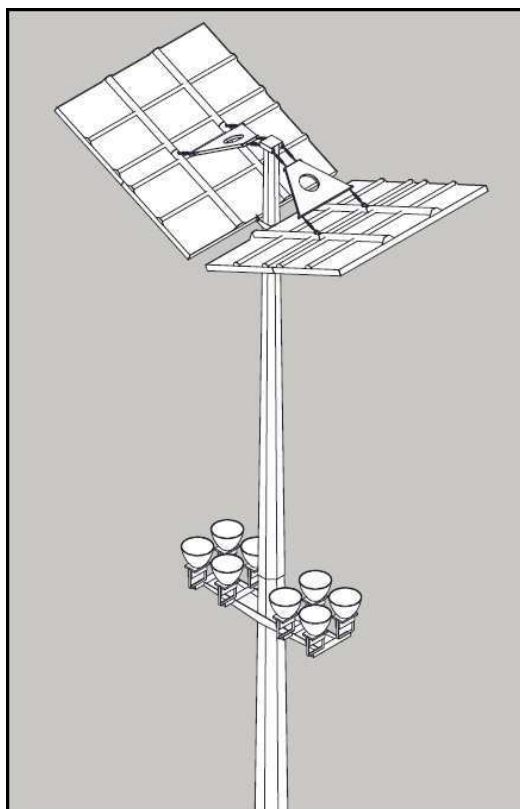
Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ lx	$U_0$ –	$GR_L$ –	$R_a$ –
Stanoviště letounů	20	0,10	55	20
Terminálová stanoviště letounů	30	0,20	50	40
Odbavovací plochy	50	0,20	50	40
Skladiště paliva a plnění cisteren	50	0,20	50	40
Stanoviště pro údržbu	200	0,50	45	60

- přímé světlo ve směru řídicí věže a přistávajících letounů musí být vyloučeno
- přímé světlo vyzařované světlometry nad horizont má být omezeno na minimum.

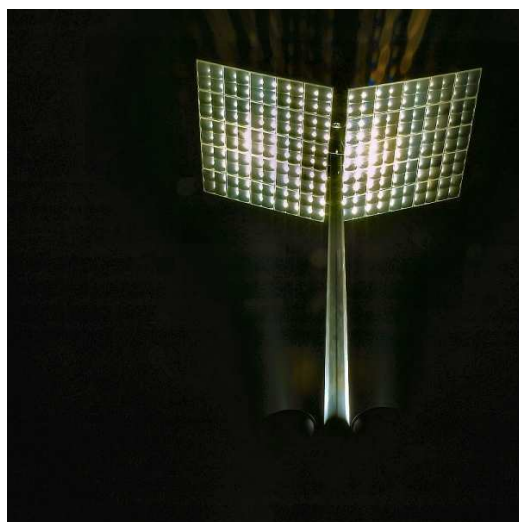
Nejzávažnější problém při osvětlování letišť je bezpečnost letecké dopravy. To znamená, že osvětlení nesmí ani opticky, ani fyzicky ohrozit letový provoz. Důležité je, aby pilot nebyl oslňován ani při letu – přistávání nebo startu, ani při popojíždění po letištní ploše nebo stání na ní.

### 10.2.2. Svítidla

Fyzickou bezpečností je míněno to, že osvětlovací soustavy nesmí ani v mimořádných situacích ohrožovat provoz. To znamená, že není možné osvětlit přistávací dráhy nebo odbavovací plochu způsobem na jaký jsme zvyklí z osvětlování komunikací. Na ploše letiště, kam by se mohlo v případě nouze dostat letadlo je tedy nepřípustné použití klasické osvětlovací soustavy na stožárech běžných výšek a roztečí. Proto se letiště osvětlují pomocí světlometů, rotačně symetrických nebo tzv. korýtkových, tedy se symetrií podle dvou navzájem kolmých rovin. Velice progresivní je systém osvětlení využívající **technologie sekundárních zrcadel** (viz Obr. 10.3). Světlometry je světlo směřováno na šikmo upevněná zrcadla. Od nich se světlo odráží směrem k zemi. Vlastní zrcadlo není jedolitá plocha, ale je rozčleněno na mnoho dalších (Obr. 10.4). Díky tomu vykazuje systém dvě výjimečné vlastnosti. Předně lze dílčí sekundární zrcadla navrhnout tak, aby osvětlovaná plocha byla vymezena velmi přesně, takže je minimalizováno množství nevyužitého světla. Druhou vlastností je to, že je světlo vyzařováno z velké plochy a navíc do různých směrů. takže ve výsledku je plocha zrcadla na pohled relativně tmavá čímž se minimalizuje oslňení.



*Obr. 10.3 – princip technologie sekundárních zrcadel*



*Obr. 10.4 – sekundární zrcadlo rozčleněné na větší množství dílčích zrcadel významně snižující jas a tedy i oslnění*

Na jiných plochách souvisejících s letištěm (parkoviště, příjezdové komunikace) je osvětlení stejné jako je tomu v jiných veřejných prostorech.

### 10.2.3. Světelné zdroje

Protože se jedná o svým způsobem společenské prostory reprezentativního významu (alespoň u mezinárodních letišť) používají se světelné zdroje s dobrým barevným podáním. Jsou to **vysokotlaké halogenidové výbojky**, na příjezdových komunikacích se používají i běžné **vysokotlaké sodíkové výbojky**.

Na místech, kde je to možné (především však interiéry, vzácně kryté venkovní prostory) se používají lineární (případně kompaktní) **zářivky**. Ve venkovních prostorech se musí používat zářivky v provedení pro chladné prostředí.

### 10.2.4. Osvětlovací soustavy

Osvětlovací soustavy byly popsány společně s používanými svítidly. Jsou to tedy běžné systémy používané ve veřejném osvětlení komunikací, parkovišť, společenských zón. Pro osvětlování letištní plochy se používají vysoké stožáry nebo sekundární systémy osvětlování.

### 10.2.5. Možnosti úspor

Možnosti úspor jsou podobné, jako je tomu u veřejného osvětlení v silniční dopravě.

- zdrojem úspor je použití vhodných, kvalitních svítidel s vysokým krytím IP a s co nejvyšším činitelem využití
- jako světelné zdroje používat vysokotlaké halogenidové výbojky, tam kde není důležité barevné podání, tak vysokotlaké sodíkové výbojky.

### 10.2.6. Osvětlení a ekologie

Ve většině případů je možné k ekologickým aspektům přistupovat shodně jako v automobilové dopravě. Jistou zvláštností jsou vysoké osvětlovací věže (majáky), které se používají na letištích. Většinou jsou osazeny rotačně symetrickými světlomety, nebo světlomety symetrickými podle dvou, navzájem kolmých, rovin (tzv. korýtkové světlomety). Takové světlomety nelze používat tak, aby jejich otvor (krytý sklem) byl orientován rovnoběžně s terénem. Jsou tedy zdrojem značného množství rušivého světla. A to jako zdroje značného oslnění, ale i světla emitovaného do horního poloprostoru. Zde ovšem nevede cesta k nápravě použitím svítidel s asymetrickou fotometrickou plochou svítivosti, tedy světlomety, protože by nedostatečně osvětlila rozsáhlou plochu. Proto jsou vhodnější systémy se sekundárními zrcadly.

### 10.3. Vodní cesty

#### 10.3.1. Osvětlované prostory – požadavky na osvětlení

V případě vodních cest lze venkovní osvětlení rozdělit do dvou základních skupin. Prostory, které lze označit za obslužné, pracovní a prostory kde se pohybují lodi. Osvětlení se opět řeší v souladu s připravovanou ČSN EN 12464 Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů -Část 2. Hodnoty jsou uvedeny v Tab. 10.3, kde v jednotlivých sloupcích jsou uvedeny stejné údaje jako v Tab. 10.1.

**Tab. 10.3 – požadavky na osvětlení prostor souvisejících s vodními cestami**

Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	$\bar{E}_{cp}$ lx	$U_0$ –	$GR_L$ –	$R_a$ –	Poznámky
Vyčkávací molo v kanálech a zdymadlech	10	0,25	50	20	
Lávky a průchody vyhrazené pro pěší	10	0,25	50	20	
Prostory pro řízení a obsluhu zdymadla	20	0,25	55	20	
Manipulace s náklady, nakládka a vykládka zboží	30	0,25	55	20	Pro čtení štítků $\bar{E}_m = 50$ lx
Prostory pro cestující v osobních přístavech	50	0,40	50	20	
Spojování hadic, potrubí a vázání lan	50	0,40	50	20	
Nebezpečné části cest pro pěší a dopravu	50	0,40	45	20	
Celkové osvětlení prostoru loděnice, skladové prostory pro prefabrikované zboží	20	0,25	55	40	
Krátkodobá manipulace s velkými jednotkami	20	0,25	55	20	
Čištění lodního trupu	50	0,25	50	20	
Nátěr a svařování lodního trupu	100	0,40	45	60	
Montáž elektrických a mechanických komponentů	200	0,50	45	60	

#### 10.3.2. Svítidla

Opět se jedná o prostory, které se podobají běžným venkovním prostorům a případně i komunikacím. Lze tedy použít stejná svítidla jako pro osvětlování komunikací pozemních. Sem lze zařadit vyčkávací mola v kanálech a zdymadlech, případně samotné kanály i zdymadla. Podobně je tomu s přístavními prostory pro cestující. Jiné požadavky budou na překladiště a nákladní přístavy kde se osvětlují poměrně velká prostranství. Zde se používají vysoké stožáry, obvykle se symetrickými nebo korýtkovými světlotmeyi.

### 10.3.3. Světelné zdroje

Skladba světelných zdrojů je podobná jako je tomu v jiných oblastech, tedy například na železnicích. Používají se **vysokotlaké rtuťové výbojky** i **vysokotlaké sodíkové výbojky**. Stejně vzácné jako u železničních soustav jsou používány **vysokotlaké halogenidové výbojky**. Na místech, kde je to možné (především však interiéry, vzácně kryté venkovní prostory) se používají lineární (případně kompaktní) **zářivky**. Ve venkovních prostorech se musí používat zářivky v provedení pro chladné prostředí.

### 10.3.4. Osvětlovací soustavy

Používané osvětlovací soustavy jsou opět podobné jako v obdobných případech v jiných, již popsaných, oblastech. Ostatně byly popsány společně s používanými svítidly. Jsou to tedy běžné systémy používané ve veřejném osvětlení komunikací, nebo pracovních prostorů. Pro osvětlování překladišť a přístavů se používají vysoké stožáry.

### 10.3.5. Možnosti úspor

Možnosti úspor jsou podobné, jako je tomu u veřejného osvětlení v silniční dopravě.

- zdrojem úspor je použití vhodných, kvalitních svítidel s vysokým krytím IP a s co nejvyšším činitelem využití
- jako světelné zdroje používat vysokotlaké sodíkové výbojky, tam kde je důležité barevné podání (například v prostorech pro cestující), tak vysokotlaké halogenidové výbojky.

### 10.3.6. Osvětlení a ekologie

Ve většině případů je možné k ekologickým aspektům přistupovat shodně jako v automobilové dopravě. Jistou zvláštností jsou vysoké osvětlovací věže. Většinou jsou osazeny rotačně symetrickými světlomety nebo korýtkovými světlomety. Takové světlomety nelze používat tak, aby jejich otvor (krytý sklem) byl orientován rovnoběžně s terénem. Jsou tedy zdrojem značného množství rušivého světla. A to jako zdroje značného oslnění, ale i světla emitovaného do horního poloprostoru. Zde je cesta k nápravě možná tak, že se použijí svítidla s asymetrickou fotometrickou plochou svítivosti.

## 10.4. Dálnice

Pokud se pominou velká města, tak jsou v ČR osvětlené dálnice zastoupeny pouze velmi sporadicky. Požadavky na osvětlení jsou jednoznačně dány souborem norem ČSN EN 13201-1 ÷ 4 Osvětlování pozemních komunikací. Problematice jejich osvětlení je věnována převážná část této práce. Nemá smyslu zde opisovat již napsané. Osvětlování dálnic se tedy řeší stejně jako VO. Používají se obdobná svítidla i světelné zdroje. Používají se stejné osvětlovací soustavy a možnosti úspor i pravidla pro ekologicky vyhovující soustavy jsou rovněž stejné.



## 11. VYHODNOCENÍ DATABÁZE VO POMOCÍ STATISTICKÝCH METOD

### 11.1. Informační údaje o databázi

Zpracovávána databáze je sestavena z údajů, které poskytli představitelé obcí a měst ČR v dotazníku, který je uveden jako příloha ČEA\_INFO\_VO.xls. Obesláno bylo 6244 obcí a měst ČR a do této chvíle odpovědělo a do databáze bylo zařazeno 616 obcí a měst.

#### Členění databáze

Databáze je strukturována podle velikosti obcí a měst na základě požadavků ČEA.

Obce a města jsou podle počtu obyvatel rozděleny do kategorií:

- pod 500
- 500 - 1000
- 1000 - 5000
- 5 tis. - 10 tis.
- 10 tis. - 25 tis.
- 25 tis. - 50 tis.
- 50 tis. - 100 tis.
- 100 tis. - 250 tis.
- 250 tis. - 1000 tis.
- nad 1 mil.

