



Posúdenie súčasného stavu verejného osvetlenia

Magistrát hlavného mesta SR
Bratislavy

OBSAH

Manažérske zhrnutie	Chyba! Záložka nie je definovaná.
1 Analýza prevádzkového modelu zabezpečenia verejného osvetlenia	15
1.1 Prevádzkový model zabezpečenia verejného osvetlenia	15
1.1.1 Zmluvné / majetkovo-právne vzťahy	15
1.1.2 Audit procesov vo vzťahu mesto – dodávateľ	23
1.1.3 Personálno-organizačné zabezpečenie	33
1.1.4 Technologické zabezpečenie	35
1.1.5 Ekonomické zhodnotenie prevádzkového modelu	39
2 Audit technického stavu verejného osvetlenia	43
2.1 Technická dokumentácia sústavy verejného osvetlenia	43
2.1.1 Všeobecne	43
2.1.2	
2.1.3	
2.1.4	
2.1.5	
2.1.6	
2.1.7	
2.1.8 Svetelnotechnické výpočty	53
2.1.9 Iná podporná dokumentácia	58
2.1.10 Zhrnutie	59
2.2 Technické prostriedky a technológie osvetlenia	61
2.2.1 Svetelné zdroje	61
2.2.2 Svietidlá	69
2.2.3 Stožiare	79
2.2.4 Výložníky	83
2.2.5 Vedenia	85
2.2.6 Rozvádzače	90
2.2.7 Zhrnutie	93
2.3 Kvantitatívne a kvalitatívne parametre osvetlenia	95
2.3.1 Zatriedenie miestnych komunikácií do tried osvetlenia	95
2.3.2 Overenie parametrov osvetlenia meraním na vybraných úsekoch	98
2.3.3 Zhrnutie	100
2.4 Elektrické parametre a charakteristiky	102
2.4.1 Súlad technických a prevádzkových parametrov	102
2.4.2 Spôsob kompenzácie účinníka	102
2.4.3 Kontrolné meranie parametrov kvality elektrickej energie vo vybraných vetvách	103
2.4.4 Zhrnutie	106
2.5 Energetická náročnosť osvetľovacej sústavy	106
2.5.1 Kontrolné meranie zaťaženia vybraných vetiev	106
2.5.2 Spotreba elektrickej energie na osvetlenie	108
2.5.3 Vplyv regulácie na zníženie spotreby energie	109
2.5.4 Výpočet ukazovateľov energetickej hospodárnosti osvetlenia vybraných úsekov	110
2.5.5 Zhrnutie	113
2.6 Technický stav sústavy verejného osvetlenia	113
2.6.1 Zistenia z kontroly technického stavu jednotlivých prvkov sústavy VO	113
2.6.2 Laboratórne meranie fotometrických parametrov svietidiel v danom prevádzkovom stave	142
2.6.3 Kontrola funkčnosti sústavy VO počas nočnej prevádzky	146
2.6.4 Zhrnutie	163
2.7 Prevádzka a údržba sústavy verejného osvetlenia	165
2.7.1 Spínanie, riadenie a monitorovanie sústavy verejného osvetlenia	165

2.7.2	Spôsob stanovenia udržiavacieho činiteľa	168
2.7.3	Plán údržby	168
2.7.4	Prevádzka cudzích inštalácií	169
2.7.5	Zhrnutie	170
2.8	Návrh racionalizačných opatrení a odhad možných úspor energie	171
2.8.1	Všeobecne	171
2.8.2	Návrh racionalizačných opatrení	173
2.8.3	Odporúčania pre modernizáciu a rekonštrukciu osvetlenia	183
2.9	Súhrnné a štatistické ukazovatele	202
2.10	Zistenia vyplývajúce z analýzy technického stavu verejného osvetlenia	203
3	Návrhová časť – budúceho modelu prevádzky verejného osvetlenia v Bratislave	205
3.1	Strategické očakávania mesta	205
3.2	Požiadavky na osvetlenie	208
3.2.1	Zákaznícke (občania, magistrát)	208
3.2.2	Technické	211
3.2.3	Prevádzkové (model riadenia siete)	213
3.3	Príklady z okolitých municipalít	216
3.4	Popis modelov zabezpečenia služby verejného osvetlenia	219
3.4.1	Východiská úvodnej ekonomickej analýzy prevádzkových modelov	219
3.4.2	Procesný pohľad na vybrané prevádzkové modely	220
3.4.3	Ekonomický pohľad na vybrané prevádzkové modely	223
3.5	Ekonomická analýza vybraných prevádzkových modelov	225
3.5.1	Predpoklady použité pri zostavení analýz	225
3.5.2	Predpokladané ekonomické charakteristiky prevádzky verejného osvetlenia	226
3.5.3	Verejný mestský podnik (A)	235
3.5.4	Projekt verejno-súkromného partnerstva (B)	236
3.6	Vyhodnotenie prevádzkových modelov	238
3.7	Financovanie	239
3.7.1	Horizont 2020	239
3.7.2	Nástroj PF4EE (Súkromné financovanie energetickej efektívnosti)	242
3.7.3	Európsky fond energetickej efektívnosti	242
3.7.4	Európsky investičný fond (EIF)	243
3.7.5	Komerčný úver zo strany EIB a EBRD	243
4	Záverečné zhodnotenie a odporúčania	245
4.1	Servisný model prevádzky VO	246
4.2	Prevádzka VO prostredníctvom verejného mestského podniku	247
4.3	Zhrnutie	248
	Zoznam príloh:	249
	Zoznam použitých podkladov	249

Zoznam obrázkov

Obrázok č. 1	- Prevádzkový model zabezpečenia služby verejného osvetlenia v Bratislave	23
Obrázok č. 2	- Životný cyklus starostlivosti o majetok sústavy verejného osvetlenia	24
Obrázok č. 3	- Postupy pri budovaní novej infraštruktúry verejného osvetlenia	25
Obrázok č. 4	- Algoritmus riešenia prevádzkových porúch	27
Obrázok č. 5	- Identifikácia príčiny poruchy a subjektu, ktorý poruchu spôsobil	28
Obrázok č. 6	- Postupy pri vyradovaní zariadenia VO z prevádzky	30
Obrázok č. 7	- Relevantná časť organizačnej štruktúry magistrátu	33
Obrázok č. 8	- Prehľad fakturácií prevádzkovateľa VO voči mestu (2010 – 2015)	39
Obrázok č. 9	- Štruktúra fakturovaných skupín podľa charakteru služieb (priemer rokov 2010-2015)	39
Obrázok č. 10	- Priebeh vývoja počtu svetelných bodov a odhadovanej spotreby verejného osvetlenia	

..... 41 Obrázok č. 12 - Archív šanonov k verejnému osvetleniu na pracovisku správcu verejného osvetlenia	51
Obrázok č. 13 - Svetelný zdroj NAV-T	57
Obrázok č. 14 - Krivky LLMF pre sodíkové výbojky NAV-T	59
Obrázok č. 15 - Krivky LLMF pre sodíkové výbojky NAV-T SUPER 4Y	59
Obrázok č. 16 - Krivky LSF pre sodíkové výbojky NAV-T	60
Obrázok č. 17 - Krivky LSF pre sodíkové výbojky NAV-T SUPER 4Y	60
Obrázok č. 18 - Zdrojová štruktúra podľa počtu kusov	63
Obrázok č. 19 - Zdrojová štruktúra podľa príkonu	64
Obrázok č. 20 - Majoritné uličné svietidlá pre sodíkové výbojky radu SR a ST	65
Obrázok č. 21 - Krivky svietivosti uličných svietidiel SR pre sodíkové výbojky rúrkového tvaru	65
Obrázok č. 22 - Fazetová optika svietidla (vľavo), beznástrojové otváranie predradníkovej a výbojkovej komory vo svietidlách radu SR a ST	65
Obrázok č. 23 - Uličné svietidlo pre sodíkové výbojky radu SQ 50	66
Obrázok č. 24 - Krivka svietivosti SR 100	67
Obrázok č. 25 - Parkové hrňbové svietidlá radu Pilz	68
Obrázok č. 26 - Dekoratívne parkové svietidlo Auris	69
Obrázok č. 27 - Uličné LED svietidlo SL10 mini LED	70
Obrázok č. 28 - Štruktúra svietidiel podľa počtu kusov	71
Obrázok č. 29 - Terminológia a základné druhy osvetľovacích stožiarov	73
Obrázok č. 30 - Rozdelenie stožiarov VO	75
Obrázok č. 31 - Druhovú štruktúra stožiarov	75
Obrázok č. 32 - Jednoramenné a viacramenné výložníky na osvetľovacie stožiare	77
Obrázok č. 33 - Kábel typu CYKY	78
Obrázok č. 34 - Vonkajšie rozvody lanami AlFe 25 so samostatnou fázou pre verejné osvetlenie	79
Obrázok č. 35 - Izolovaný vodič RETILENS pre vonkajšie siete	80
Obrázok č. 36 - Štruktúra vedení	81
Obrázok č. 37 - Typický rozvádzač RVO s regulátorom osvetlenia	82
Obrázok č. 38 - Vývodové poistkové polia a ich detail s označením	82
Obrázok č. 39 - Prijímače HDO	83
Obrázok č. 40 - Vystupujúce vetvy sekundárnej siete VO z radovej svorkovnice	84
Obrázok č. 41 - Riadiaci systém SIMATIC	84
Obrázok č. 42 - Regulátor osvetlenia IREM Stabilux	85
Obrázok č. 43 - Poistkový odpínač	93
Obrázok č. 44 - Poistkový blok istenia vetiev	93
Obrázok č. 45 - Vnútorne zapojenie svietidla s výbojkou a klasickým predradníkom	94
Obrázok č. 46 - Fázorový diagram pri zapojení svietidla s kompenzačným kondenzátorom	94
Obrázok č. 47 - Vektorový diagram výkonov	96
Obrázok č. 48 - Osciloskopický záznam napätia a prúdu v RVO-0012	97
Obrázok č. 49 - Dvojúrovňový regulovaný riadiaci profil	100
Obrázok č. 50 - Rôzne spôsoby číslovania	104
Obrázok č. 51 - Číslovanie rozvádzačov VO	105
Obrázok č. 52 - Párovanie svetelných miest	105
Obrázok č. 53 - Párovanie čísel rozvádzačov RVO	106
Obrázok č. 54 - Mierne znečistené svietidlá so zvetranými krytmi (typový rad SR)	106
Obrázok č. 55 - Svietidlá typu Trilux 9901 bez krytu svetelného zdroja	107
Obrázok č. 56 - Mierne znečistené svietidlo Trilux 9901 na Petržalskej ul.	107
Obrázok č. 57 - Poškodený kryt optickej časti svietidla Trilux 9331 na Muránskej ul.	108
Obrázok č. 58 - Parkové svietidlá	108
Obrázok č. 59 - Poškodené parkové svietidlo typu Auris na ul. Borinská IV	109
Obrázok č. 60 - Svietidlo typu SQ 50 na Záhumenskej ul.	109
Obrázok č. 61 - Elektrovýzbroj a korózia spodku stožiara č. 007/005 na Hodonínskej ul.	110

Obrázok č. 62 - Stav vonkajšej a vnútornej časti stožiaru č. 030/027 na Karpatskom námestí.	110
Obrázok č. 63 - Intenzívna korózia spodku stožiaru č. 049/007 na ul. Pod Rovnicami	111
Obrázok č. 64 - Korózia spodku stožiaru č. 049/020 na ul. Pod Rovnicami	111
Obrázok č. 65 - Korózia vnútornej steny stožiarov na Tbiliskej ul.	112
Obrázok č. 66 - Detail stavu vnútornej korózie stožiaru č. 047/090 s vyústením káblov na Jasovskej ulici	112
Obrázok č. 67 - Zrezaný stožiar na Jasovskej ul. s detailom vážneho poškodenia koróziou	113
Obrázok č. 68 - Kompletne skorodované trakčné stožiare na ul. Jaskový rad	114
Obrázok č. 69 - Skrivený parkový stožiar na Chotárnej ulici.	114
Obrázok č. 70 - Skrivené stožiare na Ovocnej ul.	115
Obrázok č. 71 - Detail uzemnenia a detail štítka pozinkovaného stožiaru z roku 1998 v Ružovej doline	115
Obrázok č. 72 - Detail uzemnenia a detail štítka pozinkovaného stožiaru z roku 2010	116
Obrázok č. 73 - Dekoratívne stožiare a svietidlá na Kremelskej ul.	116
Obrázok č. 74 - Oceľové výložníky na betónových distribučných stožiaroch	117
Obrázok č. 75 - Rozvody závesnými káblami na ul. Borinská IV	118
Obrázok č. 76 - Pravidelná párová osvetľovacia sústava na Bosákovej ul.....	118
Obrázok č. 77 - Pravidelná párová osvetľovacia sústava na Dolnozemskej ul.	119
Obrázok č. 78 - Jednostanná osvetľovacia sústava s vnútornými radmi svietidiel na Ružinovskej ul.	120
Obrázok č. 79 - Jednostanná osvetľovacia sústava s vonkajšími radmi svietidiel na Rožňavskej ul.	121
Obrázok č. 80 - Jednostranná sústava so svietidlami SQ 50 v obytnej štvrti (IBV)	121
Obrázok č. 81 - Parkové svietidlá typu Pilz použité na osvetlenie Cezmínovej ulice	122
Obrázok č. 82 - Parkové svietidlá typu Auris použité na osvetlenie Mošovského ulice	122
Obrázok č. 83 - Parkové svietidlá typu Vollkugel použité na osvetlenie Černockého ul.	123
Obrázok č. 84 - Parkové svietidlá typu Vollkugel použité na osvetlenie Muránskej ul.	123
Obrázok č. 85 - Osvetľovacia sústava na trakčných stožiaroch na Mudroňovej ul.	124
Obrázok č. 86 - Osvetľovacia sústava na trakčných stožiaroch na Rádiovej ul.....	124
Obrázok č. 87 - Osvetľovacia sústava na distribučných stožiaroch na Donskej ulici: svietidlá inštalované pod holými vedeniami	125
Obrázok č. 88 - Osvetľovacia sústava na distribučných stožiaroch na ul. Pod Zečákom: svietidlá inštalované pod holými vedeniami	126
Obrázok č. 89 - Osvetľovacia sústava na distribučných stožiaroch na ul. Na Grbe: svietidlá inštalované nad holými vedeniami	126
Obrázok č. 90 - Príliš vysoké stožiare na komunikácii s úzkym profilom vozovky	127
Obrázok č. 91 - Príliš vysoké stožiare na komunikácii s úzkym profilom vozovky	127
Obrázok č. 92 - Svietidlá inštalované len na každom druhom stožiaru distribučnej siete nn na Priehradnej ulici	128
Obrázok č. 93 - Distribučné stožiare sú ďaleko od okraja osvetľovanej komunikácie na Vetvárskej ulici	128
Obrázok č. 94 - Zlé optické vedenie na Námestí 4. apríla	129
Obrázok č. 95 - Pokreslené a znečistené skrinky rozvádzačov RVO v dôsledku vandalizmu	130
Obrázok č. 96 - Stopy požiaru v elektrovýzbroji RVO 241	130
Obrázok č. 97 - Vyústenie vetiev sekundárnej siete VO vyhotovených starými typmi káblov AYAY v rozvádzači RVO 282	131
Obrázok č. 98 - Krivka svietivosti svietidla Trilux 9331	135
Obrázok č. 99 - Príčiny nefunkčnosti svetelných miest	135
Obrázok č. 100 - Zhasínajúca sodíková výbojka na Palisádach	136
Obrázok č. 101 - Nefunkčné svetelné miesto na Dolnozemskej ul.	136
Obrázok č. 102 - Vysoký podiel nefunkčných svietidiel na ul. Hany Meličkovej	137
Obrázok č. 103 - Nefunkčnosť svetelných miest z dôvodu systémovej poruchy	137
Obrázok č. 104 - Znečistenie usadené vnútri krytu optickej časti svietidla	138
Obrázok č. 105 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie na Panónskej ceste	139

Obrázok č. 106 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie na Brnianskej ulici	139
Obrázok č. 107 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie na Gagarinovej ul.	140
Obrázok č. 108 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie Karadžičovej ul.	140
Obrázok č. 109 - Rovnomerné osvetlenie miestnych komunikácií s jednostrannou sústavou	141
Obrázok č. 110 - Rovnomerné osvetlenie pomocou vysokých stožiarov na Železničnej ulici	141
Obrázok č. 111 - Biela farba svetla zo svietidiel s halogenidovou výbojkou na Konopiskej ulici	142
Obrázok č. 112 - Osvetlenie pešej zóny na Obchodnej ulici	142
Obrázok č. 113 - Zdvojené svetelné miestna na námestí SNP	143
Obrázok č. 114 - Osvetlenie vnútroblokov na Koprivnickej ulici z vysokých stožiarov	144
Obrázok č. 115 - Vysoké stožiare vo vnútroblokových oblastiach na Belinského ulici	144
Obrázok č. 116 - Typické „pruhovanie“ so zhoršenou pozdĺžnou rovnomernosťou osvetlenia na Chotárnej ulici	145
Obrázok č. 117 – Parkové stožiare na Borinskej ulici	146
Obrázok č. 118 - Horšia rovnomernosť osvetlenia parkovými svietidlami na Alstrovej ulici	146
Obrázok č. 119 - Typické „pruhovanie“ so zhoršenou pozdĺžnou rovnomernosťou osvetlenia na Muránskej ulici	147
Obrázok č. 120 - Osvetlenie Černockého ulice so svietidlami s guľovým opálovým difúzorom	147
Obrázok č. 121 - Dostatočne intenzívne a rovnomerné osvetlenie svietidlami na distribučných stožiaroch na Kovácsovej ulici	148
Obrázok č. 122 - Vysoko nerovnomerné osvetlenie svietidlami Trilux 9331 na Bulharskej ulici	149
Obrázok č. 123 - Neosvetlená Oráčska ulica v oblasti s distribučnými stožiarom	149
Obrázok č. 124 - Svietidlá v korunách stromov na ulici Maximilána Hella	150
Obrázok č. 125 - Svietidlá pod korunami stromov na Studenohorskej ulici	151
Obrázok č. 126 - Výrazné tmavé tieň na komunikácii so stromoradiím (Pri gaštanovej aleji)	151
Obrázok č. 127 - Osvetlenie prechodu pre chodcov na ulici Palisády	152
Obrázok č. 128 - Prijímače signálu HDO	155
Obrázok č. 129 - Informačné tabule s kontaktnými údajmi na hlásenie porúch	156
Obrázok č. 130 - Štítky s telefonickým kontaktom pre hlásenie porúch	156
Obrázok č. 131 - Menovitá životnosť vybraných prvkov verejného osvetlenia stanovená prevádzkovateľom na základe odborných skúseností	158
Obrázok č. 132 - Odhadovaná ročná spotreba 1 km dlhého úseku jedného profilu Ružinovskej ulice	173
Obrázok č. 133 - Trojúrovňový regulovaný riadiaci profil so snímačmi	174
Obrázok č. 134 - Kľúčové oblasti Smart City stratégie	191
Obrázok č. 135 - Architektúra technologickej vetvy Smart City stratégie	192
Obrázok č. 136 - Hlavné aspekty VO a ich vlastnosti potrebné brať do úvahy pri návrhu VO	193
Obrázok č. 137 - Priebeh intenzity VO počas noci s využitím stmievania a dostupných senzorov ...	195
Obrázok č. 138 - Ilustrácia doplnkových služieb verejného osvetlenia	196
Obrázok č. 139 - Ilustrácia možností riadenia svetelných bodov	200
Obrázok č. 140 - Priemerná ročná spotreba verejného osvetlenia prepočítaná na jedného obyvateľa	202
Obrázok č. 141 - Priemerný príkon jedného svietidla v priebehu jeho prevádzky	203
Obrázok č. 142 - Komponenty nominálnej hodnoty Modelu, mil. EUR (Servisný model)	214
Obrázok č. 143 - Komponenty súčasnej hodnoty Modelu, mil. EUR (Servisný model)	214
Obrázok č. 144 - Komponenty nominálnej hodnoty Modelu, mil. EUR (Projekt verejno súkromného partnerstva)	216
Obrázok č. 145 - Komponenty súčasnej hodnoty Modelu, mil. EUR (Verejný mestský podnik)	216
Obrázok č. 146 - Komponenty nominálnej hodnoty Modelu, mil. EUR	217
Obrázok č. 147 - Komponenty súčasnej hodnoty Modelu, mil. EUR	217
Obrázok č. 148 - Porovnanie prevádzkových modelov, mil. EUR.....	218
Obrázok č. 149 - portál zverejňovania výziev na predkladanie žiadosti o financovanie v rámci programu Horizont 2020	221
Obrázok č. 150 - Road map – prevádzka VO prostredníctvom tretej strany	227

Obrázok č. 151 - Road map – prevádzka VO prostredníctvom mestského podniku	228
--	-----

Zoznam tabuliek

Tabuľka č. 1 - Prehľad dodatkov k zmluve o prevádzkovaní verejného osvetlenia v Bratislave	17
Tabuľka č. 2 – Prehľad kľúčových zistení k zmluvným a majetkovo-právnym vzťahom	19
Tabuľka č. 3 – Prehľad zistení a odporúčaní k procesným vzťahom	31
Tabuľka č. 4 - Úroveň zrelosti monitorovania a riadenia osvetľovacej sústavy v Bratislave.....	35
Tabuľka č. 5 - Prehľad zistení a odporúčaní k technologickému zabezpečeniu	37
Tabuľka č. 6 - Projekcia historických prevádzkových nákladov	40
Tabuľka č. 7 - Prehľad dostupných údajov v rámci pasportu svetelných miest	43
Tabuľka č. 8 - Prehľad dostupných údajov v rámci pasportu rozvádzačov RVO	46
Tabuľka č. 9 - Prehľad dostupných údajov v rámci geoinformačného systému	47
Tabuľka č. 10 - Prehľad dostupných údajov v projektovej dokumentácii	48
Tabuľka č. 11 - Prehľad dostupných údajov v rámci prevádzkovej dokumentácie	49
Tabuľka č. 12 - Prehľad súborných šanonov v archíve správcu verejného osvetlenia	50
Tabuľka č. 13 - Prehľad šanonov k modernizácii verejného osvetlenia u správcu VO	51
Tabuľka č. 14 - Prehľad dostupných údajov v rámci svetelnotechnických výpočtov	53
Tabuľka č. 15 - Prehľad inej podpornej dokumentácie.....	55
Tabuľka č. 16 - Svetelný tok a merný výkon výbojok NAV-T a NAV-T SUPER 4Y	57
Tabuľka č. 17 - Technické parametre výbojok NAV-T a NAV-T SUPER	57
Tabuľka č. 18 - Hodnoty LLMF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T	58
Tabuľka č. 19 - Hodnoty LLMF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T SUPER 4Y	58
Tabuľka č. 20 - Hodnoty LSF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T	58
Tabuľka č. 21 - Hodnoty LSF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T SUPER 4Y	58
Tabuľka č. 22 - Životnosť výbojky NAV-T	61
Tabuľka č. 23 - Energetická náročnosť výbojok NAV-T	61
Tabuľka č. 24 - Životnosť výbojky NAV-T SUPER	61
Tabuľka č. 25 - Energetická náročnosť výbojok NAV-T SUPER.....	61
Tabuľka č. 26 - Zdrojová štruktúra podľa typu svetelného zdroja	62
Tabuľka č. 27 - Zdrojová štruktúra podľa druhu svetelného zdroja	63
Tabuľka č. 28 - Základné technické parametre svietidiel radu SR a ST	66
Tabuľka č. 29 - Základné technické parametre svietidiel radu SQ	67
Tabuľka č. 30 - Základné technické parametre parkových svietidiel Kugel	68
Tabuľka č. 31 - Základné technické parametre hríbových parkových svietidiel s tienidlom Pilz	69
Tabuľka č. 32 - Základné technické parametre svietidiel Auris	69
Tabuľka č. 33 - Základné technické parametre uličných LED svietidiel SL10 mini LED	70
Tabuľka č. 34 - Štruktúra svietidiel	71
Tabuľka č. 35 - Základné technické parametre osvetľovacích stožiarov	72
Tabuľka č. 36 - Typová špecifikácia kužeľových stožiarov	74
Tabuľka č. 37 - Typová špecifikácia rúrkových uličných stožiarov	74
Tabuľka č. 38 - Druhovú štruktúra stožiarov	75
Tabuľka č. 39 - Základné technické parametre výložníkov pre osvetľovacie stožiare	76
Tabuľka č. 40 - Typológia výložníkov	76
Tabuľka č. 41 - Základné technické parametre káblov typu CYKY	78
Tabuľka č. 42 - Typológia vybraných prierezov káblov typu CYKY	78
Tabuľka č. 43 - Základné technické parametre závesného vodiča typu RETILENS 3x95+70	80
Tabuľka č. 44 - Typologické údaje závesného vodiča typu RETILENS 3x95+70	80
Tabuľka č. 45 - Štruktúra vedení	80
Tabuľka č. 46 - Fotometrické požiadavky na osvetlenie miestnych komunikácií podľa STN 36 0400 87	
Tabuľka č. 47 - Charakteristika funkčných tried miestnych komunikácií podľa STN 73 6110	88
Tabuľka č. 48 - Porovnanie tried osvetlenia podľa rôznych noriem pre verejné osvetlenie.....	89
Tabuľka č. 49 - Číselné ukazovatele energetickej hospodárnosti verejného osvetlenia	102

Tabuľka č. 50 - Špecifikácia predmetu merania jednotlivých vzoriek svietidiel	132
Tabuľka č. 51 - Prehľad vzoriek svietidiel, ktoré sú predmetom merania	132
Tabuľka č. 52 - Použité meracie prístroje a zariadenia	133
Tabuľka č. 53 - Výsledky merania výbojok	134
Tabuľka č. 54 - Výsledky merania svietidiel	134
Tabuľka č. 55 - Prehľad vybraných nefunkčných svietidiel zistených počas vizuálnej prehliadky	138
Tabuľka č. 56 - Čas zapnutia verejného osvetlenia v kontrolných dňoch	155
Tabuľka č. 57 - Prehľad racionalizačných a modernizačných opatrení	160
Tabuľka č. 58 - Príkonové zloženie svietidiel pre stav pred modernizáciou	162
Tabuľka č. 59 - Príkonové zloženie svietidiel pre stav po modernizácii	162
Tabuľka č. 60 - Príkonové zloženie svietidiel pre stav pred modernizáciou	163
Tabuľka č. 61 - Príkonové zloženie svietidiel po modernizácii	164
Tabuľka č. 62 - Odhadovaný potenciál úspor energie pre výmenu svietidiel so sodíkovými výbojkami 50 – 70 W	164
Tabuľka č. 63 - Výškové zloženie stožiarov pre stav pred a po rekonštrukcii.....	165
Tabuľka č. 64 - Dĺžkové zloženie výložníkov pred modernizáciou	166
Tabuľka č. 65 - Dĺžkové zloženie výložníkov po modernizácii	166
Tabuľka č. 66 - Zhrnutie racionalizačných opatrení	170
Tabuľka č. 67 - Porovnanie výhod a nevýhod LED svietidiel pre verejné osvetlenie	171
Tabuľka č. 68 - Porovnanie parametrov LED svietidiel so svietidlami pre sodíkové výbojky	171
Tabuľka č. 69 - Výsledky svetelnotechnického výpočtu pre Ružinovskú ulicu	171
Tabuľka č. 70 - Geometria osvetľovacej sústavy pre Ružinovskú ulicu	172
Tabuľka č. 71 - Geometria osvetľovacej sústavy pre Ružinovskú ulicu	172
Tabuľka č. 72 - Kritéria pre triedu osvetlenia M	176
Tabuľka č. 73 - Triedy osvetlenia M a C porovnateľných úrovní osvetlenia pre rôzne hodnoty Q0 povrchu komunikácie	177
Tabuľka č. 74 - Kritéria pre triedu osvetlenia C	177
Tabuľka č. 75 - Kritéria pre triedu osvetlenia P	178
Tabuľka č. 76 - Požadované parametre pre triedy osvetlenia M	179
Tabuľka č. 77 - Požadované parametre pre triedy osvetlenia C	179
Tabuľka č. 78 - Požadované parametre pre triedy osvetlenia P	180
Tabuľka č. 79 - Najvyššie prípustné hodnoty rušivého svetla z vonkajších osvetľovacích sústav	181
Tabuľka č. 80 - Najvyššie hodnoty prahových prírastkov svetelných zariadení okrem osvetlenia komunikácií	182
Tabuľka č. 81 - Odporúčané minimálne požiadavky na technické parametre osvetľovacích prostriedkov	183
Tabuľka č. 82 - Odporúčané požiadavky na ostatné informácie a doklady k špecifikácii osvetľovacích prostriedkov	185
Tabuľka č. 83 - Základné údaje o meste	187
Tabuľka č. 84 - Základné údaje o sústave verejného osvetlenia	187
Tabuľka č. 85 - Relatívne údaje o sústave verejného osvetlenia	187
Tabuľka č. 86 - Zoznam zistení a odporúčaní súvisiacich s budúcimi strategickými smerovaniami .	200
Tabuľka č. 87 - prevádzkové modely a vybrané ukazovatele verejného osvetlenia vo vybraných mestách	201
Tabuľka č. 88 - Projekcia prevádzkových nákladov	212
Tabuľka č. 89 - prehľad programov vhodných pre financovanie VO	219

Zoznam použitých pojmov a skratiek

Skratka / pojem	Definícia
AECI	číselný ukazovateľ ročnej spotreby energie na osvetlenie (Annual Energy Consumption Index)

BOZP	Bezpečnosť ochrany zdravia pri práci
C	Trieda osvetlenia pre konfliktné oblasti
cd	kandela
CRI	Index farebného podania
DM	nemecká marka (Deutsche Mark)
DSZ	Dokladovanie svetelných zdrojov
EBRD	Európska banka pre obnovu a rozvoj
EEI	index energetickej efektívnosti
EIB	Európska investičná banka
EIF	Eur
EIR	Požiadavky na pomer krajných osvetleností
EK	Európska komisia
EPC	energy performance contracting – forma kontraktu, kde sa investície splácajú z budúcich garantovaných úspor energie
GIS	geoinformačný systém
GPS	globálny pozičný systém (Global Positioning System)
GSM	Globálny systém mobilných komunikácií (Global System for Mobile Communications)
GWh	gigawatthodina
HDO	hromadné diaľkové ovládanie
HM alebo hlavné mesto	Hlavné mesto SR Bratislava
Horizont 2020	Rámcový program pre výskum a inovácie EÚ
HS	Havarijná služba
HST	Vysokotlaková sodíková výbojka
IK	stupeň mechanickej odolnosti
IKT	informačné a komunikačné technológie
IP	stupeň ochrany krytom (Ingress Protection)
ISC	index spotrebiteľských cien
IT	informačné technológie

JESSICA

Program JESSICA

Kkelvin

kWh

Kilowatthodina

LED

Luminiscenčná dióda (light-emitting diode)

LLMF

Činiteľ poklesu svetelného toku zdroja (Light Lumen Maintenance Factor)

lm

lúmen

LSF

Činiteľ funkčnej spoľahlivosti svetelných zdrojov (Lamp Survival Factor)

lx

lux

M

Stupeň triedy osvetlenia

MČ

mestská časť

MDS

miestna distribučná sieť

MF

udržiavací činiteľ (Maintenance Factor)

MHD

Mestská hromadná doprava

MK

miestna komunikácia

MW

megawatt

MWh

megawatthodina

N/A

neaplikovateľné

P

Trieda osvetlenia pre chodcov a oblasti s nízkou dopravnou rýchlosťou

PDI

číselný ukazovateľ príkonovej hustoty osvetlenia (Power Density Index)

PPP

verejno-súkromné partnerstvo (Public Private Partnership)

PS

Poruchová služba

RDS

regionálna distribučná sústava

RVO

rozdávateľ verejného osvetlenia

SB

svetelný bod

SKK	slovenská koruna
SLA	dohoda o úrovni poskytovaných služieb (Service-Level Agreement)
SLOVSEFF	Program SLOVSEFF
SM	svetelné miesto
SPV	Účelovo zdriadená spoločnosť (Special Purpose Vehicle)
SR	Slovenská Republika
SSE	Stredoslovenská energetika, a.s.
TI	Prahový prírastok
UI	Pozdĺžna rovnomernosť jasů
VO	verejné osvetlenie
VWS	Súhrnný váhový činiteľ
W	watt
Wh	watthodina
ZSD	Západoslovenská distribučná, a.s.

Manažérske zhrnutie

V súčasnosti Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy plní službu verejného osvetlenia verejných priestranstiev a komunikácii na základe dlhoročného kontraktu s treťou stranou.

Úlohou tretej strany je dodávka komplexnej služby verejného osvetlenia pre Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy zahŕňajúc starostlivosť o majetok v celom jeho životnom cykle (nákup, prevádzka, údržba, obnova, vyradenie)

Cieľom projektu je naplniť očakávania Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy v zmysle popísania skutkového stavu verejného osvetlenia, realizácie auditu technického stavu, posúdenia prevádzkového modelu a definovania odporúčaní pre budúce nastavenie optimálneho fungovania služby osvetlenia. Výstup je rozdelený na tri časti:

- 1) Analýza prevádzkového modelu zabezpečenia služby verejného osvetlenia
Analýza pozostáva z posúdenia majetko-právneho vzťahu, auditu súčasných procesov vo vzťahu hlavné mesto – dodávateľ a posúdenia personálno-organizačného a technologického zabezpečenia prevádzky osvetlenia.
- 2) Audit technického stavu verejného osvetlenia
Audit pozostáva z posúdenia stavu technickej dokumentácie sústavy verejného osvetlenia a analýzy technických prostriedkov a technológií z pohľadu požadovaných parametrov. V závere sú navrhnuté racionalizačné opatrenia s odhadom možných úspor a zistenia vyplývajúce z analýzy.
- 3) Návrhová časť budúceho modelu prevádzky verejného osvetlenia v Bratislave
Poslednú časť tvorí popis strategických očakávaní hlavného mesta, aktuálne požiadavky na osvetlenie v súvislosti so SMART-CITY riešeniami a príklady prevádzky verejného osvetlenia v okolitých municipalitách. Súčasťou je ďalej predstavenie a popis modelov zabezpečenia prevádzky verejného osvetlenia, ich ekonomická analýza a vyhodnotenie. V závere sú identifikované možnosti financovania modernizácie verejného osvetlenia v Bratislave.

Analýza prevádzkového modelu

Na základe posúdenia majetko-právnych vzťahov, t.z. Zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia v Bratislave boli identifikované neštandardné ustanovenia a z nich vyplývajúce riziká, medzi ktoré patrí najmä:

- **Banková záruka** – z poskytnutej dokumentácie nie je možná identifikácia bankovej inštitúcie, výška záruky a nie je zrejmá ani skutočnosť, či už došlo k plneniu záruky,
- **Nakladanie s demontovanými časťami zariadenia VO** – rozpor so zásadami efektívneho nakladania s majetkom hlavného mesta,
- **Uzatvorené dodatky k Zmluve**, ktorých predmetom boli dohody o modernizácii resp. rekonštrukcii je možné posúdiť aj ako zmenu / navýšenie predmetu plnenia podľa Zmluvy, čo môže byť považované ako rozpor so základnými princípmi verejného obstarávania,
- **Účinnosť zmluvy** - nejasný dátum nadobudnutia účinnosti v zmysle nemožnosti verifikácie splnenia všetkých podmienok nadobudnutia účinnosti, čo má dopad aj na stanovenie dátumu ukončenia zmluvného vzťahu,
- **Budúce využitie vyvinutých softvérových riešení** - zmluva neupravuje práva na úpravu, šírenie a nakladanie s programom, čo obmedzuje hospodársku súťaž v oblasti informačnokomunikačných technológií. Zároveň je obmedzené nakladanie a šírenie vyvinutého počítačového softvéru, čo znemožňuje jeho možné budúce úpravy iným prevádzkovateľom.

Poradca uvádza odporúčania využiteľné pri nastavovaní nového zmluvného dokumentu v zmysle identifikovaných štandardných, obvyklých ustanovení tzv. „Service Level Agreement“ pre zabezpečenie plnenia záväzkov zmluvných strán.

Na základe analýzy aktuálne nastavených procesov vo vzťahu hlavného mesto – prevádzkovateľ VO a analýzy technologického zabezpečenia boli identifikované zistenia a navrhnuté odporúčania pre hlavné mesto pri nastavovaní budúceho prevádzkového modelu. Zistenia sa týkajú: zabezpečovania služby konzultácií pri výstavbe nových častí mesta a teda aj VO, vytvárania kapitálovej rezervy, neoprávneného užívania infraštruktúry VO, vymáhania pohľadávok za spôsobené škody na majetku mesta. Ďalej sa zistenia týkajú evidencie majetku a neefektívnej obnovy infraštruktúry VO. Zistenia vyplývajúce z analýzy technologického zabezpečenia sa týkajú najmä: využiteľnosti dát v GIS systéme, problematiky zachovania dispečingu ktorý je plne v správe a majetku dodávateľa služby a zistenia týkajúce sa riadenia VO – konkrétne spínania VO prostredníctvom signálu HDO.

Audit technického stavu verejného osvetlenia

Audit technického stavu verejného obstarávania je v úvode zameraný na hodnotenie stavu, obsahu a kvality dokumentácie k verejnému osvetleniu. Časť dokumentácie je spracovaná elektronicky, ale značná časť je dostupná len v papierovej podobe. Problémom je dostupnosť dokumentácie, najmä pasportu pre potreby hlavného mesta, pretože je interne spracovaná prevádzkovateľom verejného osvetlenia pre vlastné potreby. Pasport sústavy verejného osvetlenia je pritom nevyhnutným predpokladom pre jej štandardné riadenie.