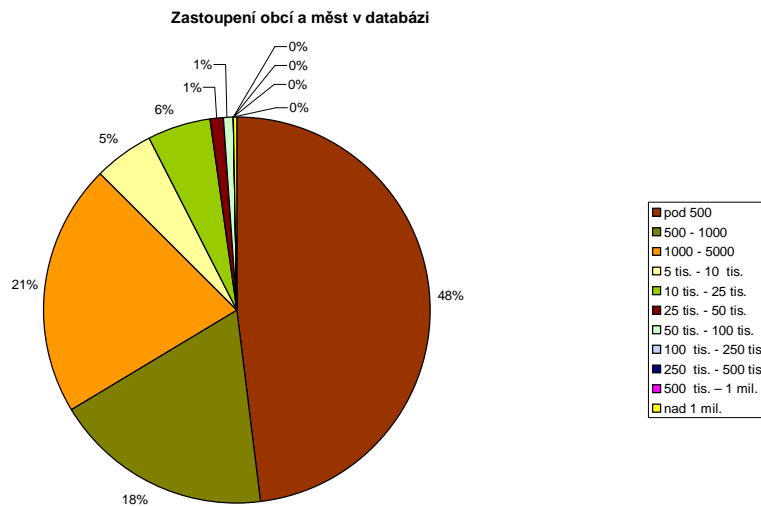
V databázi jsou obce a města zastoupena takto:

Tab. 11.1 – rozdělení četnosti – obce a města

TABULKA ROZDĚLENÍ ČETNOSTI – OBCE A MĚSTA				
Velikost obce, resp. města	Absolutní četnost	Relativní četnost	Kumulativní četnost	Relativní kumulativní četnost
	[-]	[%]	[-]	[%]
pod 500	292	47,4	292	47,4
500 - 1000	113	18,3	405	65,7
1000 - 5000	131	21,3	536	87,0
5 tis. - 10 tis.	34	5,5	570	92,5
10 tis. - 25 tis.	31	5,0	601	97,6
25 tis. - 50 tis.	7	1,1	608	98,7
50 tis. - 100 tis.	5	0,8	613	99,5
100 tis. - 250 tis.	0	0,0	613	99,5
250 tis. - 500 tis.	2	0,3	615	99,8
500 tis. - 1 mil.	0	0,0	615	99,8
nad 1 mil.	1	0,2	616	100,0
<b>Celkem</b>	<b>616</b>	<b>100,0</b>	-----	-----

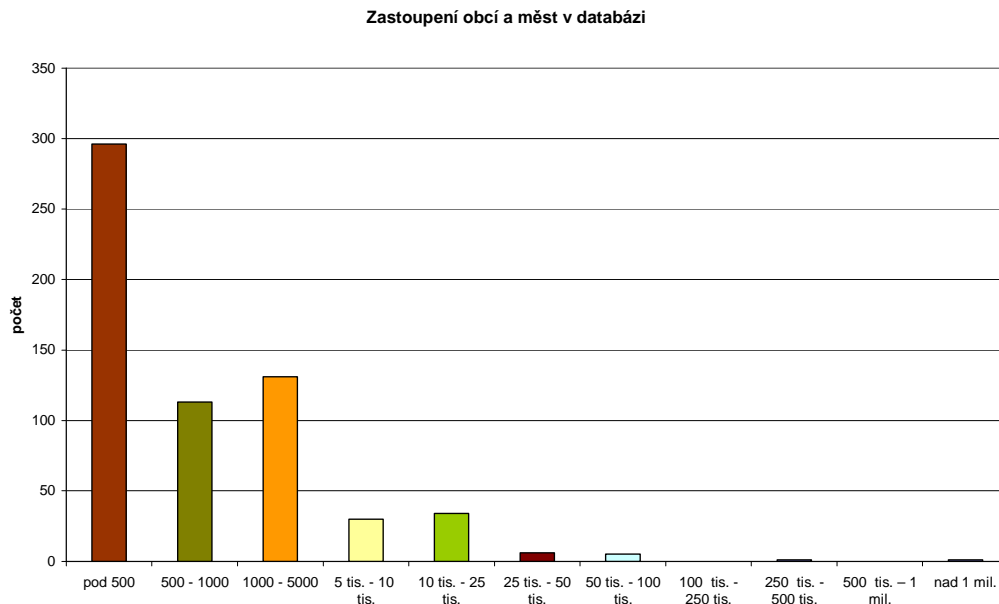
### Metodický návod pro čtení tabulky:

Např.: V databázi je 131 obcí o velikosti (1000 – 5000) obyvatel, tzn. že tyto obce tvoří 21,3% celé databáze. Zároveň lze říci, že v databázi je 536 (kumulativní četnost) obcí s počtem obyvatel menším než 5000, tzn. že 87,0% (kumulativní relativní četnost) ze všech obcí a měst v databázi je do velikosti 5000 obyvatel.



:

*Obr. 11.1 - výšečový graf*



*Obr. 11.2 - histogram*

Zveřejněné výsledky odpovídají zpracování databáze, z níž byla pomocí modifikované z-souřadnice (z-score) odstraněna odlehlá pozorování, tzn. do zpracování jsme nezahrnuli hodnoty, které považujeme za chybně zapsané.

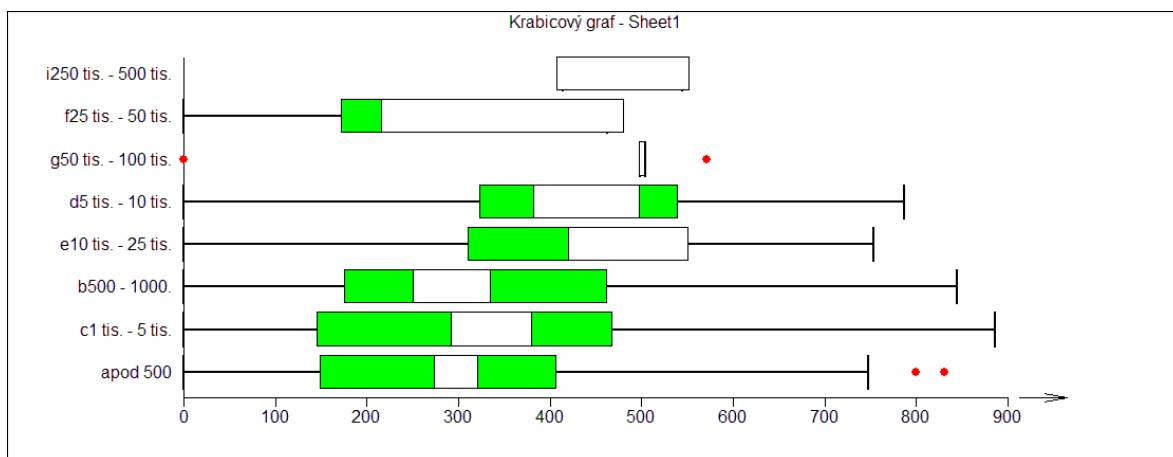
## 11.2. Spotřeba elektrické energie na světelné místo

Tab. 11.2 - spotřeba el. energie na jedno světelné místo, souhrnná statistika

SPOTŘEBA EL. ENERGIE NA JEDNO SVĚTELNÉ MÍSTO SOUHRNNÁ STATISTIKA							
Velikost obce, resp. města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[kWh/SM]	[kWh/SM]	[kWh <sup>2</sup> /SM <sup>2</sup> ]	[kWh/SM]	[kWh/SM]	[kWh/SM]
pod 500	239	345,2	158,7	25175,1	329,0	230,3	444,4
500 - 1000	97	360,5	185,7	34475,0	320,2	241,5	505,6
1000 - 5000	102	403,7	173,8	30158,3	377,0	305,9	519,5
5 tis. - 10 tis.	29	464,7	147,3	21708,9	477,6	386,8	553,3
10 tis. - 25 tis.	28	444,2	192,2	36926,5	515,7	370,2	552,1
25 tis. - 50 tis.	6	323,9	164,0	26903,5	369,5	342,0	399,5
50 tis. - 100 tis.	4	518,9	35,2	1238,0	502,5	500,0	537,8
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	479,5	92,7	8585,3	545,1	414,0	545,1
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	1	455,4	0,0	0,0	455,4	455,4	455,4
<b>Souhrně</b>	<b>508</b>	<b>374,0</b>	<b>171,5</b>	<b>29407,9</b>	<b>360,0</b>	<b>257,2</b>	<b>498,2</b>

### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí z velikostní kategorie (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrnou roční spotřebu el. energie na světelné místo 444,2 kWh/SM (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (192,2 kWh/SM) a výběrový rozptyl (36926,5 kWh<sup>2</sup>/SM<sup>2</sup>) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost hodnot roční spotřeby el. energie na světelné místo mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typickou roční spotřebu el. energie na světelné místo těchto obcí. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má spotřebu el. energie na světelné místo nižší než 515,7 kWh/SM (výb. medián), čtvrtina z nich má spotřebu el. energie na světelné místo nižší než 370,2 kWh/SM (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má spotřebu el. energie na světelné místo nižší než 552,1 kWh/SM (výb. horní kvartil).



Obr. 11.3 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

Jak již bylo popsáno v pasáži věnované teoretickému základu analýzy dat, statistická indukce nám umožňuje s předem danou spolehlivostí odhadnout na základě získané databáze, jak se chová celá populace, tzn. např. jaká bude průměrná spotřeba el. energie na jedno světelné místo ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

Tab. 11.3 - spotřeba el. energie na jedno světelné místo, test normality výběru

SPOTŘEBA EL. ENERGIE NA JEDNO SVĚTELNÉ MÍSTO TEST NORMALITY VÝBĚRU		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	0,069	nezamítnuta
500 – 1000	0,056	nezamítnuta
1000 - 5000	0,190	nezamítnuta
5 tis. - 10 tis.	0,609	nezamítnuta
10 tis. - 25 tis.	0,216	nezamítnuta
25 tis. - 50 tis.	<0,01	zamítnuta
50 tis. - 100 tis.	<0,05	zamítnuta
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>0,069</b>	<b>nezamítnuta</b>

**Tab. 11.4 - spotřeba el. energie na jedno světelné místo, Intervalové odhady**

<b>SPOTŘEBA EL. ENERGIE NA JEDNO SVĚTELNÉ MÍSTO INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [kWh/SM]		95% - ní intervalový odhad mediánu [kWh/SM]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	324,9	365,4	259,1	336,2
500 – 1000	323,0	397,9	171,5	414,7
1000 – 5000	369,6	437,8	230,1	443,2
5 tis. - 10 tis.	408,6	520,7	32,0	848,7
10 tis. - 25 tis.	369,7	518,7	93,2	878,4
25 tis. - 50 tis.	-	-	59,7	636,7
50 tis. - 100 tis.	-	-	-	-
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>359,0</b>	<b>388,9</b>	<b>303,7</b>	<b>337,0</b>

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrná spotřeba el. energie těchto obcí na jedno světelné místo (v celé ČR) v rozmezí (408,6 – 520,7) kWh/SM. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel) má spotřebu menší než (32,0 – 848,7) kWh/SM.

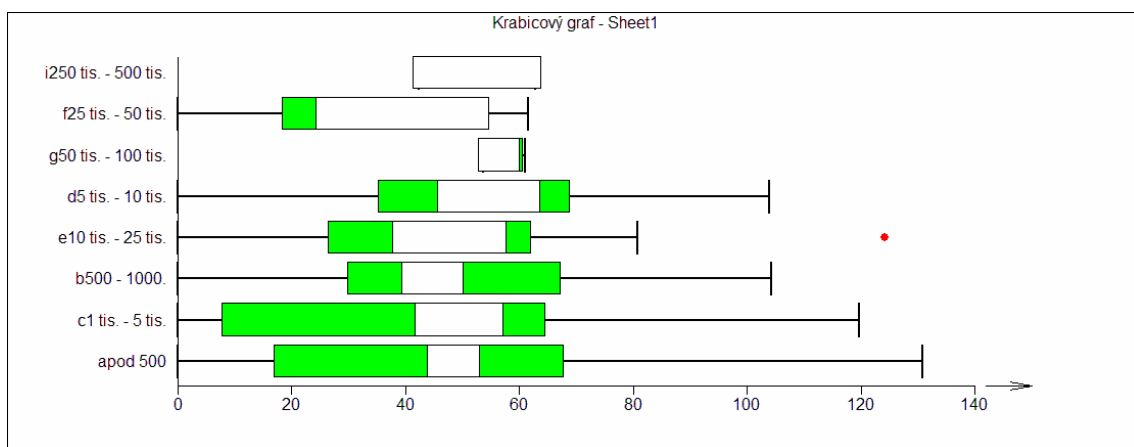
**11.3. Roční spotřeba el. energie na obyvatele**

**Tab. 11.5 – roční spotřeba el. Energie na obyvatele, souhrnná statistika**

<b>SPOTŘEBA EL. ENERGIE NA OBYVATELE SOUHRNNÁ STATISTIKA</b>							
Velikost obce, resp. města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[kWh/obyv]	[kWh/obyvatel]	[kWh <sup>2</sup> /obyvatel <sup>2</sup> ]	[kWh/obyvatel]	[kWh/obyvatel]	[kWh/obyv.]
pod 500	230	59,8	26,4	696,0	57,1	42,5	72,1
500 - 1000	99	51,9	24,3	590,5	48,7	35,5	68,4
1000 - 5000	101	56,3	23,5	553,8	56,3	43,7	71,0
5 tis. - 10 tis.	29	57,2	24,8	613,1	58,9	45,3	70,2
10 tis. - 25 tis.	28	49,4	26,9	726,1	50,2	38,6	63,3
25 tis. - 50 tis.	6	37,6	20,3	414,0	41,6	36,5	44,3
50 tis. - 100 tis.	5	57,5	3,2	10,5	56,4	55,5	60,7
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	52,5	14,4	208,3	52,5	42,3	62,7
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	1	50,6	0,0	0,0	50,6	50,6	50,6
<b>Souhrně</b>	<b>501</b>	<b>56,1</b>	<b>25,3</b>	<b>637,7</b>	<b>54,9</b>	<b>41,6</b>	<b>70,4</b>

### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí z velikostní kategorie (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrnou roční spotřebu el. energie na obyvatele 49,4 kWh/obytel (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (26,9 kWh/obytel) a výběrový rozptyl ( $726,1 \text{ kWh}^2/\text{obytel}^2$ ) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost hodnot roční spotřeby el. energie na obyvatele mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typickou roční spotřebu el. energie na světelné místo těchto obcí. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má spotřebu el. energie na obyvatele místo nižší než 50,2 kWh/obytel (výb. medián), čtvrtina z nich má spotřebu el. energie na obyvatele nižší než 38,6 kWh/obytel (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má spotřebu el. energie na obyvatele nižší než 63,3 kWh/obytel (výb. horní kvartil).