Technická časť auditu verejného osvetlenia bola zameraná na zistenie technologickej úrovne osvetľovacích prostriedkov, technický stav osvetľovacích prostriedkov, energetickú efektívnosť a hospodárnosť osvetlenia a úroveň starostlivosti o sústavu verejného osvetlenia. Informácie boli získané štúdiom podkladov, vizuálnou prehliadkou, terénnym a laboratórnym meraním fotometrických a elektrických parametrov.

Sústava verejného osvetlenia bola komplexne modernizovaná a rekonštruovaná v období 1996 – 2003. Stále však ešte existuje nemalá časť pôvodnej osvetľovacej sústavy, ktorej vek je ďaleko za hranicou predpokladanej životnosti, niekde až dvojnásobne. Technologická úroveň modernizovaných osvetľovacích prostriedkov je vysoká. Na osvetlenie sú v zásadnom počte použité vysokokvalitné svietidlá s účinnou optikou a s použitím sodíkových výbojok. Osvetľovacie stožiare sú zo žiarovo pozinkovanej ocele podobne ako výložníky na týchto stožiaroch. Stožiare sú napájané podzemnými káblami s medeným jadrom. Technický stav modernizovaných osvetľovacích zariadení a kvalita osvetlenia je na veľmi dobrej úrovni.

Nedostatky v modernizovanej časti sústavy verejného osvetlenia predstavujú: prevádzkovanie parkových svietidiel s neefektívnymi ortuťovými výbojkami, nižšia kvalita osvetlenia na komunikáciách, kde sú inštalované parkové svietidlá namiesto uličných, kde sú stožiare ďalej od kraja osvetľovanej komunikácie alebo kde sú svietidlá inštalované len na každom druhom stožiaru distribučnej siete.

Vážnym problémom sú pôvodné časti osvetľovacej sústavy. Ide o oceľové osvetľovacie stožiare a k nim prislúchajúce napájacie podzemné káble. Stožiare sú v havarijnom stave. Staré káblové vedenia vykazujú početné káblové poruchy. Vek stožiarov a vedení je až dvojnásobne za hranicou životnosti, nie sú prevádzkyschopné.

V súčasnosti sa už postupne začína naplňať aj menovitá životnosť modernizovaných svietidiel a bude ich potrebné vymeniť. Vzhľadom na dnešnú technologickú úroveň a perspektívy je jednoznačným trendom nasadzovanie LED svietidiel. Výhody zahŕňajú vyšší merný výkon (účinnosť), lepšie smerovanie a využitie svetelného toku, veľmi dobré životnostné charakteristiky, nižšie náklady na údržbu, veľké možnosti regulácie osvetlenia vrátane aplikácie adaptívneho osvetlenia, ponúka biele svetlo s rôznou teplotou chromatickosti. Nevýhodou je zatiaľ vyššia cena svietidiel, ale prevažujú benefity, nielen tie kvantifikovateľné.

V audite sú navrhnuté rámcové racionalizačné opatrenia s odhadom prípadných úspor energie a s odhadom finančnej náročnosti ich realizácie. Opatrenia zahŕňajú výmenu parkových a uličných svietidiel s ortuťovými a sodíkovými výbojkami za moderné LED svietidlá, výmenu všetkých pôvodných starých stožiarov, výmenu všetkých pôvodných starých podzemných káblov, výmenu všetkých výložníkov na distribučných stožiaroch a výmenu zostávajúcich holých vonkajších vedení na distribučných rozvodoch. Celková finančná náročnosť týchto opatrení je odhadnutá na 110 mil. eur. Značná časť opatrení sa týka infraštruktúry, ktorá neprináša priame úspory energie, ale je nevyhnutná na zaistenie prevádzkyschopného stavu verejného osvetlenia.

Audit takisto odporúča zavádzať sofistikované spôsoby riadenia osvetlenia. Súčasný spínanie osvetlenia systémom HDO je neperspektívne. LED technológia ponúka oveľa bohatšie možnosti stmievania osvetlenia s významne výraznejšími úsporami energie. Moderné osvetlenie by malo smerovať k adaptívnemu resp. inteligentnému riadeniu osvetlenia ako súčasť inteligentných dopravných systémov a v širších súvislostiach ako integrálna súčasť inteligentných miest, tzv. „smart cities“.

Už pri výbere svietidiel však musia byť splnené niektoré technické predpoklady, preto už v štádiu prípravy budúcej modernizácie a rekonštrukcie verejného osvetlenia treba prijať strategické rozhodnutia o budúcom smerovaní verejného osvetlenia v Bratislave.

Návrhová časť – budúceho modelu prevádzky osvetlenia v Bratislave

Potreba zabezpečenia prevádzky verejného osvetlenia na nachádzajúce obdobie dáva hlavnému mestu príležitosť zabezpečiť kvalitnú službu prevádzky verejného osvetlenia v súčasných štandardoch prislúchajúcich modernému hlavnému mestu. Smart-city riešenia sú v súčasnosti trendom pri rozvoji a skvalitňovaní služieb mesta pre obyvateľov a podnikateľské prostredie. Práve infraštruktúra verejného osvetlenia vzhľadom na jej početnosť, umiestnenie a prístupnosť je ideálnym prostriedkom pre implementáciu smart-city riešení. Budovanie infraštruktúry verejného osvetlenia ako nosnej infraštruktúry smart-city „komponentov“ však musí byť koncepcie podchytené relevantnou „smart-city“ stratégiou so zohľadnením ekonomickej náročnosti a socio-ekonomických prínosov. S tým súvisí aj voľba vhodného ekonomického modelu budúcej prevádzky verejného osvetlenia, ktorý umožní maximalizovať finančné úspory pri zachovaní definovaných štandardov v prospech výraznejších investícií do infraštruktúry.

Z porovnania možných prevádzkových modelov (kapitola 3.6) sa ako vhodná javí spolupráca so súkromným partnerom formou servisného EPC kontraktu (Energy Performance Contracting), kedy sa investície splácajú z budúcich garantovaných úspor energie pri zabezpečenej prevádzke VO. Tento model má potenciál priniesť vyššiu efektivitu do prevádzky VO ako aj možnosti prefinancovať nevyhnutné investície. Prevádzkovateľ môže investície prefinancovať aj prostredníctvom externých zdrojov. Zároveň odporúčame posúdenie možných investícií do VO v rámci synergických efektov infraštruktúrnych projektov dopravy v rámci hlavného mesta.

Odporúčanie na najbližšie obdobie

Vzhľadom na krátke časové obdobie do ukončenia súčasného zmluvného vzťahu a komplexnosť návrhu novej stratégie rozvoja verejného osvetlenia v kontexte smart-city riešení navrhujeme posunúť termín vyhlásenia pripravovaného verejného obstarávania do doby, kedy budú dostupné všetky relevantné analytické a strategické dokumenty týkajúce sa smart-city stratégie hlavného mesta, definovaný EPC model a spracovaná zmluvná a tendrová dokumentácia. V súvislosti s tým však bude potrebné zabezpečiť na prechodné obdobie dočasnú prevádzku verejného osvetlenia prostredníctvom zabezpečenia nového dodávateľa služby prevádzky verejného osvetlenia na prechodné obdobie prostredníctvom verejného obstarávania (cca 8-12 mesiacov), prípadne predĺžením kontraktu so Siemensom v zmysle vzájomnej dohody na predpokladané prechodné obdobie.

1 Analýza prevádzkového modelu zabezpečenia verejného osvetlenia

1.1 Prevádzkový model zabezpečenia verejného osvetlenia

1.1.1 Zmluvné / majetkovo-právne vzťahy

Hlavné mesto SR Bratislava zabezpečuje prevádzku verejného osvetlenia prostredníctvom tretej strany na základe dlhodobého kontraktu - uzatvorenej "Zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia v Bratislave" (ďalej len "zmluva") medzi hlavným mestom ako investorom a vlastníkom infraštruktúry verejného osvetlenia a spoločnosťou Siemens s.r.o. ako prevádzkovateľom a dodávateľom služby zabezpečenia verejného osvetlenia. Zmluva bola uzatvorená dňa 8.11.1996 na dobu 20 rokov.

Predmetom zmluvy je:

A) prevádzkovanie verejného osvetlenia ulíc, námestí ako aj iných verejných plôch a zelene, ktoré sa nachádza vo vlastníctve hlavného mesta, t.j.:

- prevod práva na prevádzkovanie verejného osvetlenia, ktoré sa nachádzajú vo vlastníctve hlavného mesta,
- prevádzka infraštruktúry verejného osvetlenia podľa požiadaviek bezpečnosti (dopravnej a verejnej) v zmysle prílohy č. 6 zmluvy. Predloženie protokolov na preskúšanie a schválenie hlavným mestom,
- záruka prevádzkyschopnosti zariadenia na 95% (po ukončení modernizačných a rekonštrukčných prác),
- pravidelná preventívna údržba zvereného zariadenia,
- vykonanie opráv spôsobených vandalizmom a pri výpadkoch zariadenia, ktoré boli spôsobené jeho prevádzkou,
- vykonanie opráv spôsobených vandalizmom a pri výpadkoch zariadenia, ktoré neboli spôsobené jeho prevádzkou v dohodnutom rozsahu (rozsah navýšenia o max. 5%),
- opravy nad rámec vyššie uvedeného (spôsobené živelnou katastrofou, opravy nad dohodnutý rámec) na základe súhlasu hlavného mesta s naviac prácami,
- zriadenie koordinačného miesta (call centrum) pre nahlásovanie porúch a výpadkov prevádzky verejného osvetlenia,
- vykonávanie zmluvne dohodnutých a z technických predpisov vyplývajúcich funkčných skúšok a výsledky zaznamenávať písomne do protokolov.

B) realizácia modernizačných v rozsahu stanovenom v zmluve:

- kontinuálna **modernizácia** v závislosti od stavu zariadenia v rozsahu **30 000 svetelných bodov**,
- modernizácia ukončená do 1 roka po prevzatí zariadenia,
- modernizované zariadenie bude odovzdané hlavnému mestu do jeho vlastníctva a následne prevzaté za účelom jeho prevádzky,
- záväzok podstatného zníženia ročnej spotreby energie v GWh vyplývajúcu z riadneho prevádzkovania zariadenia v porovnaní s ročnou spotrebou energie do obdobia uzatvorenia zmluvy.

C) realizácia rekonštrukčných prác v rozsahu stanovenom v zmluve:

- kontinuálna **rekonštrukcia** zariadenia v rozsahu **12 000 svetelných bodov**,
- rekonštrukčné práce ukončené do 5 rokov po prevzatí zariadenia,
- záväzok podstatného zníženia ročnej spotreby energie v GWh vyplývajúcu z riadneho prevádzkovania zariadenia v porovnaní s ročnou spotrebou energie do obdobia uzatvorenia zmluvy.

D) vypracovanie dokumentácie, štatistík a prevádzkových protokolov:

- vypracovanie všetkých vykonávacích podkladov potrebných na realizáciu zmluvne stanovených výkonov (bez ďalších nákladov pre hlavné mesto),
- vypracovanie podrobnej technickej dokumentácie skutočného vyhotovenia (o všetkých zásahoch a zmenách vykonaných na zariadení, predovšetkým o modernizačných a rekonštrukčných opatreniach). Podrobná technická dokumentácia bude po ukončení zmluvného vzťahu bezplatne odovzdaná hlavnému mestu (čl. 3.1.4 zmluvy),
- riadne vedenie štatistík a prevádzkových protokolov (podľa prílohy č.9 zmluvy) a ich predkladanie hlavnému mestu v rámci vyúčtovania prevádzkových poplatkov,
- umožnenie hlavnému mestu kedykoľvek nahliadnuť do podkladov a protokolov a v prípade požiadavky zabezpečiť bezplatne ich kópie. E) zabezpečenie dodávky energie:
- založenie zmluvného vzťahu s dodávateľom energie na zabezpečenie prevádzky zariadenia,
- právo napojenia iných užívateľov a spotrebiteľov elektrickej energie na zariadenie prebrané do prevádzky, za podmienky uzatvorenia príslušných zmlúv a osobitného vyúčtovania,
- povinnosť napojenia zariadenia patriacemu hlavnému mestu na zariadenie verejného osvetlenia na základe písomnej požiadavky hlavného mesta za extra úhradu nákladov. F) platby:
- poukazovanie pravidelných platieb dohodnutých v bode 8 zmluvy na účet spol. Siemens,
- dodávky a výkony súvisiace s prevádzkou zariadenia bude Siemens vyúčtovať hlavnému mestu paušálne mesačne a hlavné mesto bude uhrádzať podľa plánu platieb,
- dodávky a výkony modernizácie a rekonštrukcie vykonané Siemensom budú uhrádzané hlavným mestom postupne v zmysle plánu platieb v rovnakých mesačných splátkach,
- Siemens vyúčtuje osobitne hlavnému mestu náklady na financovanie, ktoré neboli zohľadnené v ponuke Siemens po ich odsúhlasení hlavným mestom,
- hlavné mesto je oprávnené uhradiť vyššie sumy ako tie určené v pláne platieb,
- fakturovaná suma za modernizáciu a rekonštrukciu bude hodnotovo upravovaná:
 - v rozsahu 75% hodnoty príslušnej faktúry v závislosti od zmien parity SKK k DM
 - zostávajúcich 25% hodnoty faktúry v závislosti od slovenského ISC,
- fakturovaná suma za prevádzku bude hodnotovo upravená:
 - v rozsahu 50% hodnoty príslušnej faktúry v závislosti od zmien parity SKK k DM -
 - zostávajúcich 50% hodnoty faktúry v závislosti od slovenského ISC.

G) iné ustanovenia

- v prípade zväčšenia rozsahu poskytovanej služby (väčší počet SB napr. Z dôvodu rozširovania mesta) bude uzatvorený dodatok s primerane použitými ustanoveniami zmluvy,
- nové oblasti Siemens zapojí ihneď do realizácie po upravení zmluvného vzťahu (podpisu dodatku),
- dodatočné práce, ktoré nie sú predmetom zmluvy je Siemens oprávnený vyúčtovať po predchádzajúcom oznámení hlavného mesta a jeho následnom súhlase,
- prevod všetkých demontovaných častí zariadenia do vlastníctva Siemens,

- do 14 dní od nadobudnutia platnosti zmluvy odovzdá hlavné mesto Siemensu bankovú záruku podľa prílohy č. 8 ako zábezpeku zmluvne dohodnutých platieb,
- trvanie zmluvy je určené na 20 rokov od dátumu účinnosti zmluvy.

V priebehu trvania platnosti zmluvy bolo doteraz oboma zmluvnými stranami podpísaných 33 dodatkov k zmluve. Prehľad dodatkov je uvedený v nasledujúcej tabuľke č.1.

Tabuľka č. 1 - Prehľad dodatkov k zmluve o prevádzkovaní verejného osvetlenia v Bratislave

Dodatok č.	Predmet dodatku	Úprava zmluvnej ceny vyplývajúca z dodatku	Dátum podpisu dodatku
1	Dohoda o neuplatňovaní nároku Siemensu na úroky z omeškania v prípade omeškaných platieb zo strany Hlavného mesta počas roku 1998 až do 31.12.1998.	N/A	05. 01. 1998
2	Úprava znenia čl. 11 posledného odseku zmluvy, ktorý pojednáva o úrokoch z omeškania.	N/A	16. 12. 1998
3	Zmena rozsahu služieb - vypracovanie štúdie a projektu nadštandardného svetelno-technického a priestorového riešenia verejného osvetlenia v MČ Staré Mesto.	9 980 000,- Sk	16. 12. 1998
4	Úprava znenia čl. 11 posledného odseku zmluvy, ktorý pojednáva o úrokoch z omeškania a výpočte ich výšky.	N/A	30. 06. 2000
5	Nové znenie prílohy č. 4 zmluvy – Plán platieb.	N/A	02. 10. 2000
		N/A	29. 12. 2000
6	Dohoda o neuplatňovaní nároku Siemensu na úroky z omeškania v prípade omeškaných platieb zo strany Hlavného mesta v období druhého polroka 2000 a prvého polroka 2001.		
		N/A	31. 12. 2001
7	Dohoda o neuplatňovaní nároku Siemensu na úroky z omeškania v prípade omeškaných platieb zo strany Hlavného mesta v období druhého polroka 2001 a roka 2002.		
		N/A	01. 01. 2004
8	Dohoda o konečnom počte svetelných bodov vyplývajúcich z rekonštrukčných a modernizačných prác protokolárne odovzdaných k 31. 12. 2001 – t.j. 42 080 ks svetelných bodov. Zmena počtu SB vplyvom rozšírenia (investičná výstavba VO) a zmenšenia (odpojenie a demontáž zariadenia) v období 1997 – 2003, t.j. k 1. 1. 2004 na 43 667 ks svetelných bodov. Stanovenie ceny za prevádzku a údržbu novo zaradených svetelných bodov – 637,70 SK bez DPH za rok. Stanovenie ceny za elektrickú energiu novo zaradených svetelných bodov – na základe inštalovaného príkonu x ročnej doby svietenia x aktuálnej sadzby elektrickej energie.		

Zaradenie nových lokalít mesta do prevádzky VO – povinnosť Siemensu vybudovať VO na základe písomnej

	objednávky Hlavného mesta a po vzájomnom schválení nákladov.		
9	Práce navyč – modernizácia verejného osvetlenia.	9 207 207,00 Sk	21. 07. 2004
10	Práce navyč – oprava havarijných prípadov rozvodov VO, výmena rozvodných skríň, spracovanie kompletného skutkového stavu všetkých pripojení.	2 881 500,00 Sk	neuvedené
11	Práce navyč – modernizácia verejného osvetlenia.	812 112,70 Sk	28. 02. 2005
12	Práce navyč – modernizácia verejného osvetlenia.	3 119 758,00 Sk	28. 05. 2005
13	Práce navyč – modernizácia verejného osvetlenia.	16 040 262,00 Sk	24. 08. 2005
14	Práce navyč – modernizácia verejného osvetlenia.	21 956 092,00 Sk	15. 11. 2005
15	Modernizácia verejného osvetlenia.	2 926 498,27 Sk	27. 02. 2005
16	Modernizácia verejného osvetlenia – Stará Dúbravská.	1 886 908,79 Sk	03. 04. 2006
17	Modernizácia verejného osvetlenia – lokalita Račianska ul.	5 482 646,61 Sk	19. 07. 2006
18	Navyč práce – prevádzka pilomatov (ponorných stĺpikov).	Odborné práce 420,- Sk/h Pomocné práce 330,- Sk/h Odbor.skúšky a rev. 420,- Sk/h	28. 08. 2007
19	Modernizácia verejného osvetlenia – Viedenská cesta.	2 819 557,30 Sk	11. 03. 2008
20	Modernizácia verejného osvetlenia – lokalita Nový most.	3 106 725,60 Sk	17. 07. 2008
21	Modernizácia verejného osvetlenia – Záhorská Bystrica.	18 075,62 Sk	08. 07. 2009
22	Rekonštrukcia 65 ks svetelných bodov.	79 005,42 Sk	15. 07. 2009
23	Rekonštrukcia verejného osvetlenia na Promenáde Dunaja.	218 840,18 Sk	03. 09. 2009
24	Rekonštrukcia verejného osvetlenia – sanácia stožiarov.	2 772 626,23 EUR	22. 02. 2010
25	Rekonštrukcia verejného osvetlenia – lokalita Vajnory.	23 440,01 EUR	22. 02. 2010
26	Rekonštrukcia verejného osvetlenia – rozličné lokality.	36 669, 22 EUR s DPH	04. 05. 2010
27	Rekonštrukcia a zlepšenie svetelnotechnických parametrov osvetľovacích sústav v lokalite „Park Račianské mýto“	94 612,02 EUR s DPH	06.11.2013
28	Rekonštrukcia verejného osvetlenia – rozličné lokality	148 434,47 EUR	10.06.2014

29	Modernizácia osvetľovacej sústavy – Lotyšská ul. a Poloreckého ul.	17 286,96 EUR	30.06.2014 ¹
30	Modernizácia osvetľovacej sústavy – Hlavné námestie: vianočné osvetlenia	28 104,00 EUR	21.07.2014
31	Vybudovanie verejného osvetlenia – Poloreckého ulica	2 086,85 EUR	17.10.2014
32	Rekonštrukcia verejného osvetlenia – rozličné lokality	99 168,65 EUR	19.06.2015
33	Rekonštrukcia verejného osvetlenia – sanácia stožiarov.	99 417, 57 EUR	2016

1.1.1.1 Analýza zmluvných a majetkových vzťahov

Predmetom analýzy zmluvných a majetkových vzťahov je posúdenie a identifikácia neštandardných ustanovení a rizík vyplývajúcich zo Zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia v Bratislave v znení jej dodatkov uzavretej medzi Hlavným mestom SR Bratislava a spoločnosťou Siemens.

Tabuľka č. 2 – Prehľad kľúčových zistení k zmluvným a majetkovo-právnym vzťahom

Oblasť	Zistenie
Ustanovenie o meškaní platieb (čl. 11)	Sporné stanovenie resp. výpočet sankčných úrokov v prípade omeškania platieb zo strany hlavného mesta SR Bratislavy. Následkom bola dodatočná viacnásobná úprava znenia zmluvy (čl. 11). Je evidovaná aj viacnásobná úprava v zmysle vylúčenia uplatnenia sankčných úrokov z dôvodu reálneho omeškania platieb.
Zábezpeka / Banková záruka (čl. 14)	Prevádzkovateľ VO môže požadovať plnenie z bankovej záruky až vtedy, keď hlavné mesto nechalo uplynúť ako nevyužité všetky časové obdobia uvedené v bode 11 tejto zmluvy (to je 74 dní) a napriek písomnej výzve nezaplatilo. Z pohľadu platobnej disciplíny hlavného mesta SR Bratislava je toto ustanovenie identifikované ako rizikové. Chýbajúca príloha zmluvy – banková záruka: - nie je možná identifikácia bankovej inštitúcie, ktorá je povinná plniť z bankovej záruky, - nie je zrejmá výška bankovej záruky, - nie je zrejmé, či už došlo k plneniu. Z dôvodu nedostupnosti dokumentácie nebolo možné objektívne určiť: - ktorá banková inštitúcia je povinná plniť z bankovej záruky, - či záručná listina spĺňa náležitosti stanovené zákonom, prípadne či vôbec nadobudla platnosť,

¹ Z dodaného dodatku nie je možné určiť dátum podpisu dodatku, uvedený je preto dátum realizácie

- posúdiť podmienky, za ktorých je príslušná banková inštitúcia povinná plniť z bankovej záruky spoločnosti Siemens, s.r.o..

Nakladanie s demontovanými časťami zariadenia VO (čl. 3.1.8)

Podľa bodu 3.1.8 Zmluvy vzniklo spoločnosti Siemens právo bezodplatne prevziať všetky demontované časti zariadenia do svojho vlastníctva. Dané dojednanie nie je v súlade so zásadami efektívneho nakladania s majetkom Hlavného mesta SR Bratislavy, nakoľko demontované časti zariadenia alebo ich časť (napr. stĺpy, svietidlá, rozvodné skrine a pod.) mohli byť predmetom prác pri modernizácii a rekonštrukcii a existuje potenciálna hrozba, že tieto demontované časti mohli byť následne upotrebitelné (prevedené spoločnosti Siemens za odplatu).

Zároveň je potrebné zosúladiť režim nakladania s nadbytočným majetkom, ktorý vyplýva z bodu 3.1.8. Zmluvy s § 7 a nasl. zákona č. 138/1991 Zb. o majetku obcí v znení neskorších predpisov ako aj všeobecne záväzným nariadením hlavného mesta SR Bratislavy č. 18/2011 o zásadách hospodárenia s majetkom hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy.

Plán platieb (príloha č.4)

Znenie prílohy č. 4 je neprehľadné, nejednoznačné a nedostatočne zrozumiteľné, pričom v časti plánu platieb, ktorý sa týka modernizácie, rekonštrukcie a údržby zariadení a úhrady energií počas trvania Zmluvy obsahuje len jednoduchý matematický výpočet mesačných splátok a súhrn hodnoty plánovaných ročných plnení.

Dodatky k zmluve

Uzatvorené dodatky, ktorých predmetom bola dohoda o modernizácii resp. rekonštrukcii zariadenia VO je možné posúdiť ako zmenu / navýšenie predmetu plnenia podľa Zmluvy, čo môže byť považované ako rozpor so základnými princípmi verejného obstarávania.

Súvisiace navýšenie ceny za plnenie môže byť tiež považované za zmenu ekonomickej rovnováhy v prospech úspešného uchádzača pôvodnej súťaže súčasného prevádzkovateľa.

Predmetné dodatky Zmluvy je možné vykladať ako majúce charakter samostatných zmluvných vzťahov Zmlúv o dielo, ktoré prekračujú rozsah povinností zmluvných strán podľa Zmluvy a víťaznej ponuky úspešného uchádzača.

Účinnosť zmluvy vs. Ukončenie zmluvného vzťahu	Zmluva nadobúda účinnosť v zmysle článku 15 Zmluvy vtedy, keď sa kumulatívne naplnia tri podmienky, t.j. v čase keď sa súčasne: (i) odsúhlasia a podpíšu všetky prílohy, ktoré sú uvedené v čl. 2 Zmluvy oboma Zmluvnými stranami, (ii) keď samotná Zmluva bude podpísaná Zmluvnými stranami a (iii) keď bude prevádzkovateľovi Hlavnému mestu SR Bratislave odovzdané zariadenie do prevádzkovania. Podľa poskytnutých informácií mala Zmluva nadobudnúť účinnosť dňa 01.01.1997. Táto informácia však nie je verifikovaná. Z tohto pohľadu je najmä kľúčová identifikácia dátumu splnenia podmienky odovzdania zariadenia prevádzkovateľovi do prevádzky. Na dátum účinnosti zmluvy nadväzuje termín ukončenia zmluvného vzťahu – zmluva je uzatvorená na obdobie 20 rokov od nadobudnutia jej účinnosti.
Budúce použitie vyvinutých softvérových riešení	Zmluva neupravuje právo na neobmedzenú úpravu počítačového programu vrátane jeho úpravy treťou osobou a právo na jeho úpravu, šírenie a nakladanie s ním. Tým je znemožnená do budúcna hospodárska súťaž v oblasti informačno – komunikačných technológií. Hlavné mesto SR Bratislava je tak „uzamknuté“ v jednotlivých IKT riešeniach, nakoľko nepožadovalo pri navrhovaní súťažných podkladov, definovaní predmetu zákazky, otvorené štandardy na IT architektúru, resp. nenavrhlo takú licenčnú zmluvu, ktorá by bola v dostatočnej miere flexibilná v zmysle budúcich úprav softvéru.

Vzhľadom na súčasný prevádzkový model (servisný model), a skutočnosť že predmetom Zmluvy je prevádzkovanie verejného osvetlenia, odporúčame využiť ustanovenia, ktoré sú obvyklé pre daný zmluvný typ tzv. Service Level Agreement tak, aby dostatočne flexibilne a efektívne zabezpečovali plnenie záväzkov zmluvných strán.

Model by mal byť postavený na nasledovných pilieroch Prevádzka VO, Energetická efektívnosť, Rozvoj

Z tohto dôvodu odporúčame, aby daný zmluvný dokument popisujúci servisný model obsahoval okrem iného:

- detailnú špecifikáciu predmetu zmluvy, vrátane rozsahu verejného osvetlenia a technických zariadení, ku ktorému je poskytovaný servis, vrátane identifikácie funkčných a technických parametrov,
- určenie, ktorý druh údržby je zahrnutý v paušálnej sume odplaty, vrátane exemplifikatívnej špecifikácie, čo sa považuje za údržbu bežného rozsahu, ktorá je predmetom zmluvy (napr. výmena chybných komponentov, kondenzátorov, poistiek, stožiarov, krytov svietidiel; bežné opravy ako napr. odstránenie väd príslušného zariadenia, účinkov opotrebenia alebo následkov jeho poškodenia, náterové práce, čistiace práce obnovujúce plnú funkčnosť verejného osvetlenia, revíziu činnosť vykonávanú v pravidelných intervaloch v zmysle príslušných technických noriem a pod.),
- detailnú úpravu úhrady za spotrebovanú elektrickú energiu a riešenie odplaty v prípade nárastu počtu svetelných bodov systému,
- povinnosť prevádzkovateľa náležitým spôsobom evidovať majetok Hlavného mesta SR Bratislavy jemu zverený do správy a viesť jeho tzv. technický passport a vykonávať revíziu,
- záväzok prevádzkovateľa zodpovedať za funkčnosť verejného osvetlenia s tým, že nesmie prekročiť limit nefunkčnosti, ktorý bude dojednaný zmluvnými stranami (napr. 1% nesvietiacich svetelných bodov z celkového počtu svetelných bodov hlavného mesta po dobu 1 mesiaca),

- záväzok prevádzkovateľa zabezpečiť dispečerskú službu s nepretržitou 24 hodinovou prevádzkou za účelom možnosti hlásenia porúch na zariadeniach verejného osvetlenia,
- dojednanie mechanizmu realizácie údržby tak, aby v ktoromkoľvek mieste údržby v závislosti od kategorizácie závažnosti poruchy alebo havárie, vrátane reportingu, klasifikácie a procesu riešenia funkčných problémov, vrátane:
 - dojednania o mechanizme oznámenia funkčného problému (napr. e-mailom, telefonicky alebo prostredníctvom online helpdeskovej aplikácie,
 - postupu v prípade, ak funkčný problém nemôže byť ihneď odstránený – napr. bude klasifikovaný na základe hodnotenia hlavného mesta podľa typu naliehavosti, vplyvu a priority,
 - mechanizmu pravidelných správ o jednotlivých prijatých funkčných problémoch,
 - definovanie kritérií typov naliehavosti riešenia funkčných problémov, ktoré určujú prioritu, - definovanie programu podpory, časového rozsahu a času odozvy (lehota na poskytnutie dočasného a/alebo trvalého riešenia),
- povinnosť vytvoriť a dopĺňať digitálnu mapu verejného osvetlenia spolu s náležitou evidenciou majetku používaného pri plnení predmetu zmluvy,
- sankcie pre poskytovateľa služieb za nesplnenie záväzkov podľa zmluvy,
- úprava práv k predmetom práv duševného vlastníctva, predovšetkým k softvérovým nástrojom a databázam, vrátane úpravy licenčných práv hlavného mesta k softvéru vo forme výhradnej licencie s právom poskytnúť sublicenciu, pričom rozsah poskytovanej licencie bude čo najširší, vrátane práva na realizáciu modifikácií, adaptácií a údržby systému,
- kontrolné mechanizmy plnenia povinností prevádzkovateľa vrátane špecifikácie hlásenia porúch, charakteru realizovaných zásahov a ich druhu a hľadani efektívneho riešenia pri poskytovaní servisu a vedenie priebežne kontrolovateľnej evidencie materiálov a zásahov vo vzťahu k jednotlivým svetelným bodom, resp. miestam zásahu,
- zodpovednosť a záruky,
- komplexnú úpravu tzv. prechodného obdobia pri ukončení predmetu zmluvy, kedy je prevádzkovateľ povinný na základe fyzickej inventarizácie odovzdať hlavnému mestu predmet zmluvy v prevádzkyschopnom stave spolu s potrebnou technickou dokumentáciou v aktualizovanom znení a poskytnúť maximálnu súčinnosť pri odovzdávaní systému verejného osvetlenia hlavnému mestu, vrátane potrebného zaškolenia príslušných technických zamestnancov alebo osôb určených hlavným mestom,
- povinnosť prevádzkovateľa poskytnúť súčinnosť pri prípadnom prevzatí prevádzky VO inému prevádzkovateľovi v priebehu, alebo po ukončení zmluvného vzťahu,
- zaviazanie prevádzkovateľa k preukazovaniu realizovaných iniciatív vedúcich k znižovaniu spotreby elektrickej energie postavených na kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľoch,
- zaviazanie prevádzkovateľa k trvalo udržateľnému rozvoju sústavy VO.

Vzhľadom na blížiaci sa termín ukončenie zmluvného vzťahu so súčasným prevádzkovateľom verejného osvetlenia a časovo náročnú prípravu verejného obstarávania na výber nového prevádzkovateľa existuje riziko, že v termíne ukončenia súčasného zmluvného vzťahu nebude ešte ukončené verejné obstarávanie a podpísaná nová zmluva na zabezpečenie prevádzky verejného osvetlenia. Z tohto dôvodu bola posúdená i možnosť predĺženia trvania súčasného zmluvného vzťahu.

Existujúca zmluva o prevádzkovaní verejného osvetlenia v Bratislave explicitne nepojednáva o možnostiach jej predĺženia. Predĺženie trvania súčasnej zmluvy môže byť považované za podstatnú zmenu zmluvy, z dôvodu indikácie vôle oboch strán nanovo sa dohodnúť na podstatných náležitostiach tejto zmluvy. Uvedené je možné považovať na porušenie základných princípov verejného obstarávania v zmysle §10 Zákona o verejnom obstarávaní č.343/2015 Z. z.

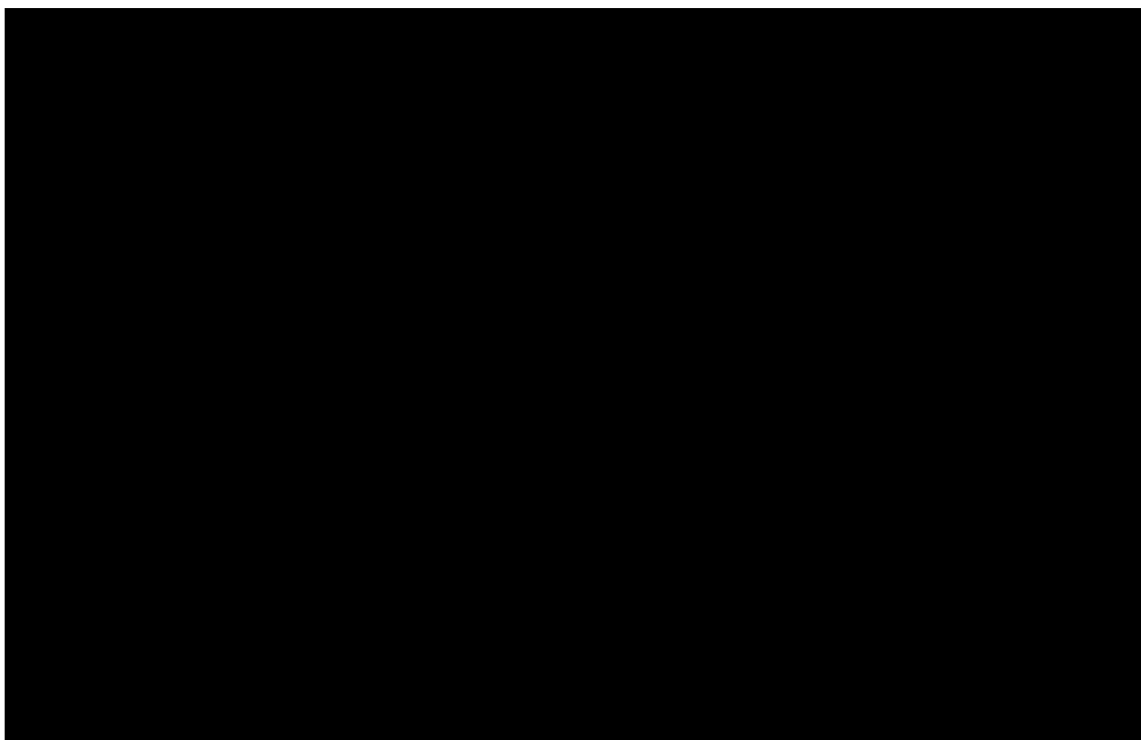
1.1.2 Audit procesov vo vzťahu mesto – dodávateľ

Verejné osvetlenie patrí medzi verejnoprospešné služby, za ktoré podľa zákona 369/1990 Z.z. zodpovedá obec. Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy je tak výhradným vlastníkom osvetľovacej sústavy v Bratislave a to vrátane:

- výložníkov, svietidiel a svetelných zdrojov,
- stožiarov (s výnimkou stožiarov distribučnej siete ZSD a dopravného podniku),
- napájacej sústavy verejného osvetlenia,
- riadiaci systém verejného osvetlenia má v súčasnosti vo vlastníctve prevádzkovateľ verejného osvetlenia.

Prevádzkovateľom osvetľovacej sústavy je od roku 1996 na základe zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia spoločnosť Siemens. Počas prvých 5 rokov trvania zmluvného vzťahu spoločnosť Siemens zabezpečila rekonštrukciu osvetľovacej sústavy v rozsahu kompletnej výmeny 13190 svetelných bodov (vrátane stožiarov a napájacej infraštruktúry) a výmeny svietidiel a svetelných zdrojov vo zvyšných približne 28890 svetelných bodoch. Rekonštrukciou sa prevádzkovateľ VO zaviazal dosiahnuť zníženie

elektrickej spotreby z pôvodného inštalovaného výkonu približne 9,5 MW² na približne 5 MW³⁴. Nedosiahnutie tejto úspory je vnímané ako náklad prevádzkovateľa a naopak zvýšená úspora a nižší odber elektriny je vnímaný ako dodatočný príjem prevádzkovateľa verejného osvetlenia.⁵ Prevádzkovateľ VO je tak motivovaný k čo možno najúspornejšej prevádzke systému verejného osvetlenia. Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy, ktorý platí paušálnu cenu energií, môže dosiahnuť úsporu jedine zmenou doby svietenia, alebo výberom dodávateľa elektriny prostredníctvom dopravného podniku.



² Údaj vychádza z prílohy č. 1 zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia

³ Údaj požadovanej dosiahnutej ročnej spotreby elektriny vychádza zo zmluvne dohodnutého ročného poplatku za energiu,

⁴ 330 650 SK, ceny elektriny, ktorá podľa príloh k faktúram predstavovala v roku 1999 0,048131 €/kWh (pri konverznom kurze 30,126 SK/€) a zo v súčasnosti fakturovanej ročnej doby svietenia 4107 h

⁵ Tvrdenie vychádza zo v súčasnosti realizovaného fakturovania paušálneho poplatku za energiu bez ohľadu na skutočnú spotrebu verejného osvetlenia

Spoločnosť Siemens zodpovedá za prevádzku, pravidelnú údržbu a opravy osvetľovacej sústavy a to vrátane likvidácie vyradených častí. Fyzickú realizáciu prevádzky, údržby a opráv osvetľovacej sústavy verejného osvetlenia v Bratislave zabezpečuje pre Siemens spoločnosť [REDAKOVANÉ].