Obr. 11.4 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

Jak již bylo popsáno v pasáži věnované teoretickému základu analýzy dat, statistická indukce nám umožňuje s předem danou spolehlivostí odhadnout na základě získané databáze, jak se chová celá populace, tzn. např. jaká bude průměrná spotřeba el. energie na jedno světelné místo ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

**Tab. 11.6 - spotřeba el. energie na obyvatele, test normality výběru**

<b>SPOTŘEBA EL. ENERGIE NA OBYVATELE TEST NORMALITY VÝBĚRU</b>		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	<b>0,007</b>	<b>zamítnuta</b>
500 - 1000	<b>0,235</b>	<b>nezamítnuta</b>
1000 - 5000	<b>0,359</b>	<b>nezamítnuta</b>
5 tis. - 10 tis.	<b>0,550</b>	<b>nezamítnuta</b>
10 tis. - 25 tis.	<b>0,172</b>	<b>nezamítnuta</b>
25 tis. - 50 tis.	<b>0,107</b>	<b>nezamítnuta</b>
50 tis. - 100 tis.	<b>&gt;0,100</b>	<b>nezamítnuta</b>
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>zamítnuta</b>

**Tab. 11.7 - spotřeba el. energie na obyvatele, intervalové odhady**

<b>SPOTŘEBA EL. ENERGIE NA OBYVATELE INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. Města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [kWh/SM]		95% - ní intervalový odhad mediánu [kWh/SM]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	-	-	<b>43,0</b>	<b>53,9</b>
500 - 1000	<b>47,1</b>	<b>56,8</b>	<b>28,9</b>	<b>60,6</b>
1000 - 5000	<b>51,6</b>	<b>60,9</b>	<b>29,1</b>	<b>69,7</b>
5 tis. - 10 tis.	<b>47,8</b>	<b>66,6</b>	<b>0,7</b>	<b>108,5</b>
10 tis. - 25 tis.	<b>38,9</b>	<b>59,8</b>	<b>0,0</b>	<b>112,5</b>
25 tis. - 50 tis.	<b>16,3</b>	<b>59,0</b>	<b>1,0</b>	<b>78,0</b>
50 tis. - 100 tis.	<b>53,5</b>	<b>61,5</b>	-	-
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	-	-	<b>45,4</b>	<b>61,6</b>

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrná spotřeba el. energie těchto obcí na jednoho obyvatele (v celé ČR) v rozmezí (47,8 – 66,6) kWh/obyvatele. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel) má spotřebu menší než (0,7 – 108,5) kWh/SM.

## 11.4. Odhad spotřeby el. energie VO v ČR

Vzhledem k tomu, že známe počet obyvatel ČR (dle Sčítání lidu, 2001 to je 10 202 945 obyvatel), můžeme také odhadnout s 95% ní spolehlivostí spotřebu elektrické energie VO v ČR.

### Odhad na 1 obyvatele:

$$P(45,4 \text{ kWh / obyv.} < \text{median} < 61,6 \text{ kWh / obyv.}) = 0,95$$

### Odhad pro ČR:

$$P(463,2 \text{ GWh} < \text{median} < 628,5 \text{ GWh}) = 0,95$$

Tzn., že s 95% ní spolehlivostí můžeme tvrdit, že roční spotřeba el. energie VO v ČR bude v intervalu (463,2 – 628,5) GWh.

## 11.5. Vypočtený instalovaný příkon na světelné místo

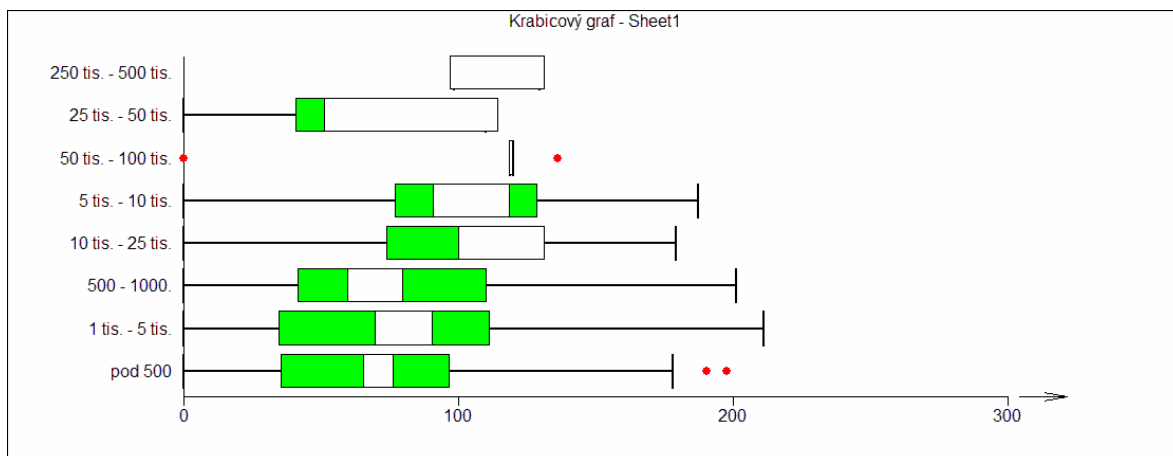
Tab. 11.8 - vypočtený instalovaný příkon na světelné místo, souhrnná statistika

VYPOČTENÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON NA SVĚTELNÉ MÍSTO SOUHRNNÁ STATISTIKA							
Velikost obce, resp. Města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[W/SM]	[W/SM]	[W <sup>2</sup> /SM <sup>2</sup> ]	[W/SM]	[W/SM]	[W/SM]
pod 500	239	82,1	37,8	1427,2	78,3	54,8	105,8
500 – 1000	97	85,8	44,2	1954,4	76,2	57,5	120,4
1000 – 5000	102	96,1	41,3	1709,6	89,8	72,8	123,7
5 tis. - 10 tis.	29	110,6	35,1	1230,7	113,7	92,1	131,7
10 tis. - 25 tis.	28	105,8	45,8	2093,3	119,3	88,1	131,5
25 tis. - 50 tis.	6	77,1	39,1	1525,1	88,0	81,4	95,1
50 tis. - 100 tis.	4	123,5	8,4	70,2	119,6	119,0	128,1
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	114,7	22,0	486,7	114,1	98,6	129,8
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	1	108,4	0,0	0,0	108,4	108,4	108,4
<b>Souhrně</b>	<b>508</b>	<b>89,0</b>	<b>40,9</b>	<b>1667,1</b>	<b>85,7</b>	<b>61,2</b>	<b>118,6</b>

### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí z velikostní kategorie (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrný vypočtený instalovaný příkon na jedno SM 105,8 W/SM. (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (45,8 W/obyv.) a výběrový rozptyl (2093,3 W<sup>2</sup>/SM<sup>2</sup>) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost hodnot roční spotřeby vypočtený instalovaný příkon na jedno SM mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typický vypočtený instalovaný příkon na jedno SM těchto obcí. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má vypočtený instalovaný příkon na jedno SM menší než 119,3 W/SM (výb. medián), čtvrtina z nich má vypočtený instalovaný příkon na jedno SM nižší než 88,1 W/SM (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má vypočtený instalovaný příkon na jedno SM nižší než 131,5 W/SM (výb. horní kvartil).





Obr. 11.5 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

Nyní určíme jaký bude vypočtený instalovaný příkon na jedno SM ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

Tab. 11.9 - vypočtený instalovaný příkon na světelné místo, test normality výběru

VYPOČTENÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON NA SVĚTELNÉ MÍSTO TEST NORMALITY VÝBĚRU		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	0,069	nezamítnuta
500 – 1000	0,056	nezamítnuta
1000 - 5000	0,197	nezamítnuta
5 tis. - 10 tis.	0,608	nezamítnuta
10 tis. - 25 tis.	0,206	zamítnuta
25 tis. - 50 tis.	<0,01	zamítnuta
50 tis. - 100 tis.	<0,05	zamítnuta
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>0,106</b>	<b>nezamítnuta</b>

**Tab. 11.10 - vypočtený instalovaný příkon na světelné místo, intervalové odhady**

<b>VYPOČTENÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON NA SVĚTELNÉ MÍSTO INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [W/obyv]		95% - ní intervalový odhad mediánu [W/obyv]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	77,4	87,0	71,1	85,5
500 – 1000	76,9	94,7	43,6	108,9
1000 – 5000	88,0	104,3	67,4	112,3
5 tis. - 10 tis.	97,3	124,0	17,0	210,5
10 tis. - 25 tis.	-	-	25,5	213,2
25 tis. - 50 tis.	-	-	16,0	160,0
50 tis. - 100 tis.	-	-	105,6	133,7
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>85,5</b>	<b>92,6</b>	<b>81,0</b>	<b>90,4</b>

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrný vypočtený instalovaný příkon na jedno SM těchto obcí na (v celé ČR) v rozmezí (97,3 – 124,0) W/SM. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel) má vypočtený instalovaný příkon na jedno SM menší než (17,0 – 210,5) W/SM.

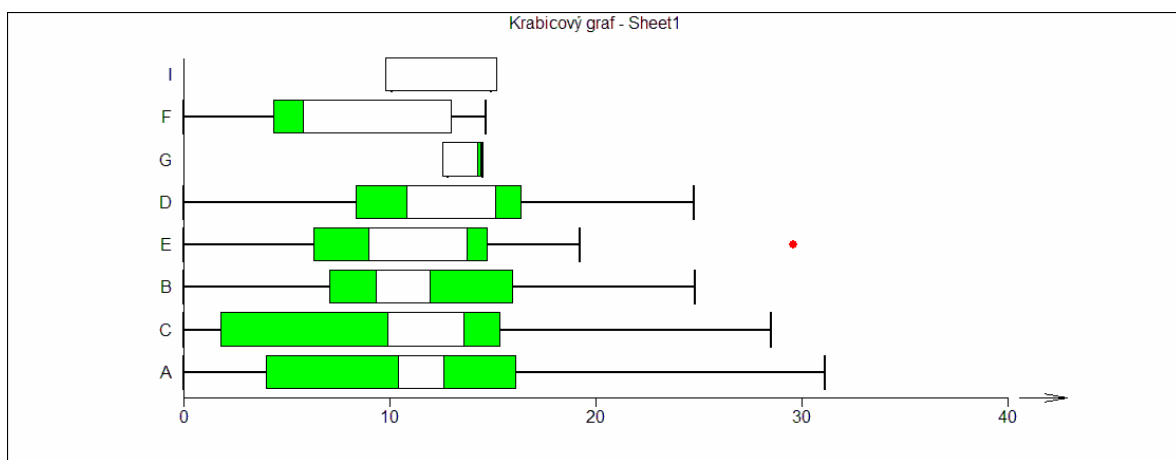
**11.6. Vypočtený instalovaný příkon na obyvatele**

**Tab. 11.11 - vypočtený instalovaný příkon na obyvatele, souhrnná statistika**

<b>VYPOČTENÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON NA OBYVATELE SOUHRNNÁ STATISTIKA</b>							
Velikost obce, resp. města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[W/obyv.]	[W/obyv.]	[W <sup>2</sup> /obyv. <sup>2</sup> ]	[W/obyv.]	[W/obyv.]	[W/obyv.]
pod 500	230	14,1	6,3	39,5	13,6	10,1	17,2
500 - 1000	99	12,4	5,8	33,5	11,6	8,5	16,3
1000 - 5000	101	13,4	5,6	31,4	13,4	10,4	16,9
5 tis. - 10 tis.	29	13,6	5,9	34,8	14,0	10,8	16,7
10 tis. - 25 tis.	28	11,8	6,4	41,1	12,0	9,2	15,1
25 tis. - 50 tis.	6	9,0	4,8	23,5	9,9	8,8	10,5
50 tis. - 100 tis.	5	13,7	0,8	0,6	13,4	13,2	14,4
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	12,5	3,4	11,8	12,5	10,1	14,9
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	1	12,1	0,0	0,0	12,1	12,1	12,1
<b>Souhrně</b>	<b>501</b>	<b>13,4</b>	<b>6,0</b>	<b>36,2</b>	<b>13,1</b>	<b>9,9</b>	<b>16,8</b>

### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí z velikostní kategorie (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrný vypočtený instalovaný příkon na obyvatele 11,8 W/obyv. (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (6,4 W/obyv.) a výběrový rozptyl ( $41,1 \text{ W}^2/\text{obyv.}^2$ ) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost hodnot roční spotřeby vypočtený instalovaný příkon na obyvatele mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typický vypočtený instalovaný příkon na jedno SM těchto obcí. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má vypočtený instalovaný příkon na obyvatele menší než 12,0 W/obyv. (výb. medián), čtvrtina z nich má vypočtený instalovaný příkon na obyvatele nižší než 9,2 W/obyv. (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má vypočtený instalovaný příkon na obyvatele nižší než 15,1 W/obyv. (výb. horní kvartil).