Na základe rozhodnutia Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy je dodávka elektriny súťažená spoločne pre mestské subjekty (verejné osvetlenie, dopravný podnik, administratívne budovy, školy, apod.). Sprostredkovateľom tejto združenej dodávky je ako najväčší odberateľ spoločnosť Dopravný podnik Bratislava, a.s., pričom prevádzkovateľ VO uzatvára zmluvu priamo s dodávateľom elektriny za podmienok vysúťažených Dopravným podnikom Bratislava. Súčasným dodávateľom elektriny je spoločnosť [REDAKOVANÉ].

Vzhľadom na rozsiahlosť a geografickú polohu osvetľovacej sústavy v Bratislave je fyzické napájanie osvetľovacej sústavy a teda distribúcia elektriny pre verejné osvetlenie zabezpečené viacerými prevádzkovateľmi distribučných sústav ([REDAKOVANÉ]). Fyzické napájanie osvetľovacej sústavy je zabezpečené aj prostredníctvom transformátorových staníc a vedení bez definovaného vlastníka.

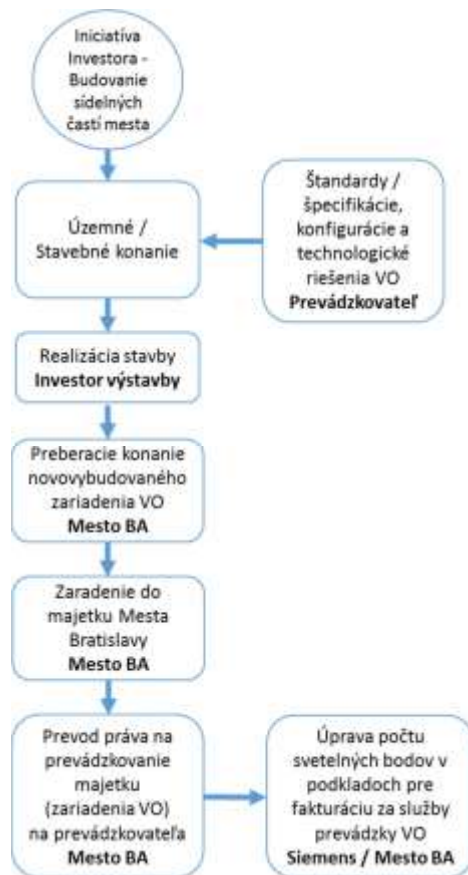
Stožiare verejného osvetlenia môžu byť súčasne využívané aj pre iné účely (umiestnenie reklamných bilbordov, dátových komunikačných sietí apod.) na základe prenájmu. Na vysporiadanie sa s neoprávneným používaním týchto stožiarov v súčasnosti Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy nemá dostatočné kapacity.

Osvetľovacia sústava zároveň slúži na napájanie iných odberateľov (svetelné bilbordy, automaty dopravného podniku, JCDecaux, rôzne stánky, apod.). Právne vzťahy a fakturácia spotrebovanej elektriny sú v tomto prípade realizovaná individuálne.



Obrázok č. 2 - Životný cyklus starostlivosti o majetok sústavy verejného osvetlenia

1.1.2.1 Výstavba novej infraštruktúry



Obrázok č. 3 - Postupy pri budovaní novej infraštruktúry verejného osvetlenia

Výstavbu novej infraštruktúry verejného osvetlenia pri rozširovaní mestských častí spravidla realizuje investor realizujúci novú výstavbu. V rámci povoľovacích konaní je investor pri návrhu verejného osvetlenia usmerňovaný v zmysle platných štandardov pre VO (špecifikácie, konfigurácie a technologické riešenia), ktoré v súčasnosti pre Hlavné mesto ako povoľovací orgán (stavebný úrad) spracováva **neštandardne** prevádzkovateľ VO.

Prevádzkovateľ (Siemens) nad rámec svojich zmluvných povinností vypracoval základné technické požiadavky na novo budované zariadenia verejného osvetlenia s cieľom dosiahnutia štandardov a technologickej unifikácie používaných zariadení. Ich súčasťou sú požiadavky na napájaciu infraštruktúru, povolené typy a výšky stožiarov a zoznam povolených typov svietidiel a svetelných zdrojov. Tieto požiadavky majú charakter katalógových listov vysúťaženej technológie pre verejné osvetlenie v Bratislave. Verejné osvetlenie je vďaka tomu jednotný štandardizovaný systém s racionalizovanými požiadavkami na počty a typy skladovaných náhradných dielov.

V rámci schvaľovacieho konania novej výstavby poskytuje prevádzkovateľ súčinnosť a k schvaľovaným projektom vznáša pripomienky, ktoré majú charakter odporúčaní. Hlavné mesto následne v povoľovacom konaní zvyčajne požaduje plnenie týchto pripomienok. V rámci pripomienkovania sa sleduje dodržiavanie požiadaviek stanovených prevádzkovateľom, ako aj dodržiavanie minimálnych technických štandardov stanovených technickými normami:

- STN EN 13201-1: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 1: Výber tried osvetlenia
- STN EN 13201-2: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 2: Svetelnotechnické požiadavky
- STN EN 13201-3: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 3: Svetelnotechnický výpočet

- STN EN 13201-4: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetelnotechnických vlastností
- STN EN 13201-5: Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 5: Ukazovatele energetickej účinnosti

Po ukončení výstavby odovzdá investor vybudovanú infraštruktúru nového verejného osvetlenia hlavnému mestu na základe formálnych aktov (odovzdávacie a preberacie konanie) a preberacích protokolov. Nová infraštruktúra VO je následne zaradená do majetku hlavného mesta.

Po zaradení novovybudovaného zariadenia VO do majetku hlavného mesta Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy preverí právo na prevádzkovanie tohto zariadenia na prevádzkovateľa VO. Vzhľadom na kontinuálnu investičnú výstavbu na území hlavného mesta a z toho vyplývajúcu neustálu zmenu počtu svetelných bodov bola oboma zmluvnými stranami dohodnutá aktualizácia celkového počtu prevádzkovaných svetelných bodov pre potreby úpravy cien za prevádzku a energie pravidelne 2x ročne, vždy k 31.12 a 30.6 príslušného kalendárneho roka.

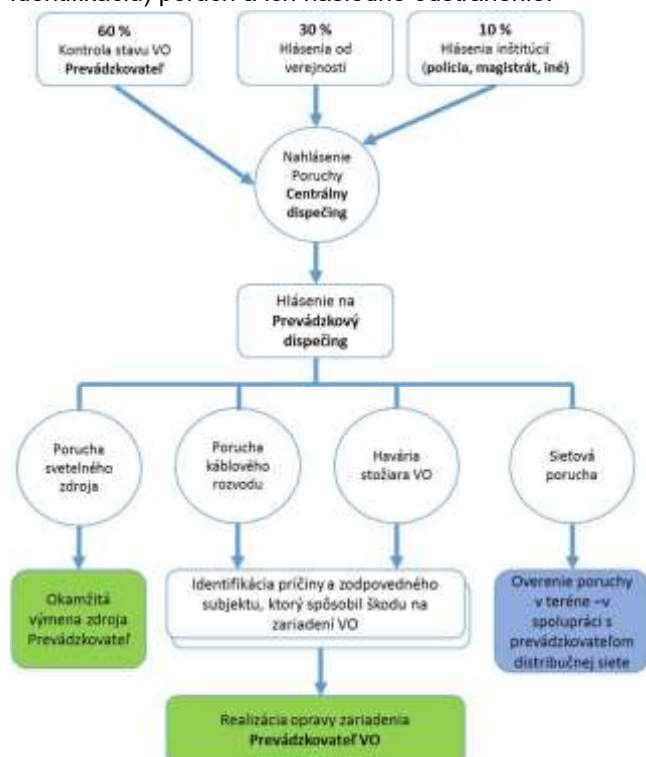
1.1.2.2 Prevádzka a údržba

Na základe zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia zodpovedá za prevádzku a údržbu prevádzkovateľ VO. Prevádzka a údržba zahŕňa tieto činnosti:

- zabezpečenie preventívnej údržby,
- zabezpečenie korektívnej údržby,
- zabezpečenie dodávky a distribúcie energie (zmluvné vzťahy s príslušnými subjektami),
- zabezpečenie vzťahov s inými subjektami pripojenými na verejné osvetlenie,
- investičná činnosť (rekonštrukcia, modernizácia).

Korektívna údržba verejného osvetlenia

Údržbu verejného osvetlenia vykonáva podľa zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia spoločnosť Siemens, ktorá je povinná zabezpečiť min. 95% prevádzkyschopnosť zariadenia verejného osvetlenia. Pre dodržanie tohto záväzku je povinná zabezpečiť potrebné vyhľadávanie (alebo identifikáciu) porúch a ich následné odstránenie.



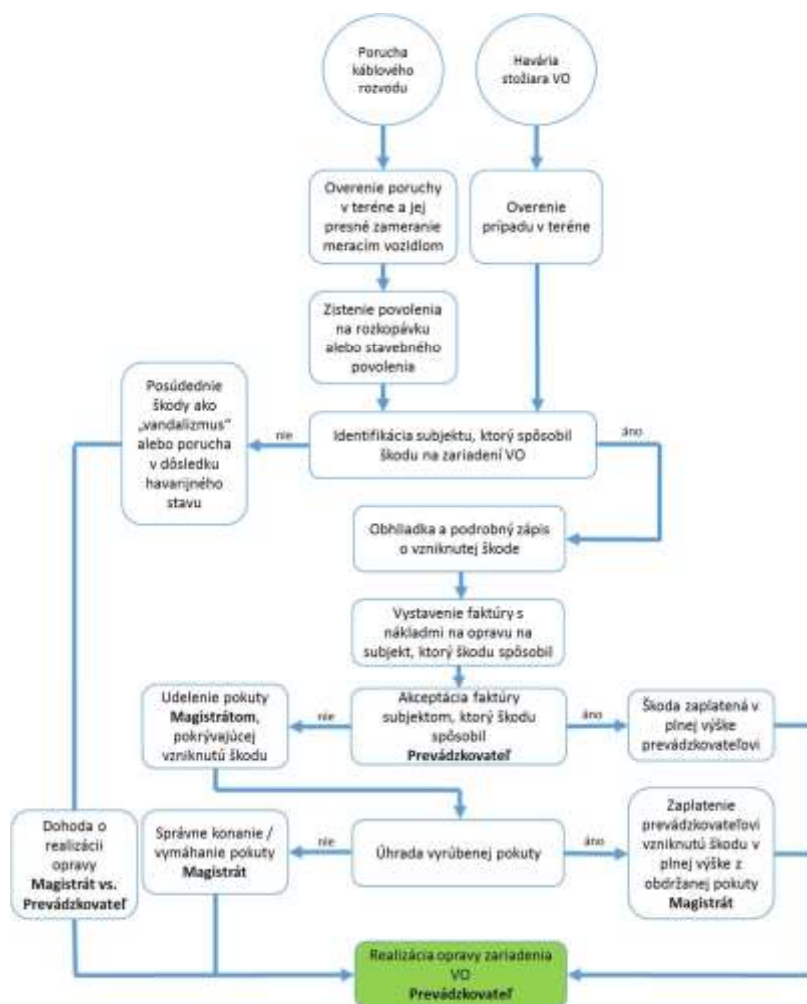
Obrázok č. 4 - Algoritmus riešenia prevádzkových porúch

Identifikácia porúch je zabezpečená prevádzkovými kontrolórmí spoločnosti [REDACTED] (odborným odhadom približne 60%⁶ porúch je identifikovaných pravidelnou obhliadkou), prostredníctvom call centra (približne 30% porúch hlásia občania mesta) a inými inštitúciami s prístupom do centrálného dispečingu. Všetky poruchy, alebo hlásenia musia byť zaznamenané v centrálnom dispečingu spoločnosti prevádzkovateľa VO.

Po zaevidovaní poruchy v centrálnom dispečingu je táto informácia prenesená do prevádzkového dispečingu (spoločnosti [REDACTED]). Dispečer klasifikuje typ poruchy a zvolí postup pre jej odstránenie. V prípade poruchy svetelného zdroja je okamžite na miesto vyslaný tím pre výmenu svetelného zdroja a v prípade sieťovej poruchy (v elektrických rozvodoch pred rozvádzačom verejného osvetlenia) koordinuje práce s prevádzkovateľom distribučnej sústavy.

V prípade káblovej poruchy posíla dispečer meracie vozidlo, ktorého úlohou je identifikácia presného miesta vzniku poruchy. Následne dispečer pošle na miesto poruchy servisný tím, ktorý zabezpečí výkopové práce, opravu káblového rozvodu a opätovnú úpravu terénu. Špecifikom výkopových prác je potreba povolenia pre realizáciu výkopov.

⁶ Počas štúdie nebola dodaná podrobná štatistika, tento odhad vychádza z prevádzkových skúseností



Obrázok č. 5 - Identifikácia príčiny poruchy a subjektu, ktorý poruchu spôsobil

Havárie stožiarov rovnako ako káblové poruchy sú väčšinou škody spôsobené inými subjektmi. Pri týchto poruchách je preto často potrebné identifikovať vinníka. V prípade, že sa preukáže, kto poruchu spôsobil, spôsobená škoda je fakturovaná priamo vinníkovi, alebo je mu udelená pokuta. V prípade, že vinník nie je známy, prevádzkovateľ verejného osvetlenia fakturuje činnosti súvisiace s odstránením tejto poruchy Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy.

Preventívna údržba

Základným predpokladom preventívnej údržby je uchovanie optimálnych parametrov sústavy ako aj zabezpečenie dostatočnej efektívnej životnosti a stability osvetlenia. Jedná sa o pravidelné kontroly - oceľových častí sústavy ako napr. výložníky, stožiare, rozvádzače, svorkovnice, čím sa predíde vzniku korózie, plánovanie pravidelných revízných kontrol rozvádzačov a svetidiel podľa platných vyhlášok.

Preventívnu údržbu vykonávajú zamestnanci spoločnosti [REDACTED] na základe zmluvného vzťahu s prevádzkovateľom VO, spoločnosťou Siemens.

Dodávka elektriny

V zmysle zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia je dodávateľ služby prevádzky VO zodpovedný za založenie zmluvného vzťahu s dodávateľom energie na zabezpečenie prevádzky zariadenia.

Výber dodávateľa elektriny zabezpečuje pre organizačné jednotky vo vlastníctve mesta Dopravný podnik Bratislava vo verejnom obstarávaní. Pre potreby výberu dodávateľa poskytuje prevádzkovateľ VO Dopravnému podniku informácie o očakávanej spotrebe energie verejného osvetlenia vrátane iných odberov pripojených na sústavu verejného osvetlenia. Diagramy odberu prevádzkovateľ VO neposkytuje.

Siemens ako prevádzkovateľ verejného osvetlenia uzatvára zmluvu o dodávke elektriny priamo s dodávateľom energií za vysúťažovaných podmienok. Zmluva sa uzatvára s fixnou cenou na obdobie jedného roka s možnosťou opcie viazanej na vývoj ceny na burze. Pred uzatvorením zmluvy o dodávke existuje pre prevádzkovateľa verejného osvetlenia priestor pre negociáciu niektorých zmluvných podmienok (napr. limitov pre riadenie odchýlok).

Siemens má založený zmluvný vzťah so [REDAKOVANÉ] ako dodávateľom elektrickej energie. Pri uzavretí zmluvného vzťahu umožnilo mesto Bratislava Siemensu prostredníctvom zmluvy o dodávke elektrickej energie pre Dopravný podnik BA využiť dohodnutú cenu elektrickej energie vysúťažujú Dopravným podnikom.

Distribúcia elektriny

Osvetľovacia sústava v meste Bratislava je rozsiahle zariadenie, ktoré je fyzicky napájané zo 755 odberných miest. Pripojená je tak do viacerých distribučných sústav [REDAKOVANÉ]

Verejné osvetlenie v Bratislave zahŕňa vlastné káblové rozvody, pričom každý svetelný bod má zabezpečený prívod aspoň z dvoch RVO. Takéto usporiadanie sústavy umožňuje rýchle premanipulovanie a zabezpečenie najvyššej možnej prevádzkyschopnosti verejného osvetlenia v prípade vzniku káblovej poruchy.

Časť osvetľovacej sústavy je napájaná pomocou zariadení bez definovaného vlastníka. Tieto zariadenia nie sú zakreslené v katastrálnych mapách a k pozemkom, na ktorých sú uložené nie je zapísaná ľarcha.⁷ Problematické sú aj opravy v prípade vzniku poruchy na týchto zariadeniach. Prevádzkovateľ regionálnej distribučnej sústavy k týmto zariadeniam pristupuje ako k elektrickým prípojkám, teda zariadeniam pred elektromerom vo vlastníctve odberateľa. Akákoľvek oprava je preto na náklady odberateľa (v tomto prípade prevádzkovateľa VO) a musí byť koordinovaná s prevádzkovateľom regionálnej distribučnej sústavy (ZSD).

Iní odberatelia pripojení na verejné osvetlenie

Na sieť verejného osvetlenia sa môžu pripájať iní odberatelia, ako:

- iné odbery mesta alebo mestských častí (vianočné osvetlenie, krátkodobé odbery počas rôznych udalostí, ako sú majáles, koncerty, a pod.) – sa zabezpečujú dodatočnými zmluvami medzi mestom (alebo mestskou časťou) a prevádzkovateľom verejného osvetlenia, pričom vyúčtovanie prebieha podľa príslušných zmlúv, alebo ponúk a objednávok,
- odberatelia v zmluvnom vzťahu s Magistrátom hlavného mesta SR Bratislavy (JCDecaux, automaty Dopravného podniku Bratislava, a pod.) – nemajú vyriešený zmluvný vzťah s prevádzkovateľom verejného osvetlenia, ich odber je preto zahrnutý vo vyúčtovacej faktúre za prevádzku verejného osvetlenia ako „energia za iné zariadenia“,
- odberatelia v zmluvnom vzťahu s prevádzkovateľom verejného osvetlenia (rôzne stánky apod.) – sú zabezpečené samostatnými zmluvami medzi prevádzkovateľom VO a jednotlivými odberateľmi, pričom spotreba je fakturovaná priamo jednotlivým odberateľom.⁸

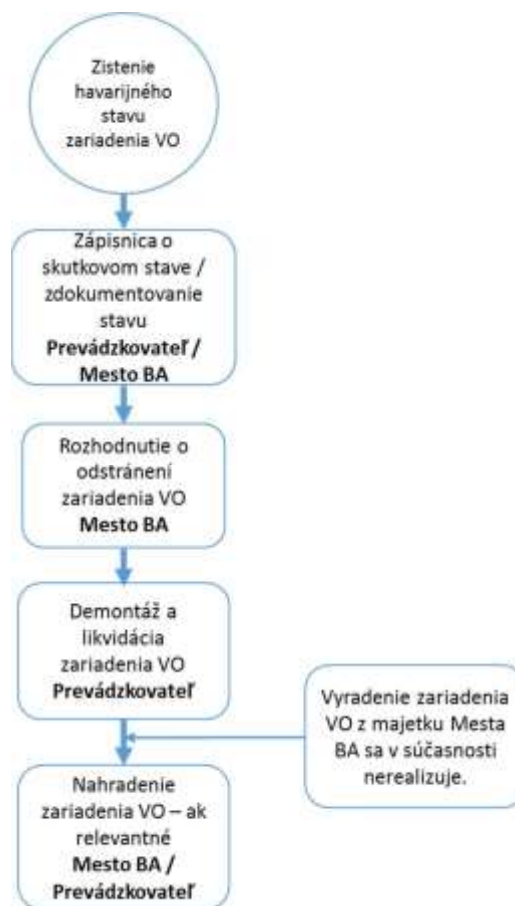
⁷ Vychádza z informácií dostupných (alebo skôr nedostupných) v mestskom GIS, ako aj z prevádzkových skúseností spoločností SIEMENS [REDAKOVANÉ]

⁸ Tieto zmluvy sme počas analýzy nemali k dispozícii, podľa informácií od spoločnosti Siemens tieto odbery nie sú priamo merané, ich spotreba je odhadovaná výpočtom vychádzajúcim z inštalovaného výkonu. Spoločnosť Siemens si následne tieto odbery interne odpočítava od nákladov na energiu pre verejné osvetlenie

Iné odbery pripojené na sieť verejného osvetlenia nie sú vybavené samostatným meraním spotreby. Ich spotreba je pre potreby fakturácie získavaná analytickým výpočtom z parametrov, ako sú inštalovaný výkon, charakter spotreby a doba použitia.

Zariadenia verejného osvetlenia (stožiare) môžu byť zároveň využívané inými subjektami (reklamné agentúry, poskytovatelia internetového pripojenia, apod.). Tieto subjekty by mali s Magistrátom hlavného mesta SR Bratislavy ako s vlastníkom infraštruktúry verejného osvetlenia uzatvoriť zmluvu o prenájme. V súčasnosti nedochádza k monitorovaniu (ani následnému penalizovaniu, alebo odstráneniu) neoprávneného užívania infraštruktúry verejného osvetlenia (najmä pre optické káble poskytovateľov internetového pripojenia).

1.1.2.3 Vyradenie z prevádzky



Obrázok č. 6 - Postupy pri vyradovaní zariadenia VO z prevádzky

Vyradenie zariadenia z prevádzky

Pri identifikovaní / nahlásení havarijného stavu zariadenia VO prevádzkovateľ spolu so zástupcom Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy vypracuje zápisnicu o skutkovom stave zariadenia VO v rámci ktorej zdokumentuje stav poškodenia zariadenia s popisom a fotodokumentáciou.

Zápisnica o skutkovom / havarijnom stave zariadenia je následne postúpená na Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy, ktorý v prípade relevantnosti vydá rozhodnutie o odstránení zariadenia VO.

Na základe rozhodnutia o odstránení zariadenia VO prevádzkovateľ vykoná demontáž a likvidáciu zariadenia VO vo vlastnej réžii.

Prevádzkovateľ má podľa zmluvy právo bezodplatne prevziať všetky demontované časti zariadenia do svojho vlastníctva s cieľom jeho následného nakladania a likvidácie. Dané dojednanie nie je v súlade so zásadami efektívneho nakladania s majetkom Hlavného mesta SR Bratislavy, nakoľko demontované časti zariadenia alebo ich časť (napr. stĺpy, svietidlá, rozvodné skrine a pod.) môžu byť predmetom prác pri modernizácii a rekonštrukcii a existuje potenciálna hrozba, že tieto demontované časti mohli byť následne upotrebiteľné (prevedené spoločnosti Siemens za odplatu).

Vyradenie zariadenia z majetku hlavného mesta

Podľa informácií z Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy v súčasnosti neprebíha vyradovanie neupotrebiteľných zariadení VO z evidencie majetku. Problémom v tejto súvislosti môže byť evidencia jednotlivých zariadení VO nie ako samostatné komponenty v evidencii majetku, ale ako celky – stavebné objekty z príslušných investičných akcií (verejné osvetlenie na ulici xy).

Tabuľka č. 3 – Prehľad zistení a odporúčaní k procesným vzťahom

Oblasť	Zistenie	Odporúčanie
Výstavba novej infraštruktúry	Prevádzkovateľ verejného osvetlenia vyžaduje od subjektov zabezpečujúcich výstavbu nových častí verejného osvetlenia dodržanie požiadaviek technických noriem STN EN 13 201 a použitie vybraných technológií. V rámci schvaľovacieho konania konzultujú zamestnanci Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy predkladané projekty so zamestnancami prevádzkovateľa VO, ktorí následne pripravujú odporúčania. Tento postup je zaužívaný, nie je však zmluvne podložený.	V závislosti na budúcom modeli prevádzky je potrebné v budúcnosti zabezpečiť aby: • subjekt zodpovedný za prevádzku verejného osvetlenia pripravil technické požiadavky na nové inštalácie v súlade s očakávaniami a požiadavkami Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy (nad rámec technických noriem) a zodpovedal za dodržiavanie týchto požiadaviek, • subjekt zodpovedný za správu majetku pripravil majetkovo-právne požiadavky na nové inštalácie (napr. vecné bremeno na pozemky, ktorými prechádza inštalácia, apod.) a zodpovedal na dodržiavanie týchto požiadaviek.
Výstavba novej infraštruktúry	Investičná činnosť mesta v oblasti rozvoja VO je v súčasnosti obmedzená len na odstraňovanie havarijného stavu.	Zabezpečiť v budúcnosti vytváranie kapitálovej rezervy na obnovu infraštruktúry (z prostriedkov mesta, alebo prevádzkovateľa VO aj v závislosti na zvolenom prevádzkovom modeli). Zabezpečiť využívanie synergických efektov pri dopravnomožných inžinierskych projektoch v spojení s verejným osvetlením (pre zabezpečenie financovania obnovy VO a pre zabránenie prevádzky nadbytočného počtu stožiarov v Bratislave).

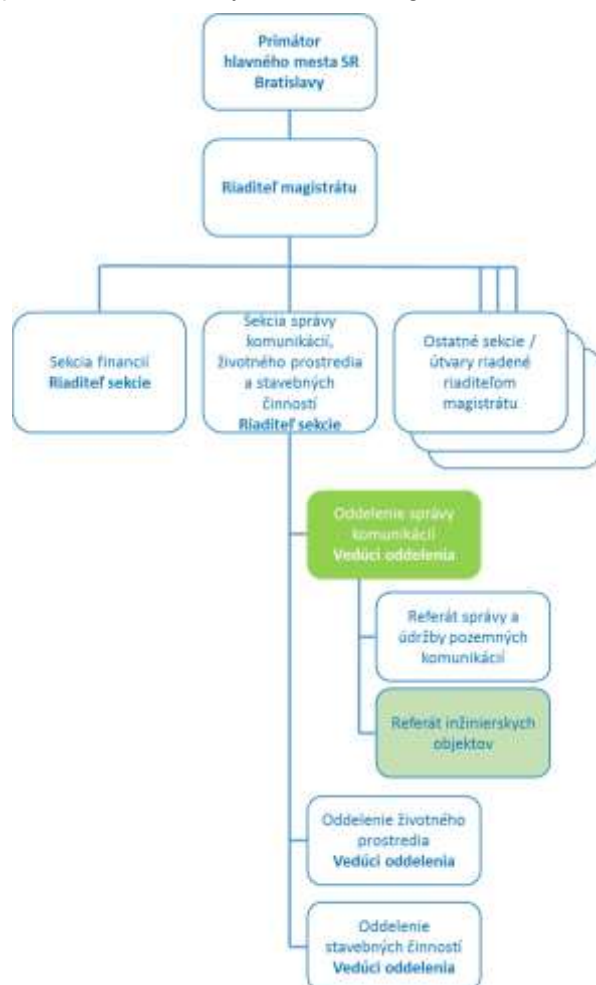
Prevádzka	V súčasnosti nedochádza k monitorovaniu (ani následnému penalizovaniu, alebo odstráneniu) neoprávneného užívania infraštruktúry verejného osvetlenia.	Odporúčame zriadiť inštitút (alebo zveriť externej organizácii) monitorovania a odstraňovania neoprávnených inštalácií na zariadeniach VO.
Údržba	V súčasnosti je prevádzkovateľ VO zmluvne zaviazaný k udržiavaniu 95% prevádzkyschopnosti zariadenia. Táto hodnota je spoločensky neakceptovateľná a aj vďaka tlaku verejnosti je reálne dosahovaná prevádzky schopnosť výrazne vyššia.	Odporúčame pri budúcom kontrakte zvážiť vyššiu požadovanú prevádzkyschopnosť. Napr. v Brne je požadovaná prevádzkyschopnosť 97%, podľa nášho názoru je v súčasnosti technicky možné dosiahnuť aj viac ako 99%.
Údržba	Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy v súčasnosti nemá dostatočné kapacity na vymáhanie pohľadávok od osôb, alebo subjektov, ktorí spôsobili škody na mestskom majetku.	Odporúčame, aby Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy zveril vymáhanie škôd tretej strane. Zároveň odporúčame poistenie majetku (VO) pre prípad škôd spôsobených neznámym páchatelom, alebo živlom.
Vyradenie z prevádzky	Prevádzkovateľ má podľa zmluvy právo bezodplatne prevziať všetky demontované časti zariadenia do svojho vlastníctva s cieľom jeho následného nakladania a likvidácie. Dané dojednanie nie je v súlade so zásadami efektívneho nakladania s majetkom Hlavného mesta SR Bratislavy.	Je potrebné zosúladiť režim nakladania s nadbytočným majetkom, ktorý vyplýva z bodu 3.1.8. Zmluvy s § 7 a nasl. zákona č. 138/1991 Zb. o majetku obcí v znení neskorších predpisov ako aj všeobecne záväzným nariadením hlavného mesta SR Bratislavy č. 18/2011 o zásadách hospodárenia s majetkom hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy.
Vyradenie z majetku	Evidencia jednotlivých zariadení VO nie ako samostatné komponenty v evidencii majetku, ale ako celky – stavebné objekty z príslušných investičných akcií (verejné osvetlenie na ulici xy). To znemožňuje vyradovanie jednotlivých komponentov zariadenia VO z evidencie majetku.	Aplikácia komponentného členenia v evidencii majetku v zmysle best practices evidencie a účtovania majetku.
Modernizácia	Modernizácia prebehla na začiatku zmluvného vzťahu medzi prevádzkovateľom VO a Magistrátom hlavného mesta SR Bratislavy.	Odporúčame zaviazat' budúceho prevádzkovateľa VO k postupnej modernizácii a znižovaniu spotreby počas trvania budúceho zmluvného vzťahu.

Obnova	Výmena skorodovaných stožiarov prebieha v obmedzenom počte. Financovanie obnovy je realizované z prostriedkov mesta.	Odporúčame zaviazat' budúceho prevádzkovateľa VO k postupnej obnove infraštruktúry VO prostredníctvom požadovaného SLA parametru, alebo priamo požadovaným počtom vymenených stožiarov ročne. Zároveň odporúčame aby súčasťou obnovy bola nie len výmena stožiarov, ale aj napájacej infraštruktúry (kabeláže).
--------	--	--

1.1.3 Personálno-organizačné zabezpečenie

Magistrát hlavného mesta Bratislavy

Správu verejného osvetlenia, ktoré je v majetku hlavného mesta vykonáva Oddelenie správy komunikácií – Referát inžinierskych objektov, ktoré sú organizačne začlenené v rámci sekcie správy komunikácií, životného prostredia a stavebných činností Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy.



Obrázok č. 7 - Relevantná časť organizačnej štruktúry Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy

Referát inžinierskych objektov má za úlohu zabezpečiť vo vzťahu k správe verejného osvetlenia:

- prevádzku, údržbu a opravu verejného a slávnostného osvetlenia hlavného mesta, cestnej svetelnej signalizácie a kolektorov v zmysle podávania návrhov a požiadaviek na zabezpečenie prevádzky, údržby a opráv verejného osvetlenia prevádzkovateľovi, kontrola a schvaľovanie fakturácie výkonov prevádzkovateľa a iné,
- výkon zákresov podzemných vedení verejného osvetlenia a cestnej svetelnej signalizácie a zabezpečuje ich evidenciu do geografického informačného systému.

Výkon činností referátu je zabezpečený prostredníctvom vedúceho referátu a dvoch zamestnancov. Zamestnancom referátu však v súčasnosti chýba prístup do mestského GIS pre zabezpečenie evidencie.

Prevádzkovateľ

Prevádzku verejného osvetlenia v hlavnom meste zabezpečuje spoločnosť Siemens, ktorá na výkon údržby a opráv využíva služby subdodávateľa [REDACTED]

Siemens s.r.o. zabezpečuje najmä riadenie centrálného dispečingu a prevádzku call-centra pre nahlasovanie porúch verejností. Samotný výkon kontroly, údržby a opráv je realizovaný prostredníctvom spoločnosti [REDACTED]

Prevádzka, údržba a opravy verejného osvetlenia sú na strane prevádzkovateľa vykonávané prostredníctvom:

- odborných pracovníkov o oblasti elektroinštalácií,
- pracovníci dispečingu,
- pracovníci call-centra,
- robotnícke profesie (pre rozkopávky),
- ostatní zamestnanci (skladové hospodárstvo, fakturácie, a pod.).

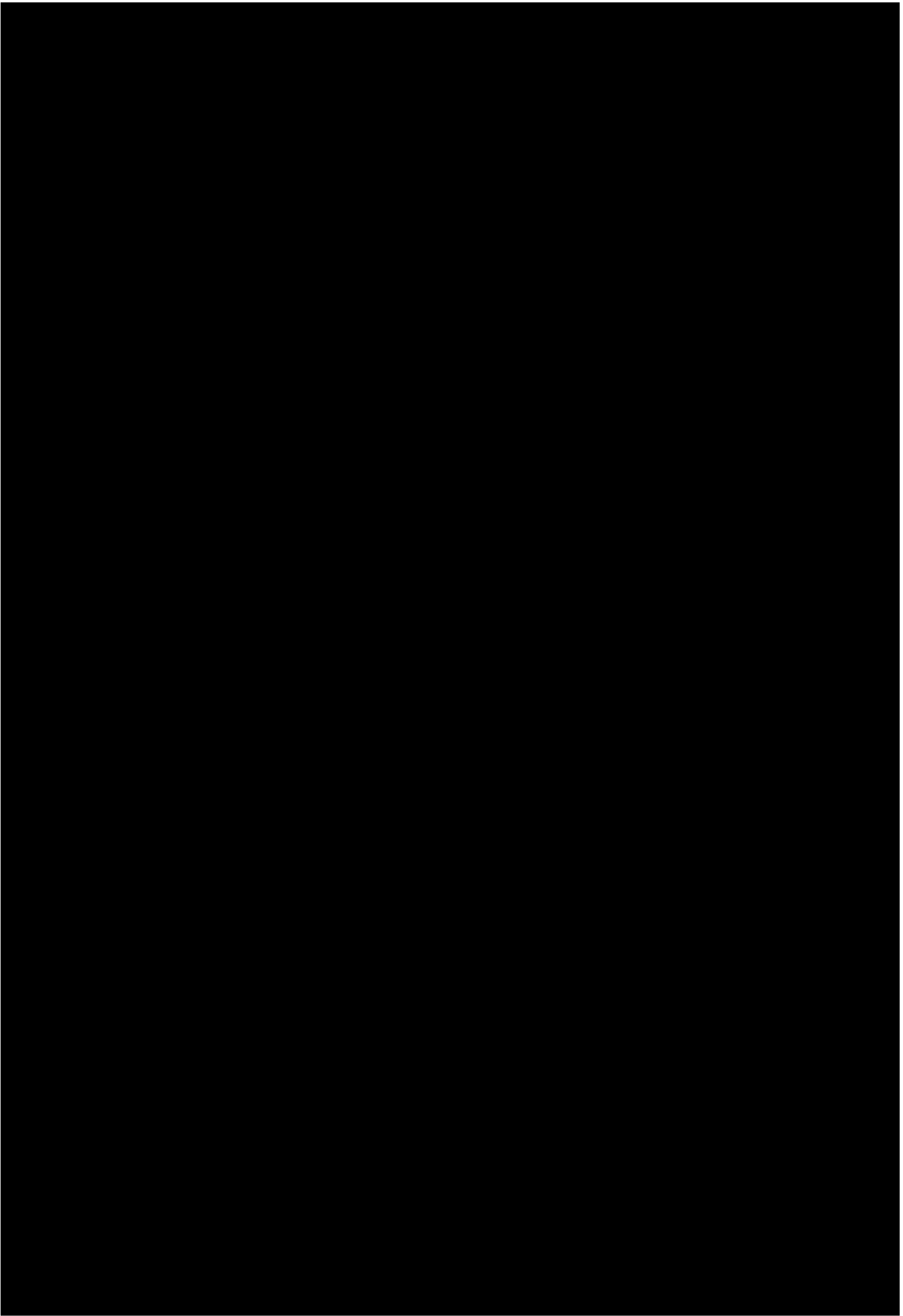
Podľa informácií poskytnutých prevádzkovateľom, je orientačný počet zamestnancov podieľajúcich sa na zabezpečení prevádzky, údržby a opráv verejného osvetlenia [REDACTED]

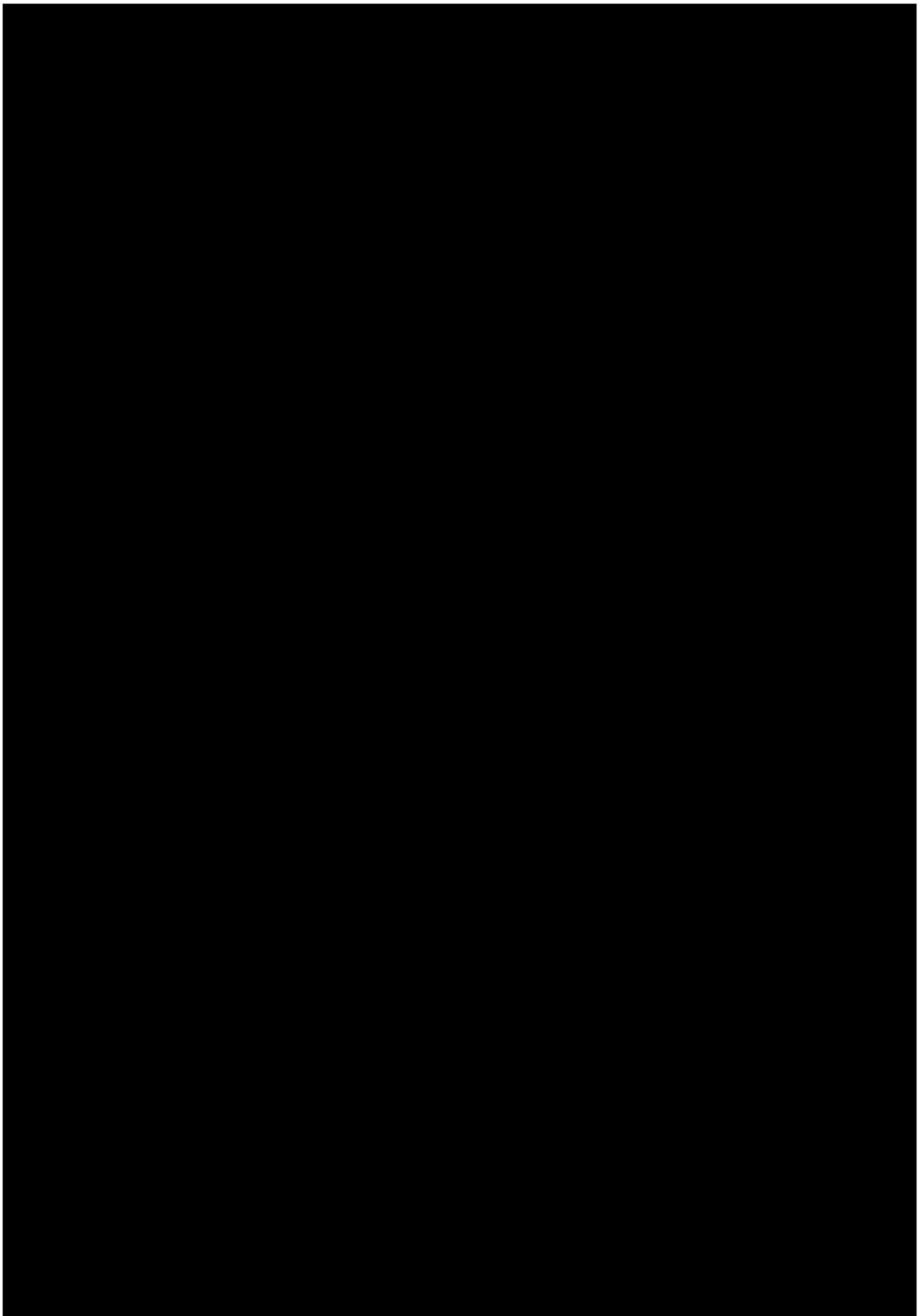
1.1.4 Technologické zabezpečenie

Technické zabezpečenie Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy ako vlastníka osvetľovacej sústavy v Bratislave predstavuje prakticky len prístup do centrálného dispečerského systému spoločnosti Siemens pre nahlasovanie porúch na jednotlivých zariadeniach. Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy má vlastný geografický informačný systém (GIS), ktorý však nie je určený len pre verejné osvetlenie ale obsahuje aj iné inžinierske siete, ktoré niekedy nie je možné od verejného osvetlenia odlíšiť.