Obr. 11.6 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

Nyní určíme jaký bude vypočtený instalovaný příkon na obyvatele ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

**Tab. 11.12 – vypočtený instalovaný příkon na obyvatele, test normality výběru**

<b>VYPOČTENÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON NA NA OBYVATELE TEST NORMALITY VÝBĚRU</b>		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	<b>0,051</b>	<b>nezamítnuta</b>
500 – 1000	<b>0,716</b>	<b>nezamítnuta</b>
1000 – 5000	<b>0,262</b>	<b>nezamítnuta</b>
5 tis. - 10 tis.	<b>0,609</b>	<b>nezamítnuta</b>
10 tis. - 25 tis.	<b>0,172</b>	<b>nezamítnuta</b>
25 tis. - 50 tis.	<b>0,096</b>	<b>nezamítnuta</b>
50 tis. - 100 tis.	<b>&gt;0,10</b>	<b>nezamítnuta</b>
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>0,002</b>	<b>zamítnuta</b>

**Tab. 11.13 - vypočtený instalovaný příkon na obyvatele, intervalové odhady**

<b>VYPOČTENÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON NA OBYVATELE INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [W/obyv.]		95% - ní intervalový odhad mediánu [W/obyv.]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	<b>13,2</b>	<b>14,9</b>	<b>11,9</b>	<b>15,4</b>
500 – 1000	<b>11,2</b>	<b>13,5</b>	<b>7,6</b>	<b>15,5</b>
1000 – 5000	<b>12,3</b>	<b>14,5</b>	<b>10,1</b>	<b>16,7</b>
5 tis. - 10 tis.	<b>11,4</b>	<b>15,9</b>	<b>1,2</b>	<b>26,8</b>
10 tis. - 25 tis.	<b>9,3</b>	<b>14,2</b>	<b>0,0</b>	<b>27,4</b>
25 tis. - 50 tis.	<b>3,9</b>	<b>14,0</b>	<b>0,3</b>	<b>19,5</b>
50 tis. - 100 tis.	<b>12,7</b>	<b>14,6</b>	<b>12,2</b>	<b>14,7</b>
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	-	-	<b>12,4</b>	<b>13,8</b>

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrný vypočtený instalovaný příkon na jednoho obyvatele těchto obcí (v celé ČR) v rozmezí (11,4 – 15,9) W/obyv. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel) má vypočtený instalovaný příkon na obyvatele menší než (1,2 – 26,8) W/obyv.

## 11.7. Odhad vypočteného instalovaného příkonu VO v ČR

Vzhledem k tomu, že známe počet obyvatel ČR (dle Sčítání lidu, 2001 to je 10 202 945 obyvatel), můžeme také odhadnout s 95% ní spolehlivostí vypočtený instalovaný příkon VO v ČR.

### Odhad na 1 obyvatele:

$$P(12,4 \text{ W / obyv.} < \text{median} < 13,8 \text{ W / obyv.}) = 0,95$$

### Odhad pro ČR:

$$P(126,5 \text{ MW} < \text{median} < 140,8 \text{ MW}) = 0,95$$

Tzn., že s 95% ní spolehlivosti můžeme tvrdit, že v polovině případů bude vypočtený instalovaný příkon VO v ČR nižší než (126,5 – 140,8) MW.

## 11.8. Vypočtený počet světelných míst na 100 obyvatel

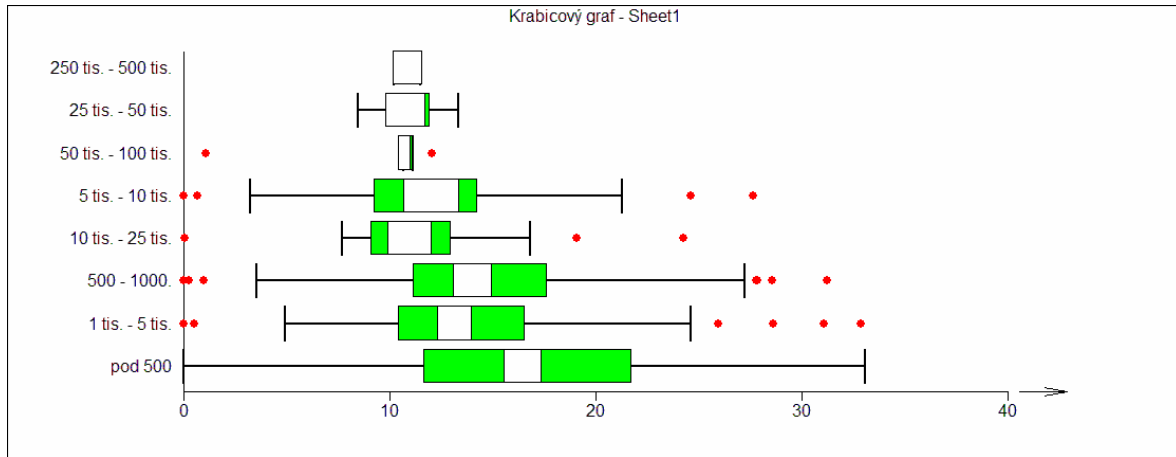
Tab. 11.14 – počet světelných míst na 100 obyvatel, souhrnná statistika

POČET SVĚTELNÝCH MÍST NA 100 OBYVATEL SOUHRNNÁ STATISTIKA							
Velikost obce, resp. města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[SM/100obyv]	[SM/100obyv]	[SM <sup>2</sup> /10 <sup>4</sup> obyv <sup>2</sup> ]	[SM/100obyv]	[SM/100obyv]	[SM/100obyv]
pod 500	267	17,7	6,7	44,4	17,0	13,0	22,1
500 - 1000	110	15,2	5,8	34,1	14,3	11,2	17,7
1000 - 5000	129	14,0	5,3	27,7	13,2	10,5	16,6
5 tis. - 10 tis.	33	12,5	5,6	30,8	12,1	10,6	14,5
10 tis. - 25 tis.	31	11,4	4,1	16,9	11,0	8,9	13,2
25 tis. - 50 tis.	7	11,0	1,7	2,8	10,8	10,1	12,9
50 tis. - 100 tis.	5	9,1	4,5	20,6	10,7	10,7	11,1
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	10,9	0,9	0,8	10,9	10,2	11,5
500 tis. - 1mil.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	1	11,1	0,0	0,0	11,1	11,1	11,1
<b>Souhrně</b>	<b>585</b>	<b>15,6</b>	<b>6,3</b>	<b>40,3</b>	<b>14,3</b>	<b>11,2</b>	<b>19,4</b>

### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí z velikostní kategorie (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrný počet světelných míst na 100 obyvatel 12,5 SM/100obyvatel (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (5,6 SM/100obyvatel) a výběrový rozptyl (30,8 SM<sup>2</sup>/10<sup>4</sup>obyvatel<sup>2</sup>) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost počtu světelných míst na 100 obyvatel mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typický počet světelných míst na 100 obyvatel. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má počet světelných míst na 100 obyvatel nižší než 12,1 SM/100obyvatel

(výb. medián), čtvrtina z nich má počet světelných míst na 100 obyvatel nižší než 10,6 SM/100obyvatel (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má počet světelných míst na 100 obyvatel nižší než 14,5 SM/100obyvatel (výb. horní kvartil).



Obr. 11.7 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

Jak již bylo popsáno v pasáži věnované teoretickému základu analýzy dat, statistická indukce nám umožňuje s předem danou spolehlivostí odhadnout na základě získané databáze, jak se chová celá populace, tzn. např. jaký bude průměrný počet světelných míst na 100 obyvatel ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

**Tab. 11.15 – počet světelných míst na 100 obyvatel, test normality výběru**

<b>POČET SVĚTELNÝCH MÍST NA 100 OBYVATEL TEST NORMALITY VÝBĚRU</b>		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	<b>0,011</b>	<b>zamítnuta</b>
500 - 1000	<b>0,115</b>	<b>nezamítnuta</b>
1000 - 5000	<b>0,194</b>	<b>nezamítnuta</b>
5 tis. - 10 tis.	<b>0,047</b>	<b>zamítnuta</b>
10 tis. - 25 tis.	<b>0,024</b>	<b>zamítnuta</b>
25 tis. - 50 tis.	<b>&gt;0,10</b>	<b>nezamítnuta</b>
50 tis. - 100 tis.	<b>&lt;0,01</b>	<b>zamítnuta</b>
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>

**Tab. 11.16 – počet světelných míst na 100 obyvatel, intervalové odhady**

<b>POČET SVĚTELNÝCH MÍST NA 100 OBYVATEL INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [SM/100obyv]		95% - ní intervalový odhad mediánu [SM/100obyv]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	-	-	<b>14,9</b>	<b>18,1</b>
500 - 1000	<b>14,0</b>	<b>16,3</b>	<b>11,1</b>	<b>16,9</b>
1000 - 5000	<b>13,1</b>	<b>14,9</b>	<b>10,8</b>	<b>15,5</b>
5 tis. - 10 tis.	-	-	<b>0,0</b>	<b>26,4</b>
10 tis. - 25 tis.	-	-	<b>0,0</b>	<b>23,6</b>
25 tis. - 50 tis.	-	-	<b>7,8</b>	<b>13,8</b>
50 tis. - 100 tis.	-	-	-	-
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	-	-	<b>13,3</b>	<b>14,5</b>

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „500 – 1 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrný počet světelných míst na 100 obyvatel v těchto obcích (v celé ČR) v rozmezí (14,0 – 16,3) SM/100obyvatel. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „500 – 1 tis.“ obyvatel) má počet světelných míst na 100 obyvatel menší než (10,8 – 15,5) SM/100obyvatel.

## 11.9. Odhad počtu světelných míst v ČR

Vzhledem k tomu, že známe počet obyvatel ČR (dle Sčítání lidu, 2001 to je 10 202 945 obyvatel), můžeme také odhadnout s 95% ní spolehlivostí počet světelných míst v ČR.

### Odhad na 1 obyvatele:

$$P(13,3 SM / 100obyv < median < 14,5 SM / 100obyv) = 0,95$$

### Odhad pro ČR:

$$P(1,357 mil. SM < median < 1,479 mil. SM) = 0,95$$

Tzn., že s 95% ní spolehlivostí můžeme tvrdit, že počet světelných míst v ČR bude v intervalu (1,357 – 1,479) mil. SM.

## 11.10. Výpočet stavu regulovaných soustav VO

Tab. 11.17 – zastoupení obcí uplatňujících regulaci

ZASTOUPENÍ OBCÍ UPLATŇUJÍCÍCH REGULACI VO				
Velikost obce, resp. města	Počet obcí v databázi	Výběrová relativní četnost [%]	95% - ní intervalový odhad relativní četnosti [%]	
			Dolní mez	Horní mez
pod 500	292	70,2	64,6	75,4
500 – 1000	113	71,7	62,5	79,8
1000 – 5000	131	64,9	56,1	73,0
5 tis. - 10 tis.	34	58,8	40,7	75,3
10 tis. - 25 tis.	30	50,0	31,3	68,7
25 tis. - 50 tis.	6	83,3	35,8	99,5
50 tis. - 100 tis.	5	60,0	14,7	94,7
100 tis. - 250 tis.	0	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	100,0	-	-
500 tis. - 1000 tis.	0	-	-	-
nad 1000 tis.	1	100,0	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>613</b>	<b>67,9</b>	<b>64,8</b>	<b>71,0</b>

### Metodický návod pro porozumění tabulce:

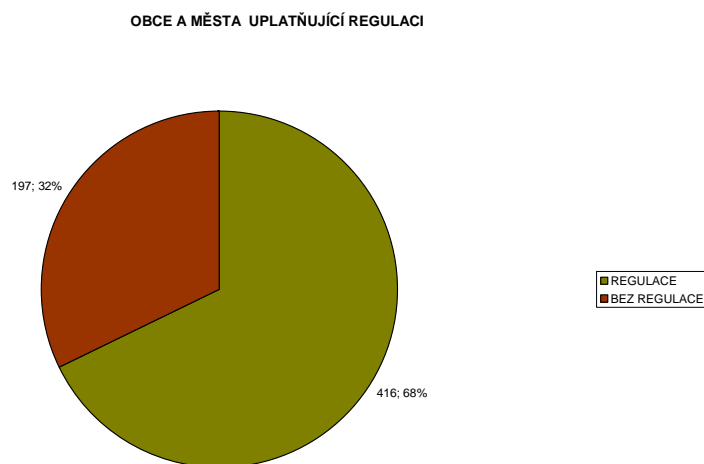
Např.: V databázi bylo zpracovááno 292 obcí pod 500 obyvatel. 70,2% (výběrová relativní četnost) z nich uplatňuje regulaci VO. Na základě těchto údajů můžeme odhadnout s 95% ní spolehlivostí, že v ČR uplatňuje regulaci (64,6% - 75,4%) obcí pod 500 obyvatel (95% ní interval spolehlivosti pro relativní četnost). Odhlédneme-li od členění obcí podle počtu obyvatel, pak konstatujeme, že na základě informací od představitelů 613 obcí jsme zjistili, že 67,9% z nich uplatňuje regulaci VO. S 95% ní spolehlivostí tedy můžeme tvrdit, že v ČR uplatňuje regulaci VO mezi (64,8% - 71,0%) obcí.