Tabuľka č. 4 - Úroveň zrelosti monitorovania a riadenia osvetľovacej sústavy v Bratislave

Oblasť / Úroveň	Základná	Mierne pokročilá	Pokročilá	Smart
Monitorovanie	Nekonceptčné, bez jasného systému sledovania stavu jednotlivých komponentov verejného osvetlenia. Identifikácia porúch je len na základe podnetov občanov.	Konceptčné. Existuje jasne definovaný systém kontroly stavu jednotlivých komponentov verejného osvetlenia. Podnety občanov predstavujú doplňujúcu informáciu.	Skupinové diaľkové monitorovanie. Existuje on-line diaľkový monitorovací systém na úrovni vývodov v rozváždzačoch. Systém je schopný okamžite identifikovať vznik poruchy a ohraničiť miesto vzniku poruchy na ulicu, alebo oblasť.	Smart riešenie. Online monitorovací systém sleduje stav každého svetelného bodu samostatne. Systém dokáže identifikovať vznik poruchy a ohraničiť miesto poruchy na konkrétny svetelný bod.
Riadenie	Decentralizované riešenie bez možnosti diaľkovej korekcie. Spínanie osvetlenia je realizované pomocou spínacích hodín. Úpravu spínacieho času, alebo koruktúru vnútorného času (synchronizáciu) je možné realizovať len priamo v mieste inštalácie spínacích hodín (RVO).	Centralizované riešenie bez možnosti úpravy spínacích časov. Spínanie osvetlenia je realizované hromadným diaľkovým ovládaním, pomocou signálu vysielaného prevádzkovateľom regionálnej distribučnej sústavy. Časy spínania sú dané ročným obdobím (iné pre každý kalendárny deň), nezohľadňujú však prípadné poveternostné podmienky.	Nezávislý centralizovaný systém skupinového spínania. Spínanie osvetlenia je riadené samostatným systémom, ktorý umožňuje zohľadnenie ročného obdobia, ako aj poveternostných podmienok. Spínanie je skupinové, realizované na úrovni rozváždzačov verejného osvetlenia. Systém umožňuje stmievanie verejného osvetlenia.	Nezávislý centralizovaný, alebo decentralizovaný systém individuálneho spínania. Individuálne spínanie (alebo aj stmievanie) svetelných bodov umožňuje zohľadniť ročné obdobie, poveternostné podmienky, frekvenciu komunikácií, ale aj denné využitie infraštruktúry pre iné účely ako verejné osvetlenie.
Údržba	Priebežná výmena svetelných zdrojov. V rámci údržby je zabezpečené sledovanie stavu svetelných zdrojov (svieti/nesvieti) a ich výmena v prípade poruchy.	Priebežné sledovanie technického stavu a pravidelná výmena stožiarov. V rámci údržby je zabezpečené pravidelné meranie úrovne degradácie stožiarov a realizujú sa príslušné kroky pre preventívnej údržby, prípadne výmeny.	Priebežné sledovanie úrovne osvetlenia. V rámci údržby je zabezpečené pravidelné meranie svetelno-technických parametrov a realizácia príslušných krokov pre zabezpečenie splnenia príslušných štandardov.	Automatické sledovanie kvalitatívnych parametrov verejného osvetlenia. Existuje systémová podpora pre zber údajov z rôznych typov senzorov.





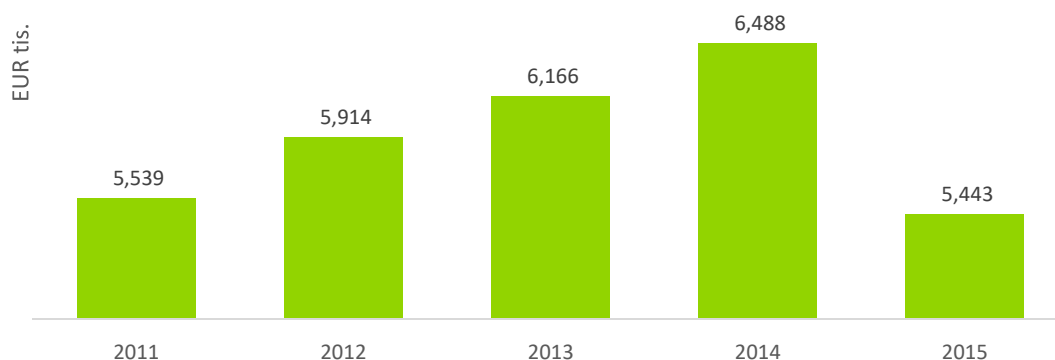
1.1.5 Ekonomické zhodnotenie prevádzkového modelu

Verejné osvetlenie v Bratislave je zabezpečované spoločnosťou Siemens. Hlavné mesto Bratislava má uzavretú "Zmluvu o prevádzkovaní verejného osvetlenia v Bratislave" so spoločnosťou Siemens z roku 1996. V rámci tohoto vzťahu spoločnosť Siemens ako prevádzkovateľ VO zodpovedá za prevádzku, pravidelnú údržbu a opravy osvetľovacej sústavy. Tieto činnosti sú vykonávané prostredníctvom spoločnosti [REDAKOVANÉ] ako bolo podrobnejšie popísané vyššie. Hlavné mesto za tieto služby platí spoločnosti prevádzkovateľovi VO zmluvnú cenu, ktorá je každoročne valorizovaná. Táto pravidelná platba obsahuje:

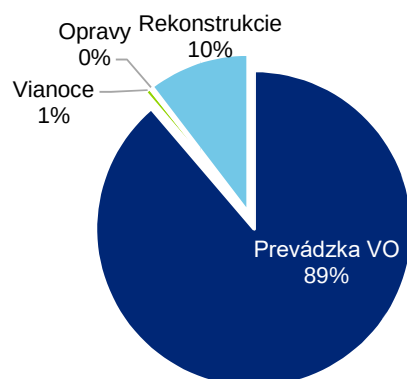
- poplatok prevádzku a údržbu systému (bez dodatočných svetelných bodov sprevádzkovaných po roku 1996) – vychádza zo zmluvnej ceny za údržbu VO a predstavuje paušálny mesačný poplatok,
- poplatok za prevádzku dodatočných svetelných bodov – vychádza z jednotkovej ceny za prevádzku svetelného bodu vypočítanej na základe zmluvnej ceny za údržbu VO a počtu odovzdaných svetelných bodov; poplatok sa uplatňuje od roku 2004 (podpisu dodatku c. 8), pričom počet dodatočných svetelných bodov sa prepočítava pravidelne 2x ročne,
- poplatok za energiu (bez dodatočných svetelných bodov sprevádzkovaných po roku 1996) – vychádza zo zmluvnej ceny za energiu a predstavuje paušálny mesačný poplatok,
- poplatok za energiu dodatočných bodov – vychádza z celkového menovitého príkonu dodatočných svetelných bodov (uplatňuje sa od roku 2004) a uvažovanej ročnej doby svietenia. Príkon dodatočných svetelných bodov sa aktualizuje pravidelne 2x ročne. Valorizácia jednotlivých poplatkov prebieha nasledovne:
 - poplatok za prevádzku a údržbu systému (bez dodatočných svetelných bodov) sa valorizuje podľa bodu 8.2 zmluvy, teda 50% v závislosti od pohybu menového kurzu (čo v roku 2016 predstavuje zníženie o približne 25%) a 50 % podľa slovenského ISC (čo v roku 2016 predstavuje navýšenie o približne 133%),
 - poplatok za prevádzku dodatočných svetelných bodov – pri výpočte valorizácie sa napriek klauzule v dodatku č. 8 o uplatňovaní podmienok bodu 8.2 zmluvy (ktorý sa aplikuje na výpočet poplatku za prevádzku a údržbu systému) na dodatočné svetelné body nepočíta s menovým kurzom a na celých 100 % ceny sa aplikuje slovenský ISC, čím dochádza k navýšeniu ceny za prevádzku dodatočných svetelných bodov,
 - poplatok za energiu (vrátane dodatočných svetelných bodov) sa valorizuje na základe pohybu cien elektriny, teda na základe vysúťaženej ceny elektriny. K poplatku za energiu sa zároveň pripočítava poplatok za rezervovanú kapacitu („poplatok za elektromery“), spotrebu iných zariadení (ako napr. JCDecaux - „energia za iné zariadenia“) a poplatok „Energia Partizánska lúka“.

Ostatné poplatky fakturované spoločnosťou Siemens Hlavnému mestu predstavujú primárne náklady spojené s nevyhnutnou rekonštrukciou infraštruktúry, prípadne dodatočné služby dodané nad rámec zmluvných dodávok a činností.

Nižšie priložený graf uvádza prehľad celkových ročných fakturácií medzi spoločnosťou Siemens a Hlavným mestom za posledných 5 rokov (2010-2015).



Obrázok č. 8 - Prehľad fakturácií prevádzkovateľa VO voči mestu (2010 – 2015)⁹



Obrázok č. 9 - Štruktúra fakturovaných skupín podľa charakteru služieb (priemer rokov 2010-2015)

Okrem prevádzkových platieb za prevádzku, pravidelnú údržbu a opravy bola taktiež zazmluvnená modernizácia osvetlenia v Bratislave. Táto modernizácia predstavovala modernizáciu 28 890 kusov svetelných bodov a rekonštrukciu 13 190 svetelných bodov v období rokov 1996 až 2001. Náklady na túto modernizáciu boli fakturované a zaplatené oddelene od pravidelných poplatkov za prevádzku verejného osvetlenia. Nakoľko tieto platby mali neopakujúci sa charakter neboli predmetom detailnej analýzy.

Zistenia:

Existuje rozdiel medzi spôsobmi valorizácie poplatku za prevádzku VO a prevádzku dodatočných svetelných bodov. Poplatok za dodatočné svetelné body sa valorizuje len podľa slovenského ISC, čo spôsobuje navýšenie ceny v porovnaní s výpočtom podľa bodu 8.2 zmluvy o prevádzkovaní VO. Tento rozdiel vo výpočte valorizácie je uplatnený vo všetkých faktúrach dostupný pre výkon auditu (od roku 2009). V priebehu trvania auditu sme neidentifikovali žiaden dokument, ktorý by definoval odlišný spôsob valorizácie poplatku za prevádzku dodatočných svetelných bodov.

Počas trvania auditu nám neboli sprístupnené žiadne vyúčtovacie faktúry za energiu, alebo podobné dokumenty, na základe ktorých by bolo možné identifikovať skutočnú energetickú náročnosť VO.

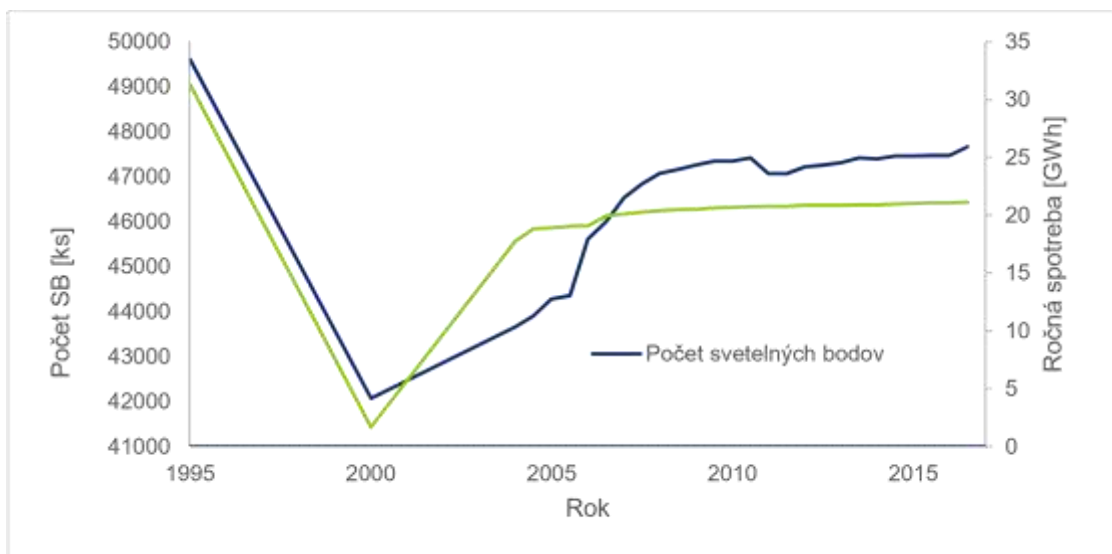
⁹ Prehľad fakturácií nezohľadňuje platby týkajúce sa správy cestnej svetelnej signalizácie a pilomatov.

Považujeme to za neštandardné a odporúčame v rámci budúcich zmluv zabezpečiť sprístupňovanie podobných dokumentov prevádzkovateľom aj v prípade zazmluvnenia paušálnych poplatkov (napr. aj pre potreby validácie dodatočných poplatkov ako „poplatok za elektromer“, alebo „Energia Partizánska lúka“).

Z pohľadu analýzy prevádzkového modelu boli identifikované nasledovné kľúčové ekonomické parametre charakterizujúce systém verejného osvetlenia v Bratislave:

Tabuľka č. 6 - Projekcia historických prevádzkových nákladov

	2013	2014	2015
Prevádzkové parametre			
Počet svetelných bodov (#)	47,401	47,476	47,530
Inštalovaný príkon svetelnej sústavy (W)	4,241,298	4,266,337	4,279,200
Celková cena elektrickej energie (EUR/MWh)	116.7	105.5	103.5
Fakturované náklady¹⁰ (v tis. EUR)	5,668	6,709	5,550
Prevádzka verejného osvetlenia	5,014	5,373	4,852
Oprava, údržba, montáž	614	1,005	633
Modernizácia	3	260	24
Vianočná výzdoba a ostatné	37	72	41
Investičný deficit¹⁰ (v tis. EUR)			
Výmena stožiarov			16,085
Sanácie, rozvody a ostatné			3,758



¹⁰ Prehľad fakturovaných nákladov vychádza z poskytnutého prehľadu faktúr vystavených spoločnosťou SIEMENS na Hlavné mesto za obdobie rokov 2004 až 2015. Vyššie prezentovaný prehľad prezentuje faktúry rozdelené do skupín na základe poznámky uvedenej v účtovnom systéme okrem faktúr týkajúcich sa cestnej svetelnej signalizácie (CSS) a pilomatoz ¹⁰ Investičný deficit bol vyčíslený spoločnosťou SIEMENS ako súčasným prevádzkovateľom verejného osvetlenia v Bratislave. Investičný deficit predstavuje odhad nevyhnutných kapitálových nákladov potrebných pre zachovanie prevádzkyschopnosti existujúcej svetelnej infraštruktúry. Rozpočet kapitálových nákladov bol spoločnosťou SIEMENS predložený vedeniu Magistrátu Hlavného mesta SR Bratislavy na odsúhlasenie.