**Poznámka:**

Intervalové odhady pro obce o velikosti (25 tis. – 50 tis.), resp. (50 tis. – 100 tis.) obyvatel jsou pro nás vzhledem ke své šířce málo významné. Toto je způsobeno malým počtem obcí (6, resp. 5) v uvedených velikostních kategoriích. Z obdobného důvodu nebyly provedeny intervalové odhady pro obce nad 100 tis. obyvatel.

**Grafický výstup pro ČR – výsečový graf:**



*Obr. 11.8 - výsečový graf*

## 11.11. Výpočet zastoupení provozovatelů VO

Tab. 11.18 – výpočet zastoupení pozorovatelů VO

		Provozovatel VO				Celkem
		Pracovník OÚ, MÚ	Firma s nadpol. vlastnictvím obce	Privátní firma	Právníká osoba	
Velikost obce	pod 500	227	13	14	38	291
		36,8	2,1	2,3	6,2	47,4
		77,7	4,5	4,8	13,0	100,0
	500 - 1000	81	5	11	16	113
		13,2	0,8	1,8	2,6	18,4
		71,7	4,4	9,7	14,2	100,0
	1000 - 5000	79	11	18	23	131
		12,8	1,8	2,9	3,7	21,3
		60,3	8,4	13,7	17,6	100,0
	5 tis. - 10 tis.	11	13	3	7	34
		1,8	2,1	0,5	1,1	5,5
		32,4	38,2	8,8	20,6	100,0
	10 tis. - 25 tis.	9	9	3	10	31
1,5		1,5	0,5	1,6	5,0	
29,0		29,0	9,7	32,3	100,0	
25 tis. - 50 tis.	2	2	1	2	7	
	0,3	0,3	0,2	0,3	1,1	
	28,6	28,6	14,3	28,6	100,0	
50 tis. - 100 tis.	1	2	0	2	5	
	0,2	0,3	0	0,3	0,8	
	20,0	40,0	0	40,0	100,0	
100 tis. - 250 tis.	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	
	-	-	-	-	100,0	
250 tis. - 500 tis.	0	2	0	0	2	
	0	0,3	0	0	0,3	
	0	100,0	0	0	100,0	
500 tis. - 1000 tis.	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	
	-	-	-	-	100,0	
nad 1000 tis.	0	0	0	1	1	
	0	0	0	0,2	0,2	
	0	0	0	100,0	100,0	
<b>Celkem</b>		409	57	50	99	616
		66,6	9,2	8,1	16,1	100,0

### Metodický návod pro porozumění tabulce:

V jádru tabulky jsou v každé buňce uvedeny 3 údaje – absolutní četnost, relativní četnost a řádková relativní četnost. Např. z buňky příslušející velikosti obce „pod 500“ a provozovateli VO „Pracovník OÚ, MÚ“ zjistíme, že VO provozuje „Pracovník OÚ, MÚ“ ve 227 obcích „pod 500“ obyvatel. Tato kombinace činí 36,8% ze všech možných kombinací. Zároveň můžeme říci, že v 77,7% obcí „pod 500“ obyvatel je provozovatelem právě „Pracovník OÚ, MÚ“. Celkem je v databázi 291 (47,4%) obcí „pod 500“ obyvatel a dále je zřejmé, že ve 409 (66,6%) obcích (bez ohledu na velikost) provozuje VO „Pracovník OÚ, MÚ“ (viz. Celkem).

## 11.12. Výpočet podílu kabelových rozvodů ve VO [%]

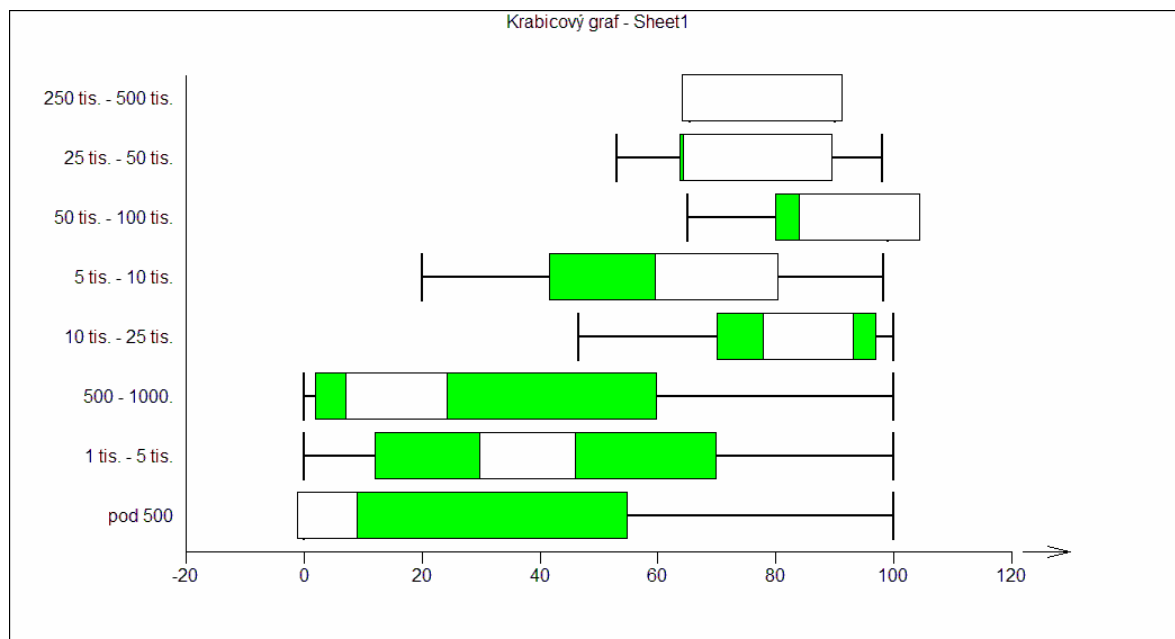
Tab. 11.19 – kabelové rozvody [%], souhrnná statistika

KABELOVÉ ROZVODY [%] SOUHRNNÁ STATISTIKA							
Velikost obce, resp. města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[%]	[%]	[% <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[%]
pod 500	295	29,2	38,4	1475,4	4,0	0,0	56
500 - 1000	109	32,5	34,5	1109,7	15,8	2,0	60,0
1000 - 5000	125	42,6	33,5	1120,7	38,0	12,0	70,0
5 tis. - 10 tis.	30	82,0	16,4	270,1	85,5	70,0	98,0
10 tis. - 25 tis.	33	63,0	23,0	528,0	70,0	41,7	80,0
25 tis. - 50 tis.	6	75,0	16,5	270,8	77,7	60,0	85,0
50 tis. - 100 tis.	5	86,6	14,1	196,5	94,2	80,0	94,6
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	77,7	17,4	302,6	77,7	65,4	90,0
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	1	20,0	0	0	20,0	20,0	20,0
<b>Souhrně</b>	<b>586</b>	<b>38,4</b>	<b>37,6</b>	<b>1415,6</b>	<b>28,3</b>	<b>0</b>	<b>75,0</b>

### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí v velikostní kategorii (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrné zastoupení kabelových rozvodů 63,0 [%] (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (23,0 [%]) a výběrový rozptyl (528,0 [%<sup>2</sup>]) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost hodnot zastoupení kabelových rozvodů mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typické zastoupení kabelových rozvodů těchto obcí. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má zastoupení kabelových rozvodů nižší než 70,0 [%] (výb. medián), čtvrtina z nich má zastoupení kabelových rozvodů nižší než 41,7 [%] (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má zastoupení kabelových rozvodů nižší než 80,0 [%] (výb. horní kvartil).

## Grafický výstup – vícenásobný krabicový graf:



Obr. 11.9 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

V této pasáži odhadujeme pomocí metody intervalových odhadů jaké bude průměrné zastoupení kabelových rozvodů ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

Tab. 11.20 – kabelové rozvody [%], test normality výběru

<b>KABELOVÉ ROZVODY [%] TEST NORMALITY VÝBĚRU</b>		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	0,000	zamítnuta
500 - 1000	0,000	zamítnuta
1000 - 5000	0,000	zamítnuta
5 tis. - 10 tis.	0,390	nezamítnuta
10 tis. - 25 tis.	0,165	nezamítnuta
25 tis. - 50 tis.	>0,10	nezamítnuta
50 tis. - 100 tis.	>0,10	nezamítnuta
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>

Tab. 11.21 – kabelové rozvody [%], intervalové odhady

<b>KABELOVÉ ROZVODY [%] INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [kWh/SM]		95% - ní intervalový odhad mediánu [kWh/SM]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	-	-	0,0	12,5
500 - 1000	-	-	0,0	44,1
1000 - 5000	-	-	17,8	58,2
5 tis. - 10 tis.	54,8	71,1	29,3	100,0
10 tis. - 25 tis.	75,8	88,1	57,5	100,0
25 tis. - 50 tis.	57,7	92,3	47,5	100,0
50 tis. - 100 tis.	69,2	100,0	-	-
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	-	-	20,4	35,4

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrné zastoupení kabelových rozvodů v těchto obcích (v celé ČR) v rozmezí (54,8 – 71,1) %. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel) má zastoupení kabelových rozvodů menší než (29,3 – 100,0) %.

### 11.13. Výpočet podílu venkovních rozvodů ve VO [km]

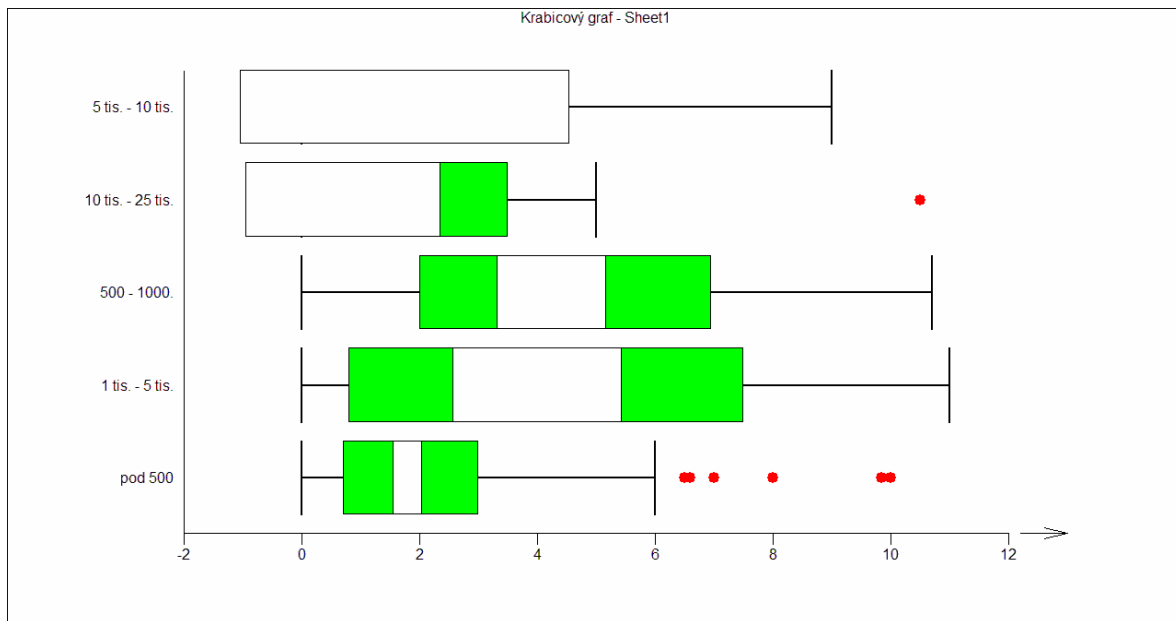
Tab. 11.22 – venkovní rozvody [km], souhrnná statistika

VENKOVNÍ ROZVODY [KM] SOUHRNNÁ STATISTIKA							
Velikost obce, resp. města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[km]	[km]	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[km]	[km]
pod 500	203	2,1	1,9	3,5	1,8	0,7	3,0
500 - 1000	70	4,6	3,3	10,8	4,2	2,0	7,0
1000 - 5000	53	4,5	3,7	14,0	4,0	0,8	7,5
5 tis. - 10 tis.	6	2,9	3,6	12,8	1,8	0	5,0
10 tis. - 25 tis.	11	2,2	3,3	10,7	0,7	0	4,0
25 tis. - 50 tis.	-	-	-	-	-	-	-
50 tis. - 100 tis.	1	10,0	0	0	10,0	10,0	10,0
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>344</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>8,4</b>	<b>2,0</b>	<b>0,8</b>	<b>4,9</b>

#### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí v velikostní kategorii (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrné zastoupení venkovních rozvodů 2,2 [km] (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (3,3 [km]) a výběrový rozptyl (10,7 [km<sup>2</sup>]) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost hodnot zastoupení venkovních rozvodů mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typické zastoupení venkovních rozvodů těchto obcí. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má zastoupení venkovních rozvodů nižší než 0,7 [km] (výb. medián), tři čtvrtiny z nich mají zastoupení venkovních rozvodů vyšší než 0 [km] (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má zastoupení venkovních rozvodů menší než 4,0 [km] (výb. horní kvartil).

## Grafický výstup – vícenásobný krabicový graf:



Obr. 11.10 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

V této pasáži odhadujeme pomocí metody intervalových odhadů jaké bude průměrné zastoupení kabelových rozvodů ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

Tab. 11.23 – venkovní rozvody [km], test normality výběru

<b>VENKOVNÍ ROZVODY [KM] TEST NORMALITY VÝBĚRU</b>		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>
500 - 1000	<b>0,341</b>	<b>nezamítnuta</b>
1000 - 5000	<b>0,096</b>	<b>nezamítnuta</b>
5 tis. - 10 tis.	<b>&gt;0,10</b>	<b>nezamítnuta</b>
10 tis. - 25 tis.	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>
25 tis. - 50 tis.	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>
50 tis. - 100 tis.	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>

Tab. 11.24 – venkovní rozvody [km], intervalové odhady

<b>VENKOVNÍ ROZVODY [KM] INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [km]		95% - ní intervalový odhad mediánu [km]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	-	-	<b>1,5</b>	<b>2,6</b>
500 - 1000	<b>3,8</b>	<b>5,3</b>	<b>0,0</b>	<b>8,6</b>
1000 - 5000	<b>3,4</b>	<b>5,5</b>	<b>0,0</b>	<b>9,6</b>
5 tis. - 10 tis.	<b>0,0</b>	<b>6,7</b>	<b>0,0</b>	<b>7,7</b>
10 tis. - 25 tis.	-	-	<b>0,0</b>	<b>6,7</b>
25 tis. - 50 tis.	-	-	-	-
50 tis. - 100 tis.	-	-	-	-
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	-	-	<b>1,4</b>	<b>2,6</b>

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrné zastoupení venkovních rozvodů v těchto obcích (v celé ČR) v rozmezí (0,0 – 6,7) km. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel) má zastoupení venkovních rozvodů menší než (0,0– 7,7) km.



## 11.14. Výpočet podílu venkovních rozvodů ve VO [%]

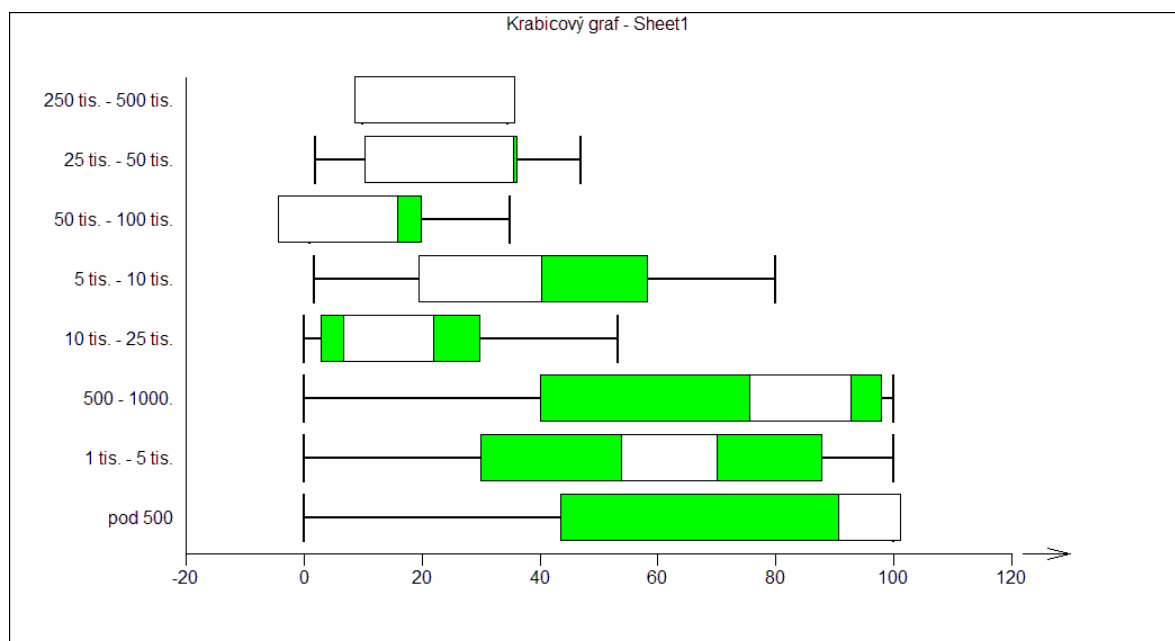
Tab. 11.25 – venkovní rozvody [%], souhrnná statistika

<b>VENKOVNÍ ROZVODY [%] SOUHRNNÁ STATISTIKA</b>							
Velikost obce, resp. města	Počet obcí	Průměr	Výb. směr. odchylka	Výb. rozptyl	Výb. medián	Výb. dolní kvartil	Výb. horní kvartil
		[%]	[%]	[% <sup>2</sup> ]	[%]	[%]	[%]
pod 500	275	70,6	38,5	1484,9	96,0	43,0	100,0
500 - 1000	109	67,5	34,5	1189,7	84,2	40,0	98,0
1000 - 5000	125	57,4	33,5	1120,6	62,0	30,0	88,0
5 tis. - 10 tis.	33	37,0	23,0	528,0	30,0	20,0	58,3
10 tis. - 25 tis.	30	18,1	16,4	270,1	14,5	2,0	30,0
25 tis. - 50 tis.	6	25,0	16,5	270,8	23,0	15,0	40,0
50 tis. - 100 tis.	5	13,5	14,0	196,1	5,9	5,4	20,0
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	2	22,3	17,4	302,6	22,3	10,0	34,6
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-	-	-	-
nad 1000 tis.	1	80,0	0	0	80,0	80,0	80,0
<b>Souhrně</b>	<b>586</b>	<b>61,5</b>	<b>37,7</b>	<b>1417,9</b>	<b>71,2</b>	<b>25,0</b>	<b>100,0</b>

### Metodický návod pro čtení tabulky:

U obcí z velikostní kategorie (10 tis. – 25 tis.) obyvatel jsme zjistili průměrné zastoupení venkovních rozvodů 18,1 [%] (průměr). Výběrová směrodatná odchylka (16,4 [%]) a výběrový rozptyl (270,1 [%<sup>2</sup>]) jsou mírami variability dat (rozptyl = směr. odchylka<sup>2</sup>) – čím jsou větší, tím větší je rozptýlenost hodnot zastoupení venkovních rozvodů mezi jednotlivými obcemi uvnitř této velikostní kategorie, tzn. tím hůře reprezentuje průměr typické zastoupení venkovních rozvodů těchto obcí. Polovina z vyhodnocovaných obcí této velikostní kategorie má zastoupení venkovních rozvodů nižší než 14,5 [%] (výb. medián), čtvrtina z nich má zastoupení venkovních rozvodů nižší než 2,0 [%] (výb. dolní kvartil) a 75% těchto obcí má zastoupení venkovních rozvodů nižší než 30,0 [%] (výb. horní kvartil).

## Grafický výstup – vícenásobný krabicový graf:



Obr. 11.11 - vícenásobný krabicový graf

### Intervalové odhady

V této pasáži odhadujeme pomocí metody intervalových odhadů jaké bude průměrné zastoupení venkovních rozvodů ve všech obcích a městech ČR, resp. v obcích (popř. městech) z určité velikostní skupiny. V případě, že výběr, který budeme zpracovávat bude pocházet z normálního rozdělení, uvedeme 95% ní oboustranný intervalový odhad střední hodnoty a 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu. Pokud normalita výběru nebude potvrzena, nelze použít parametrické odhady (mezi něž odhad střední hodnoty patří) a pak uvedeme pouze 95% ní oboustranný intervalový odhad mediánu, pro jehož konstrukci není nutné, abychom měli k dispozici výběr z normálního rozdělení (patří mezi tzv. robustní odhady).

### Test normality výběru

$H_0$ : Výběr pochází z normálního rozdělení

$H_A$ : Výběr nepochází z normálního rozdělení

Tab. 11.26 – venkovní rozvody [%], test normality výběru

<b>VENKOVNÍ ROZVODY [%] TEST NORMALITY VÝBĚRU</b>		
Velikost obce, resp. města	p-hodnota	Výsledek testu
pod 500	0,000	zamítnuta
500 – 1000	0,000	zamítnuta
1000 – 5000	0,000	zamítnuta
5 tis. - 10 tis.	0,390	nezamítnuta
10 tis. - 25 tis.	0,361	nezamítnuta
25 tis. - 50 tis.	>0,10	nezamítnuta
50 tis. - 100 tis.	>0,10	nezamítnuta
100 tis. - 250 tis.	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-
nad 1000 tis.	-	-
<b>Souhrně</b>	<b>0,000</b>	<b>zamítnuta</b>

Tab. 11.27 – venkovní rozvody [%], intervalové odhady

<b>VENKOVNÍ ROZVODY [%] INTERVALOVÉ ODHADY</b>				
Velikost obce, resp. města	95% - ní intervalový odhad střední hodnoty [%]		95% - ní intervalový odhad mediánu [%]	
	Dolní mez	Horní mez	Dolní mez	Horní mez
pod 500	-	-	86,5	100,0
500 - 1000	-	-	55,9	100,0
1000 - 5000	-	-	41,8	82,2
5 tis. - 10 tis.	28,8	45,1	0,0	70,7
10 tis. - 25 tis.	11,9	24,2	0,0	42,3
25 tis. - 50 tis.	7,7	42,3	0,0	52,5
50 tis. - 100 tis.	0,0	30,8	-	-
100 tis. - 250 tis.	-	-	-	-
250 tis. - 500 tis.	-	-	-	-
500 tis. - 1000 tis.	-	-	-	-
nad 1000 tis.	-	-	-	-
<b>Souhrně</b>	-	-	<b>63,9</b>	<b>78,9</b>

**Metodický návod pro použití intervalových odhadů:**

Např. o obcích o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel můžeme říci, že s 95%-ní spolehlivostí je průměrné zastoupení venkovních rozvodů v těchto obcích (v celé ČR) v rozmezí (28,8 – 45,1) %. Zároveň můžeme s 95%-ní spolehlivostí tvrdit, že polovina všech obcí ČR (o velikosti „5 tis. – 10 tis.“ obyvatel) má zastoupení venkovních rozvodů menší než (0,0– 70,7) %.

## 12. INVESTIČNÍ ROZHODOVÁNÍ PŘI OBNOVĚ SOUČASNÝCH SOUSTAV VO

Finance jsou až na prvním místě. V případě obnovy nebo modernizace VO to samozřejmě platí také. Investiční pohled a hodnocení nákladů na projekty související s obnovou nebo modernizací je bohužel zjednodušený, avšak velmi obvyklý. Proto jsou naše města a obce "zdobena" soustavami VO, které byly sice levné v pořizovací ceně, ale v průběhu jejich života mohou náklady na ně vynaložené mnohonásobně převyšovat soustavy VO, které byly sice investičně dražší, avšak svému provozovateli v průběhu let mnoho ušetří.

Osvětlovací soustava veřejného osvětlení musí splňovat kromě své základní technické funkce tj. zajištění dostatečných, normami požadovaných světelně-technických parametrů, také další požadavky jako je bezpečnost dopravy, snižování kriminality ve městech, architektonické funkce, atd.

**Jen taková osvětlovací soustava, která je navržena v souladu s výše uvedenými požadavky (tj. s požadavky norem a v souladu s požadavky uživatele) vytváří předpoklady pro dlouhodobou a bezchybnou funkci.**

### 12.1.1. Otázky před investičním rozhodnutím

Investor, tedy obec by měla před zahájením prací na projektech obnovy nebo před jakoukoli investicí do VO zvážit a zohlednit následující **parametry, vlastnosti a užité hodnoty, ke kterým by měl projektant před vlastním návrhem VO přihlédnout:**

- typ svítidel ve vztahu k oblasti, která je osvětlována (různé třídy komunikací, pěší zóny, náměstí, obytné zóny, atd.)
  - rozhodněte, kterou část obce budete nasvětlovat (rozhodnutí proveďte na základě ČSN EN 13201-1-4). Dnešní výrobci velmi cíleně vyrábí mnoho různých typů svítidel pro vyhraněný účel a použití. Jeden typ svítidla může být a zpravidla je k dispozici s několika různými optikami právě podle účelu jeho použití.
- bezpečnost silničního provozu (zvýšení bezpečnosti vlivem osvětlení)
  - vyberte v obci ty lokality, které jsou kritické z pohledu bezpečnosti dopravy, jako například přechody pro chodce, kruhové objezdy, křižovatky a od projektanta požadujte speciální světelná řešení těchto kritických míst
- míra kriminality (zvláště v odlehlých obytných zónách)
  - identifikujte v obci ty lokality, které jsou nebo mohou být kritické z pohledu kriminality a opět od projektanta požadujte speciální světelné řešení těchto kritických míst.
- zvýšení ekonomické aktivity (zejména v centrálních oblastech obcí a měst)
  - vytipujte ta místa v obci, která jsou společensky a obchodně exponována, a která mohou velmi výrazně ovlivnit vnímání kvality života v obci (viz. odst. „Implicitní užitek“).

- zvýšení atraktivity prostředí
  - zvažte, do jaké míry a v jakých lokalitách je pro Vás vhodné akcentovat i určité designové a estetické vlastnosti osvětlovací soustavy použitím designově vhodných svítidel včetně jejich příslušenství (stožáry VO, výložníky atd.)
- provoz soustavy VO (servisní náklady)
  - věnujte zvýšenou pozornost podkladům a informacím o kvalitě svítidel a to z pohledu materiálů, kvality provedení a to zejména ve vztahu k množství a nutnosti servisních zásahů mimo plošné a plánované výměny světelných zdrojů.
  - Vezměte v úvahu dva faktory:
    - dobu na kterou investici pořizujete (zpravidla min. 15, standardně však 20 – 25 let)
    - dynamiku ceny práce, tedy budoucích nákladů na servis po celou dobu užívání investice. (viz. servisní náklady – vzorový výpočet).
- spotřeba el. energie a možnosti její optimalizace
  - důkladně zvažte, ve spolupráci s projektantem, možnosti stmívání v při nižší hustotě provozu v různých lokalitách Vaší obce tak, abyste dosáhli rovnováhy mezi následujícími vlivy:
    - parametry požadované normami pro osvětlování komunikací
    - minimalizace spotřeby el. energie.
- enviromentální otázky
  - zabývejte se, při Vašem investičním rozhodování, úvahou jak, kde a z čeho bylo svítidlo vyrobeno, z jakých materiálů a za jakých podmínek bude možno svítidlo recyklovat po skončení jeho životnosti. Tento aspekt je o odpovědnosti a sleduje poslední evropské trendy nejen v této oblasti. Mnoho současných municipalit jednoznačně preferuje nákup pouze takových komodit, které splňují plné nároky na recyklovatelnost a energetickou nenáročnost ve výrobě. V oblasti svítidel je současným materiálem hliník, který splňuje většinu těchto požadavků.

### 12.1.2. Konstrukce svítidel

- **korpus svítidla**
  - V roce 2006 bylo **85% všech svítidel**, která byla prodána napříč všemi významnými **evropskými výrobci**, vyrobena z plně **recyklovatelných materiálů**; tj. vztaženo ke korpusu svítidla především **hliník**. Tento trend je velmi patrný v posledních letech, zejména ve vyspělých zemích Evropy a tzv. „green poptávka“ po produktech vyráběných z plně recyklovatelných materiálů z roku na rok významně posiluje.
  - Nejedná se tedy o otázku zda-li hliník nebo plast, jedná se o otázku zdali **recyklovatelný nebo nerecyklovatelný materiál**, z kterého jsou svítidla vyrobena. **Hliník** však v současné době reprezentuje prvotřídní recyklovatelný materiál, který nejenom že poskytuje stabilní kvalitativní parametry po celou dobu života svítidla (v krajních případech – u korpusů svítidel až 30 let), ale po uplynutí této doby je plně a bez mimořádných energetických nároků recyklovatelný, což v současné době neplatí v případě plastů.

- **Optická část svítidla**

- **Reflektor** slouží k vhodné distribuci světelného toku pomocí zrcadlového odrazu. Nejvhodnější současný materiál ke konstrukci reflektorů je opět **hliník**. Nejenže **je plně recyklovatelný**, ale dá se velice dobře tvarově přizpůsobit k optimálnímu tvaru odrazné plochy. Mezi další výhody patří dobrá tepelná vodivost k odvodu tepelné energie od světelného zdroje, vysoká odraznost leštěného hliníku a jeho velká odolnost vůči vnějším vlivům a UV záření.
- **Difuzor** slouží k vhodné distribuci světelného toku pomocí prostupu světelného toku. Difuzor by měl být vyroben z materiálů s velkou světelnou propustností a odolností vůči UV záření, tak aby nedocházelo k degradaci materiálu difuzoru a tím ke snížení jeho účinnosti. Z hlediska propustnosti a odolnosti vůči UV je nejvhodnější materiál pro difuzor **sklo**.

- **Údržba**

- svítidlo by mělo umožňovat snadnou a rychlou výměnu světelných zdrojů na stožáru, bez pomoci nářadí.

### 12.1.3. Rušivé světlo

Je podrobně popsáno v kapitole 5. Úkolem konstruktérů a výrobců svítidel je, aby navrhovali nejenom taková svítidla, která budou vyrobena z plně recyklovatelných materiálů a byla vybavena takovými komponenty, které budou efektivně využívat elektrickou energii, ale aby byl světelný tok distribuován pouze do těch míst či prostorů, které jsou předmětem osvětlování.

### 12.1.4. Doba života svítidla

Doba života svítidel je vedle jeho distribuce světelného toku významným argumentem při výběru svítidel VO. Na délku doby života svítidla má vliv materiál, z něhož je svítidlo vyrobeno a stupeň jeho krytí.

- **Stupeň krytí**

- čím větší je toto číslo, tím je svítidlo odolnější vůči vniku nežádoucích pevných částic, vody a potažmo hmyzu. Použití svítidel s **vysokým** krytím zaručuje spolu s vhodným elektrickým vybavením **dlouhou života svítidla**.
- je-li požadována záruka vysoké ochrany před vniknutím cizích předmětů a vody do svítidla, pak se doporučuje použít svítidlo s krytím IP 66 a více. Svítidlo s krytím IP 66 je zcela chráněno před vniknutím prachu a také před intenzivně stříkající vodou.
- stupeň krytí je jeden z hlavních faktorů při určování udržovacího činitele pro výpočet osvětlení. U svítidel s vysokým krytím proto nedochází ke zbytečnému přesvětlování komunikací u nových instalacích.

### 12.1.5. Náklady

Jedním z kritických faktorů investičního rozhodování v oblasti rekonstrukce nebo modernizace VO je otázka doby života životnosti a nákladů na údržbu. Moderní evropská svítidla jsou konstruována tak, aby zajistila uživateli, tedy městům a obcím minimální provozuschopnost 25 – 30 let. To znamená, že jejich konstrukce a použité materiály umožňují provoz po celou dobu života při dodržení plánované údržby (čištění svítidel a výměna světelných zdrojů).

Cena lidské práce je v současné době v ČR na relativně nízké úrovni ve vztahu k vyspělejším zemím EU. Je tudíž běžnou ekonomickou praxí příliš nezohledňovat cenu lidské práce, jelikož v cenách roku 2007 není příliš významnou položkou. Nicméně investiční rozhodování činěné na příštích 20 – 25 let musí s položkou dynamicky rostoucí ceny práce a tedy i údržby počítat.

### 12.1.6. Úspory

Veřejné osvětlení je jedním z významných spotřebitelů elektrické energie v kontextu každé rozvíjející se ekonomiky. Mnoho světových a evropských institucí (Evropská unie, Světová banka, atd. ) iniciují programy na podporu projektů a technologických řešení, které dlouhodobě vedou k úsporám elektrické energie.

Je odpovědné a moderní realizovat takové projekty, které v budoucnu umožní úsporu elektrické energie při zachování potřebných výkonových parametrů a tím sníží budoucí energetické a environmentální zatížení, ale takové projekty se stávají i ekonomicky výhodné s využitím podpor a grantů od výše zmíněných evropských či světových institucí.

„Chytrá a inteligentní řešení“ v této oblasti jsou nejaktuálnějším trendem, který je značně podporován všemi státními, evropskými či světovými institucemi.

### 12.1.7. Implicitní užitek

Obecně je rozšířen mýtus, že investice do obnovy veřejného osvětlení není investicí v pravém slova smyslu, protože nevytváří výnos, tedy peněžní výnos. Kvalitní a atraktivně navržené veřejné osvětlení však spoluvytváří hodnotu, hodnotu vyjádřitelnou v kvalitě prostředí, ve kterém lidé žijí. Tato kvalita prostředí však vyvolává tzv. implicitní užitek, kdy lidé v příjemném prostředí tráví více času, tím utrácejí více peněz, tím podporují rozvoj místních podniků a ty odvádějí městu více na daních. Lidé chtějí bydlet v atraktivních lokalitách, zvyšuje se tedy poptávka po bydlení a koloběh se opakuje.

**Výhodnost takovéto investice se tedy nevyjadřuje ve standardních ekonomických ukazatelích jako jsou u „klasických“ investičních projektů, ale v míře implicitního, pozitivního užítku, který takovéto investice vyvolá.**

### 12.1.8. Vyhodnocení investičního rozhodování

Projekty, které jsou kvalitně zpracovány a které zohledňují výše uvedené kvalitativní parametry a jsou i následně stejně kvalitně vyhodnoceny mají mnohem větší šanci na úspěch při získávání investičních prostředků z operačních programů EU, ale i z jiných zdrojů.

Obecně lze říci, že je v současné době nadbytek investičních prostředků, ale nedostatek kvalitních projektů. Tady lze namítnout, že investice do obnovy veřejného osvětlení není investicí v pravém slova smyslu, protože nevytváří výnos, tedy peněžní výnos. Kvalitní a atraktivně navržené veřejné osvětlení však spoluvytváří hodnotu, hodnotu vyjádřitelnou v kvalitě prostředí ve kterém lidé žijí. Tato kvalita prostředí však vyvolává tzv. implicitní užitek, kdy lidé v příjemném prostředí tráví více času, tím utrácejí

více peněz, tím podporují rozvoj místních podniků a ty odvádějí městu více na daních. Lidé se chtějí bydlet v atraktivních lokalitách, zvyšuje se tedy poptávka po bydlení a koloběh se opakuje.

Pozorným studiem operačních programů EU již schválených pro období 2007-2013 zjistíme, že právě projekty zaměřené na revitalizaci městských a obecních center, zvýšení atraktivity a kvality prostředí jsou společným jmenovatelem mnoha těchto programů.



### 13. PROJEKTY EU NA PODPORU ENERGETICKY ÚČINNÝCH OSVĚTLOVACÍCH SOUSTAV

Na podporu členských států EU a jejich občanů byla zřízena Evropskou komisí celá řada specializovaných a decentralizovaných agentur. Tyto agentury reagují na potřebu geografické diverzifikace a na potřebu vypořádat se s novými úkoly právního, technického nebo vědeckého charakteru. Jednou z takových agentur je i výkonná agentura pro inteligentní energii (Intelligent Energy Executive Agency, IEEA). Úkolem výkonné agentury je především:

- řídit projekty a akce organizované v rámci programu IEE
- šířit know-how a nejlepší dosažené postupy
- podporovat výměnu a koordinaci mezi všemi zúčastněnými subjekty a dalšími činnostmi na úrovni Společenství a v členských státech
- zpětně informovat GŘ TREN (Generální ředitelství pro dopravu a energii při Evropské komisi) a pomáhat mu zdokonalovat program.

IEEA převzala v minulém roce plnění programu pro konkurenceschopnost a inovaci na období 2007–2013 „Inteligentní energie – Evropa“ (Intelligent Energy – Europe, IEE). Na podporu inteligentních energeticky účinných zařízení a produktů pro venkovní i vnitřní osvětlení se v souboru „Energy efficiency“ vyskytuje hned několik projektů:

#### E-Street

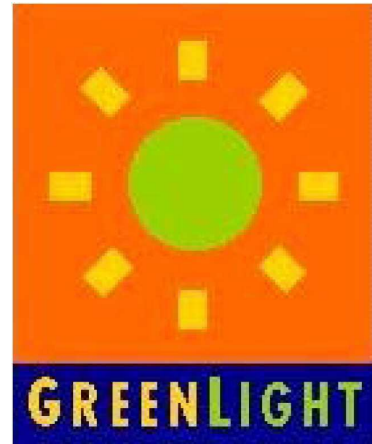
Projekt je orientován na inteligentní osvětlovací systémy pro osvětlování pozemních komunikací. Hlavním cílem je zvýšení znalostí a povědomí o inteligentním osvětlení a expanze energeticky účinných systémů v Evropě. Projekt je rozdělen do několika okruhů. Jedná se především o hodnocení energetických úspor a návrh možností pro snížení energetické náročnosti. Odhaduje se, že celková spotřeba energie pro osvětlení pozemních komunikací v Evropě tvoří 59,760 TWh ročně. Důležitou kapitolou projektu je i aktivní revize směrnice CIE 115:2007 - “Recommendation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic“, stanovení požadavků na telemanagementové systémy a jejich úroveň inteligence, návod na jejich financování prostřednictvím garantovaných služeb ESCO společností, zprostředkování kontaktu mezi výrobcí inteligentních systémů a klienty (majiteli a provozovateli osvětlovacích soustav) s rozbohem jejich požadavků apod. Českou republiku zastupuje v projektu společnost ELTODO. ([www.e-streetlight.com](http://www.e-streetlight.com))



### **GreenLight**

Projekt GreenLight vytváří podporu pro zvyšování energetické účinnosti osvětlovacích soustav neobytných budov a pozemních komunikací formou propagace již realizovaných instalací. Program podporuje organizaci projektů rekonstrukcí nebo nových systémů osvětlení pro nerezidenční spotřebitele elektřiny (veřejné i soukromé organizace), které jsou ekonomicky rentabilní, energeticky úsporné a kvalitativně přínosné. Organizace a firmy, které úsporám energie v osvětlení věnují náležitou pozornost, mohou získat kvalitní osvětlení, zvýšit spokojenost pracovníků a návštěvníků budov a snížit své provozní náklady. Mimo to ovšem taky mohou získat nástroj vlastní propagace jako společnosti s pozitivním přístupem k ochraně životního prostředí. V ČR organizuje program Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s., SEVEEn.

([www.eu-greenlight.org](http://www.eu-greenlight.org))



### **EnLight**

Projekt EnLight (Energy Efficiency Outdoor Lighting in Urban areas) poskytuje návod řídicím subjektům (magistrátu, obecním úřadům apod.) praktické nástroje a vhodné příklady již uskutečněných realizací tak, aby byly schopny provádět analýzu, plánování a koncepční implementaci energetický úsporných opatření pro venkovní osvětlování.

([www.eu-enlight.org](http://www.eu-enlight.org))



### **EnERLin (Energy efficient residential lighting initiative)**

Záměrem projektu EnERLin je trvale se zvyšující účinnost osvětlení domácností v členských a kandidátských zemích EU. Program se především zaměřuje na podporu kompaktních zářivek v domácnostech. Cílem je koordinovaná propagační kampaň na evropské úrovni, která by měla vést k zvýšení počtu používaných kompaktních zářivek až o 50% v každé domácnosti, tím by se mělo uspořit až 11 TWh elektrické energie ročně.

([www.enerlin.enea.it](http://www.enerlin.enea.it))



## 14. ZÁVĚR

Návrh optimalizačních opatření pro města a obce a vývoj nejuhodnějších metod vedoucích ke snížení energetické náročnosti veřejného osvětlení, což je závislé především na aktuálním technickém stavu soustavy a finančních možnostech správce VO. Osvětlovací soustava veřejného osvětlení je složena z různých komponent, které mohou významně ovlivnit energetickou náročnost.

K efektivnímu a úspornému provozu a údržbě se využívá optimalizačních opatření tzn. **energetického managementu**, které lze rozdělit podle základních prvků VO do tří kategorií:

- osvětlovacího systému
- napájecího systému
- ovládacího (řídící) systému

V osvětlovacím systému jsou to především opatření týkající se modernizace světelných zdrojů, svítidel a optimálním prostorovém uspořádání a využití světelných míst.

V napájecím systému je to regulace napětí, regulace světelného toku a zrovnoměnění odběru proudů v jednotlivých fázích. Tím dojde ke zmenšení ztrát v elektrických rozvodech. Nabízí se zde i možnost zmenšování počtu rozvaděčů napájecích osvětlovací soustavy.

V ovládacím systému spočívá racionalizace v řízení a monitorování provozu osvětlovacích soustav (dohledový systém).

Klíčovými faktory potenciálu energetických úspor jsou následující technická opatření:

- instalace svítidel s nízkými nároky na údržbu (vysoké IP),
- používání konvenčních nebo elektronických předřadníků s nižšími ztrátami,
- výměna kabelů s nedostatečnou izolací,
- správný návrh a provoz osvětlovacích soustav dle standardů,
- použití výbojových světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem a ověřenou životností,
- eliminace černých odběrů,
- rovnoměrné zatížení fází,
- stmívání v období se sníženou intenzitou dopravy,
- optimální spínání osvětlovací soustavy.

Podrobně viz. kapitola 3.

Z ekonomického hlediska je důležité, jakou formou lze efektivně obnovit a provozovat VO. Zde se jeví jako optimální forma přenesené správy, jejíž přednosti vycházejí z těchto oblastí:

- nákup a řízení spotřeby elektrické energie,
- provozování a údržba sítí veřejného osvětlení,
- plánování a realizace investic,
- financování prací.

Podrobně viz kapitola 6.

Z environmentálního hlediska je důležité vymezit pojem rušivého světla, posouzení jeho negativních účinků a stanovení způsobů jeho omezení. Podrobně se touto problematikou zabývá kapitola 5.

Z hlediska energetické koncepce VO v jednotlivých krajích lze konstatovat, že se tímto zabývají pouze v Praze a ve Zlínském kraji.

Podrobně viz kapitola 9.

Potenciál energetických úspor na železnicích, letištích, vodních cestách a dálnicích je z hlediska světelných zdrojů, svítidel osvětlovacích soustav a ekologických aspektů podrobně řešen v kapitole 10.

Jakými kritérii se mají představitelé obcí řídit při investičním rozhodování v oblasti VO je naznačeno v kapitole 12 a následně i v příloze viz. Příručka.

Rozborem požadavků nových norem, které se pracně dostávají do podvědomí projektantů a také provozovatelů VO s praktickými ukázkami jak zařítovat jednotlivé typy komunikací, jak měřit a vyhodnocovat soustavy VO a také jak navrhovat osvětlovací soustavy (viz vzorové návrhy v příloze se nacházejí v kapitole 5.

Sběrem dat, tvorbou databáze, popisem jednotlivých statistických metod a vyhodnocením databáze pomocí popsaných statistických metod se zabývají kapitoly 7, 8, 11.

Z vyhodnocené databáze vyplývají následující vybrané závěry:

- obesláno bylo 6244 obcí a měst v ČR, (byly obeslány všechny obce),
- zařazeno do databáze bylo 616 obcí a měst,
- nejvíce odpovědí je z obcí pod 500 obyvatel a to 292,
- spotřeba el. energie na světelné místo roste až na jednu výjimku (kategorie 25 ÷ 50 tisíc obyvatel), způsobenou zřejmě malým souborem dat v této kategorii. Hlavní příčinou je vypínání VO i v době, kdy by mělo svítit.
- roční spotřeba el. energie na obyvatele je až na jednu výjimku (kategorie 10-25 tisíc obyvatel) přibližně stejná a má hodnotu více než 50 kWh/obyvatele. Svědčí to o tom, že ve větších městech je větší počet světelných míst na obyvatele a naopak odběr na světelné místo, je větší u velkých měst z důvodu delší doby svícení,

- z výše uvedeného závěru je proveden odhad spotřeby el. energie v ČR, který je stanoven s 95% spolehlivostí v rozmezí (463,2 ÷ 628,5) GWh. To koresponduje s dostupnými údaji z r. 2000,
- instalovaný příkon na obyvatele mírně klesá s počtem obyvatel. Z tohoto údaje je proveden odhad instalovaného příkonu v ČR, který se s 95% spolehlivostí pohybuje v rozmezí (126,35 ÷ 140,8) MW. To koresponduje s úvahou odhadu úspor, která vychází z počtu 1 milionu svítidel a jejich průměrného příkonu 130W.

Další údaje se nacházejí v kapitole 11.

Odhadovaná celková spotřeba elektrické energie v sektoru veřejného osvětlení může být také stanovena na základě počtu svítidel, průměrného příkonu na svítidlo a provozních hodin za rok.

1 million svítidel x 130 W průměrná příkon na svítidlo x 4150 provozní hodiny za rok

$$539.500.000.000 \text{ Wh} = \mathbf{539,5 \text{ GWh za rok}}$$

Odhadované energetické úspory při realizaci optimalizačních opatření:

- používání konvenčních nebo elektronických předřadníků s nižšími ztrátami, 6 %
- výměna kabelů s nedostatečnou izolací, 5 %
- správný návrh a provoz osvětlovacích soustav dle standardů 5 %,
- použití výbojových světelných zdrojů s vysokým měrným výkonem a ověřenou životností 5 %,
- eliminace černých odběrů 3%,
- rovnoměrné zatížení fází, 1%
- stmívání v období se sníženou intenzitou dopravy, 25%
- optimální spínání osvětlovací soustavy. 1%

Odhaduje se, že celkem lze snížit energetické úspory až o 51%. To znamená, že v ideálním případě činí energetický potenciál cca 50%. **To je údaj, který stojí za zamyšlení!**

## 15. DOPORUČENÍ

Tento projekt musel být zpracován v rozmezí necelých dvou měsíců a to ještě ke konci roku, kdy se všude dohání to, co se během roku nakupilo. Na stanovení obecných požadavků vedoucích ke snižování energetické náročnosti soustav VO to díky početnému řešitelskému týmu a díky jejich profesionalitě stačilo. Nestačilo to však ke konečnému naplnění databáze, kterou bylo nutno vytvořit za účelem statistického zpracování. Na sběrný datový list odpovědělo cca 10% dotázaných (616 dotazníků).

Statistické vyhodnocení tudíž vykazuje v některých případech značný rozptyl. Lze však konstatovat, že metodika zpracování projektu byla správně navržena a hlavně lze v ní pokračovat v příštím roce. Navržená metodika umožňuje nejen doplnit údaje o spotřebovanou el. energii na VO, ale také, určit trendy jejího dalšího vývoje a stanovit důležité parametry, jak postupovat ke zvyšování potenciálu energetických úspor ve VO.

Statistické zpracování bude možno zavést i na železnice, v dopravě mimo obce atd. Důležité bude rovněž podchytit spotřebu el. energie u dalších lokalit jako jsou v dnešní době především supermarkety.

Z výše uvedeného vyplývá, že by se mělo na potenciálu energetických úspor pokračovat.

Prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.

## **16. SEZNAM PŘÍLOH**

1. Žádost o poskytnutí informací o veřejném osvětlení
2. Sběrný datový list
3. Příklad porovnání klasické osvětlovací soustavy a soustavy s plochým sklem
4. Greenlighting – výpočet nákladů a úspor při provozu VO
5. Zadání podkladů pro vzorové výpočty vybraných typů komunikací
6. Vzorové výpočty – THORN
7. Vzorové výpočty – INDAL
8. Metodické pokyny pro obnovu, provoz a údržbu VO - příručka

## 17. LITERATURA

- [1] ČSN CEN/TR 132 01-1 Osvětlení pozemních komunikací, Část 1: Výběr tříd osvětlení
- [2] ČSN EN 132 01-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky
- [3] ČSN EN 132 01-3 Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet
- [4] ČSN EN 132 01-4 Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Měření
- [5] CIE 115:2007 “Recommendation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic“
- [6] Hladký, L. Výzkum světelného znečištění v podmínkách České republiky, teze 2004
- [7] Hladký, L. Posouzení možností omezení znečišťování prostoru světlem, diplomová práce 2004
- [8] Hladký, L., Kotek, J. Variations of lighting classes according to the variation of traffic flow (in the Czech republic), 2006
- [9] Stockmar A. Adaptive road lighting, Forum E-Street, Oslo, Norsko, 10.5.2007
- [10] Topology of administrative system, E-Street, 7 / 2007
- [11] EDELCOM, System Luxicom, 2006
- [12] web stránky projektu E – Street [on-line]: Dostupné na: <<http://www.e-streetlight.com>>
- [13] Evropské komise [on – line]: Dostupné na: <[http://ec.europa.eu/energy/intelligent/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/energy/intelligent/index_en.html)>
- [14] SEVEN, Středisko pro efektivní využívání energie, o.p.s.  
Dostupné na: <<http://www.svn.cz/>>
- [15] Česká energetická agentura [on-line]: Dostupné na: <<http://www.ceacr.cz>>
- [16] Briš R., Litschmannová M., Statistika I. pro kombinované a distanční studium, Ostrava 2004 Dostupné na: <<http://www.am.vsb.cz/litschmannova/STA1/statistika.html?butt1=Statistika+I>>
- [17] Hacar, B. Úvod do obecné astronomie, SPN Praha 1963
- [18] Směrnice pro minimalizaci jasu oblohy - ISBN 3 900 734 83 6; CIE 126 – 1997
- [19] Zákon 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší – 2002 a později (naposledy 2004)
- [20] Maixner T., Kotek J. Světlo ve světle zákona o ovzduší aneb „Nekonečný příběh“ , Světlo 2004
- [21] Zákon 40/1964 Sb. „Občanský zákoník“
- [22] prEN 12464-2 Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places
- [23] Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations - CIE Divize 5 Venkovní a jiné světelné aplikace TC5.12 - Rušivé světlo 1995
- [24] EN 12464-2 Venkovní pracovní prostory, norma EU ve schvalovacím řízení
- [25] Maixner, T. Svítidla s plochým sklem? Dostupné na: <[www.dql.cz/CIE/skla.htm](http://www.dql.cz/CIE/skla.htm)>
- [26] TC - 4.21 při ČNK CIE. Dostupné na: <[www.dql.cz/CIE/CIE.html](http://www.dql.cz/CIE/CIE.html)>
- [27] ČSN 36 0401 – Osvětlování komunikací
- [28] Sokanský, K. Dominantní vlivy ovlivňující spotřebu elektrické energie osvětlovacích soustav, publikace ČEA, Ostrava, 2007
- [29] Sokanský, K., Voráček. J. Plán obnovy veřejného osvětlení statutárního města Havířova, Ostrava, 2007



- [30] Sokanský, K. Zpráva o řešení projektu „Výzkum emisí světelného rušení vyvolaného veřejným osvětlením za účelem jeho omezení v dopravě měst a obcí“, MR 4515011, Ostrava, 2007