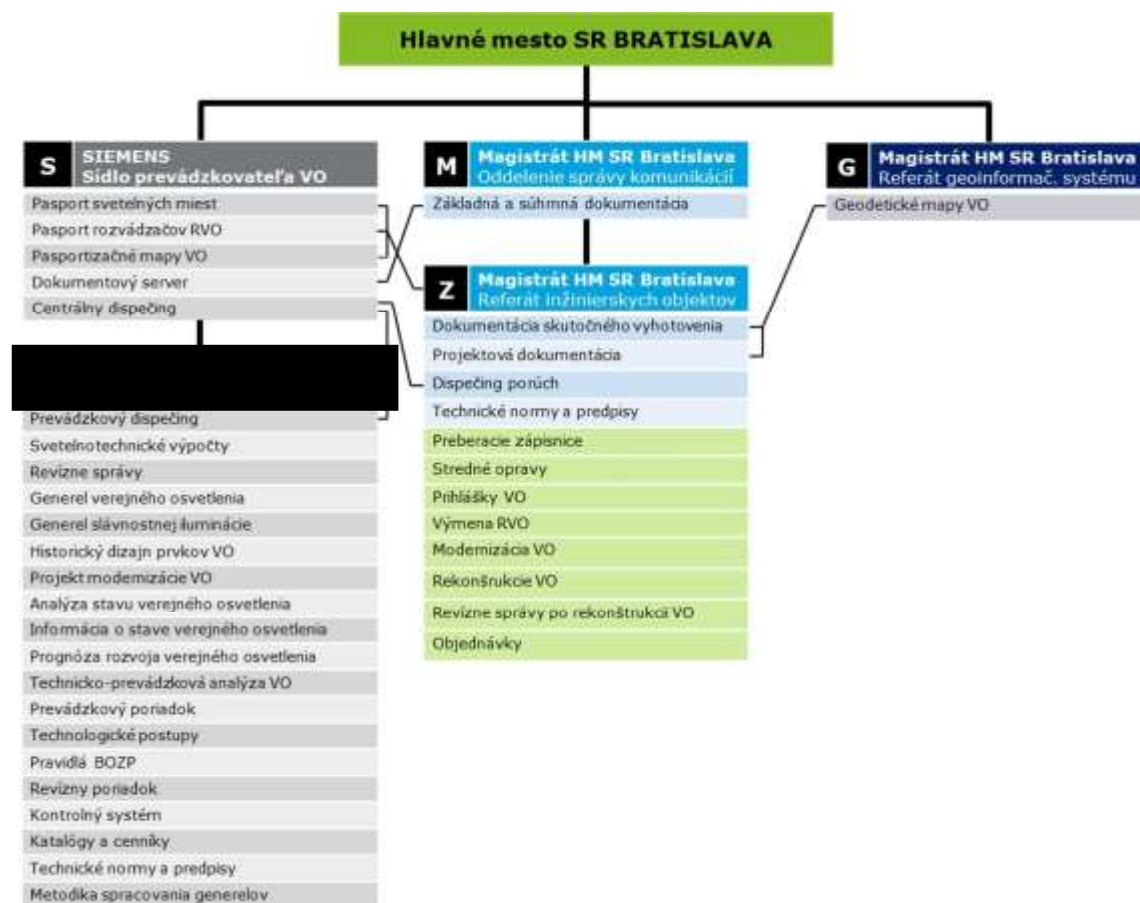
Obrázok č. 10 - Priebeh vývoja počtu svetelných bodov a odhadovanej spotreby verejného osvetlenia

2 Audit technického stavu verejného osvetlenia

2.1 Technická dokumentácia sústavy verejného osvetlenia

2.1.1 Všeobecne

2.1.1.1 Umiestnenie dokumentácie



Obrázok č. 11 - Štruktúra dostupnej dokumentácie

M	Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy Sekcia správy komunikácií, životného prostredia a stavebných činností Oddelenie správy komunikácií Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava
Z	Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy Oddelenie správy komunikácií Referát inžinierskych objektov Záporožská 5, 852 92 Bratislava
G	Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy Oddelenie informačných technológií Referát geoinformačného systému Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava
S	Siemens, s. r. o. Prevádzkovateľ verejného osvetlenia Lamačská cesta 3A, 841 04 Bratislava
I	██████████ ██ ██

2.1.1.2 Hodnotenie stavu dokumentácie

Hodnotenie stavu, obsahu a kvality dokumentácie sa opiera o rozsah prehliadnutej dokumentácie v rámci vymedzeného času na spracovanie auditu verejného osvetlenia. Kategória dôležitosti dokumentu, alebo údajov je určená subjektívne vo vzťahu k súčasným štandardom, nemusí vystihovať štandardy bežné v minulých obdobiach. Hodnotenie dostupnosti dokumentov alebo údajov sa vzťahuje na majoritné alebo priemerné prípady, v individuálnych prípadoch môžu byť rozdiely.

2.1.1.3 Legenda k tabuľkám

a) Kategória dôležitosti dokumentu alebo údajov

P	Povinný alebo veľmi dôležitý údaj
U	Užitočný alebo dôležitý údaj pre technickú evidenciu, prevádzku alebo údržbu
D	Doplňkový údaj (môže byť súčasťou inej dokumentácie)

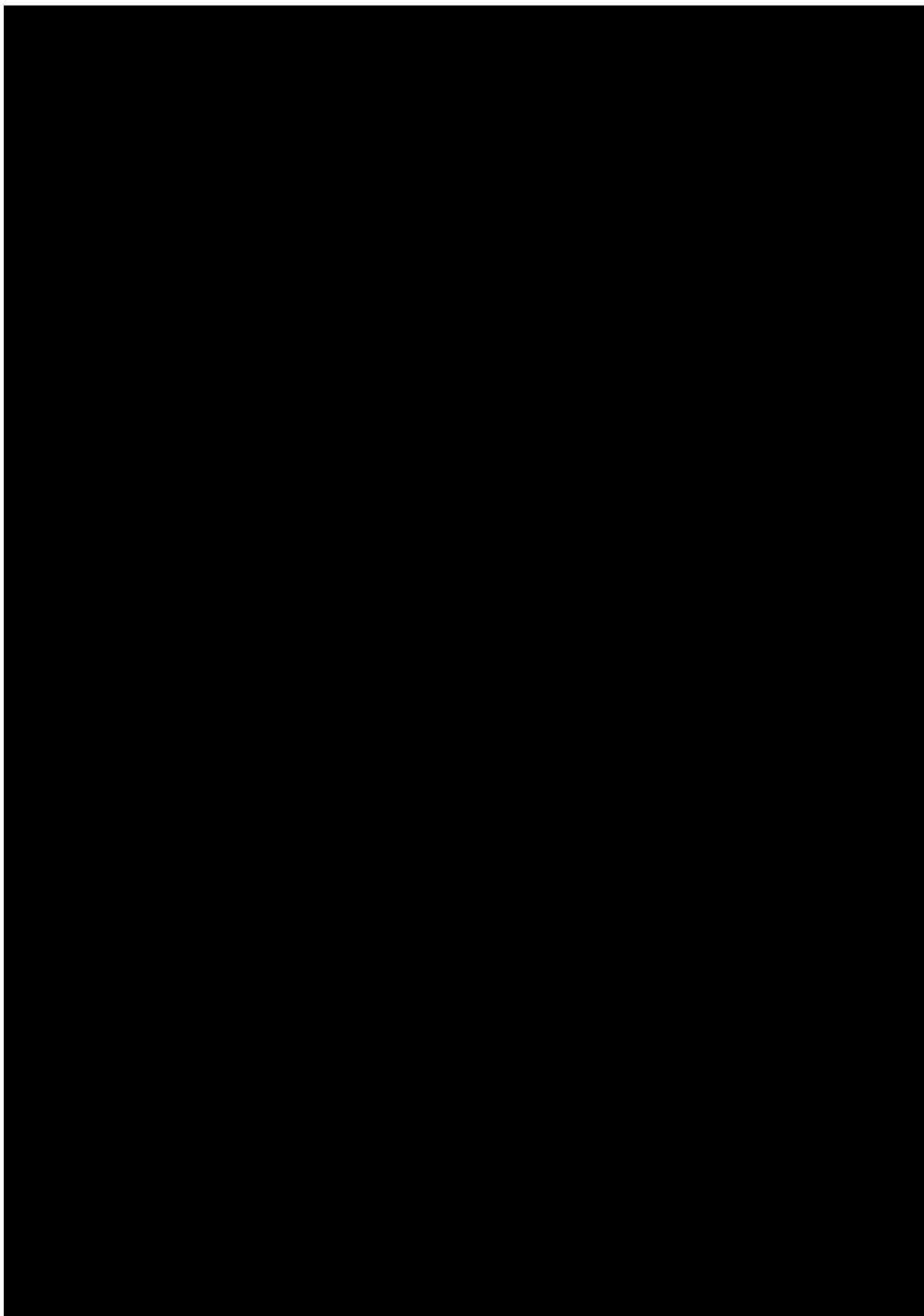
b) Dostupnosť dokumentu alebo údajov

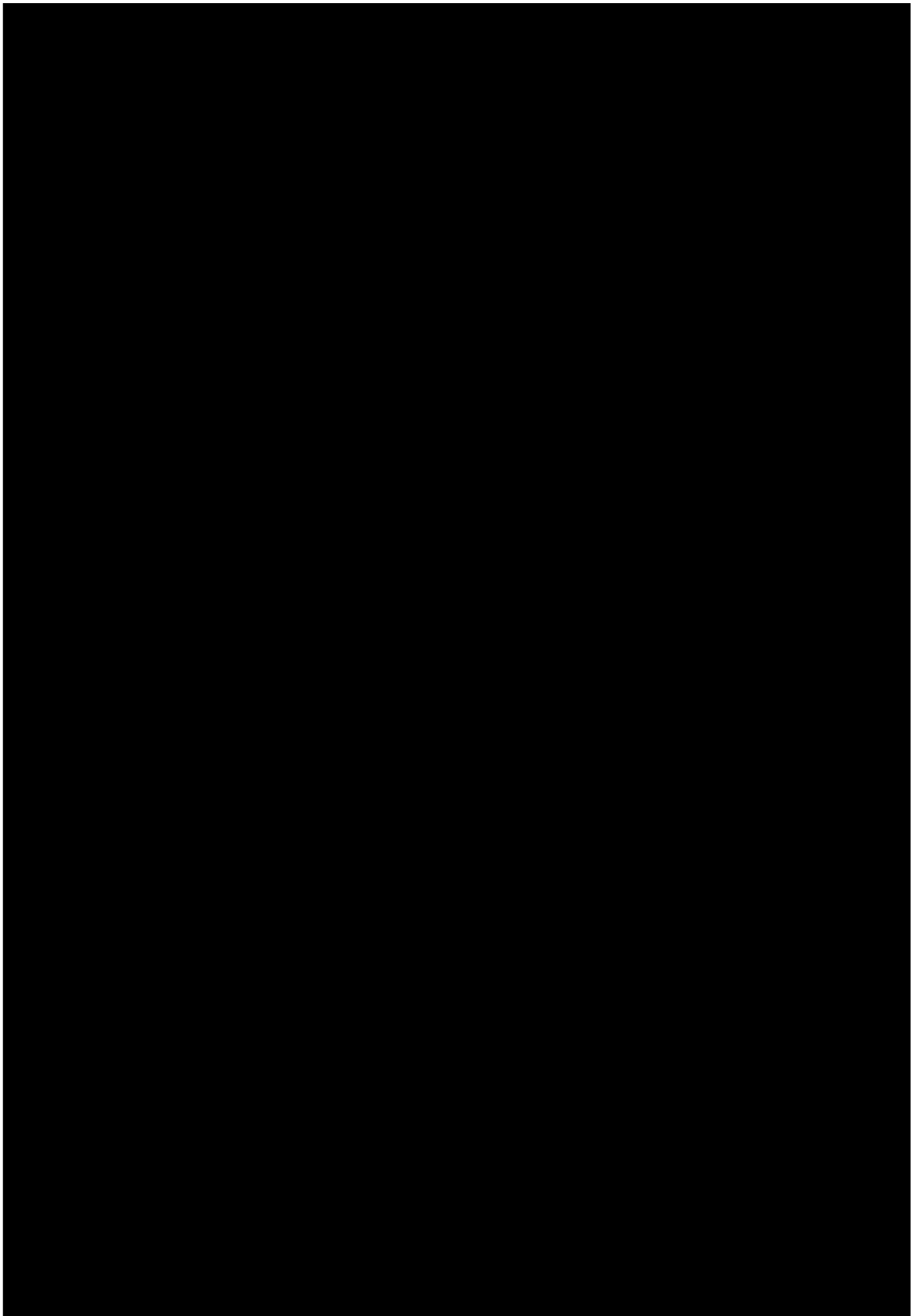
	Dokument alebo údaj je dostupný
	Dokument alebo údaj nie je dostupný
	Dokument alebo údaj je čiastočne dostupný alebo neúplný
	Dokument alebo údaj je súčasťou inej dokumentácie
	Neaplikovateľné

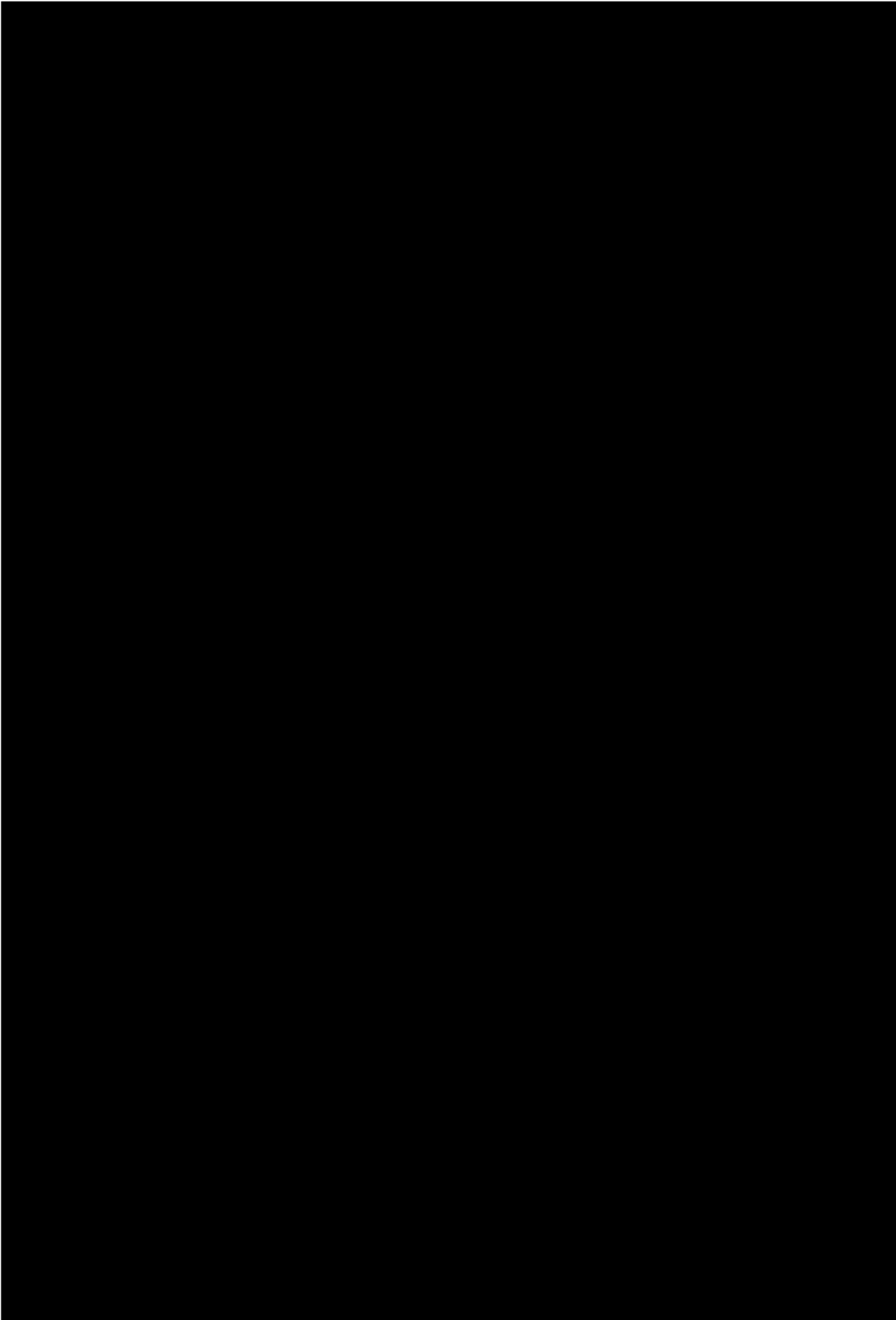
c) Skratky

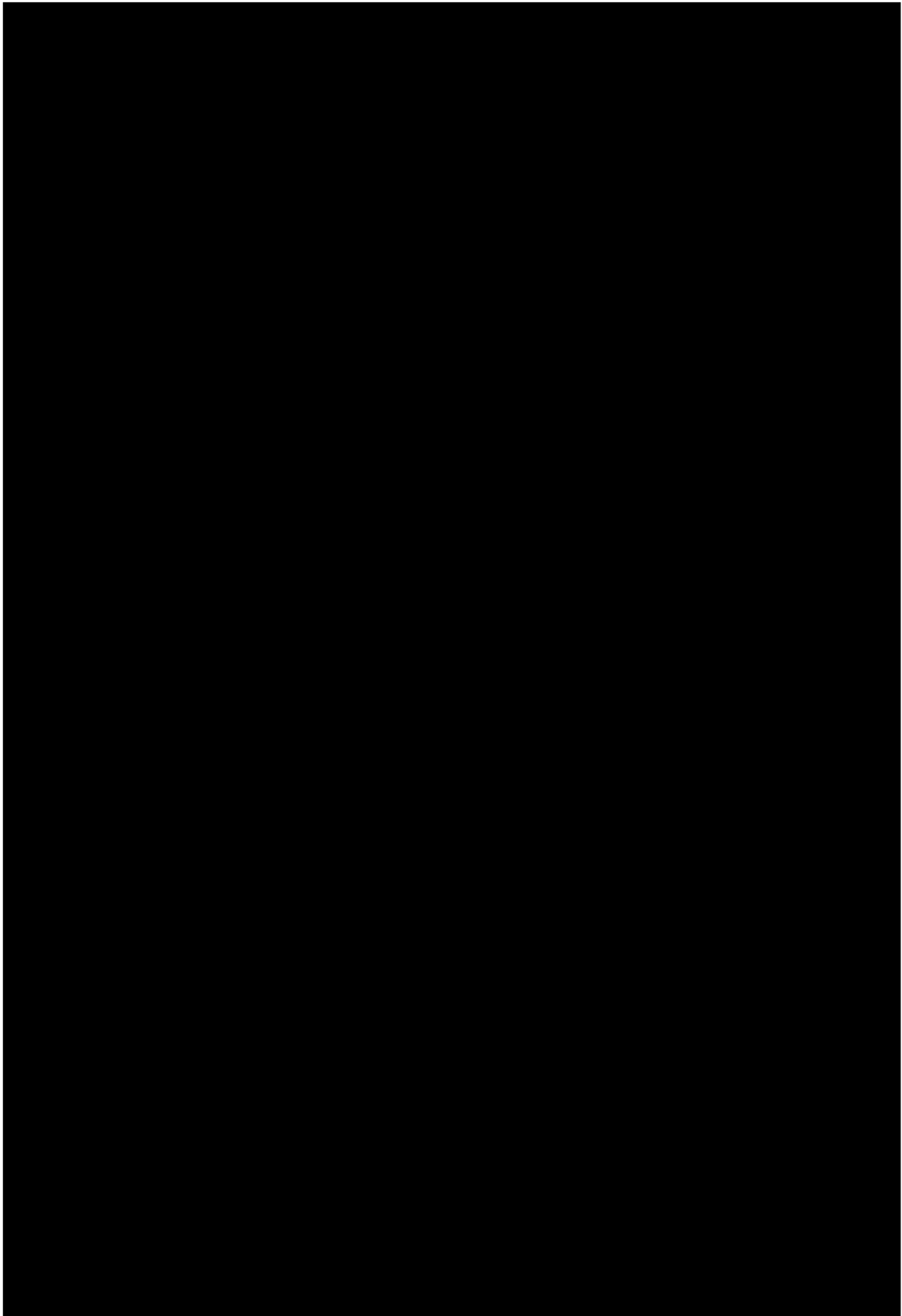
Kat.	Kategória dôležitosti dokumentu alebo údajov
-------------	--

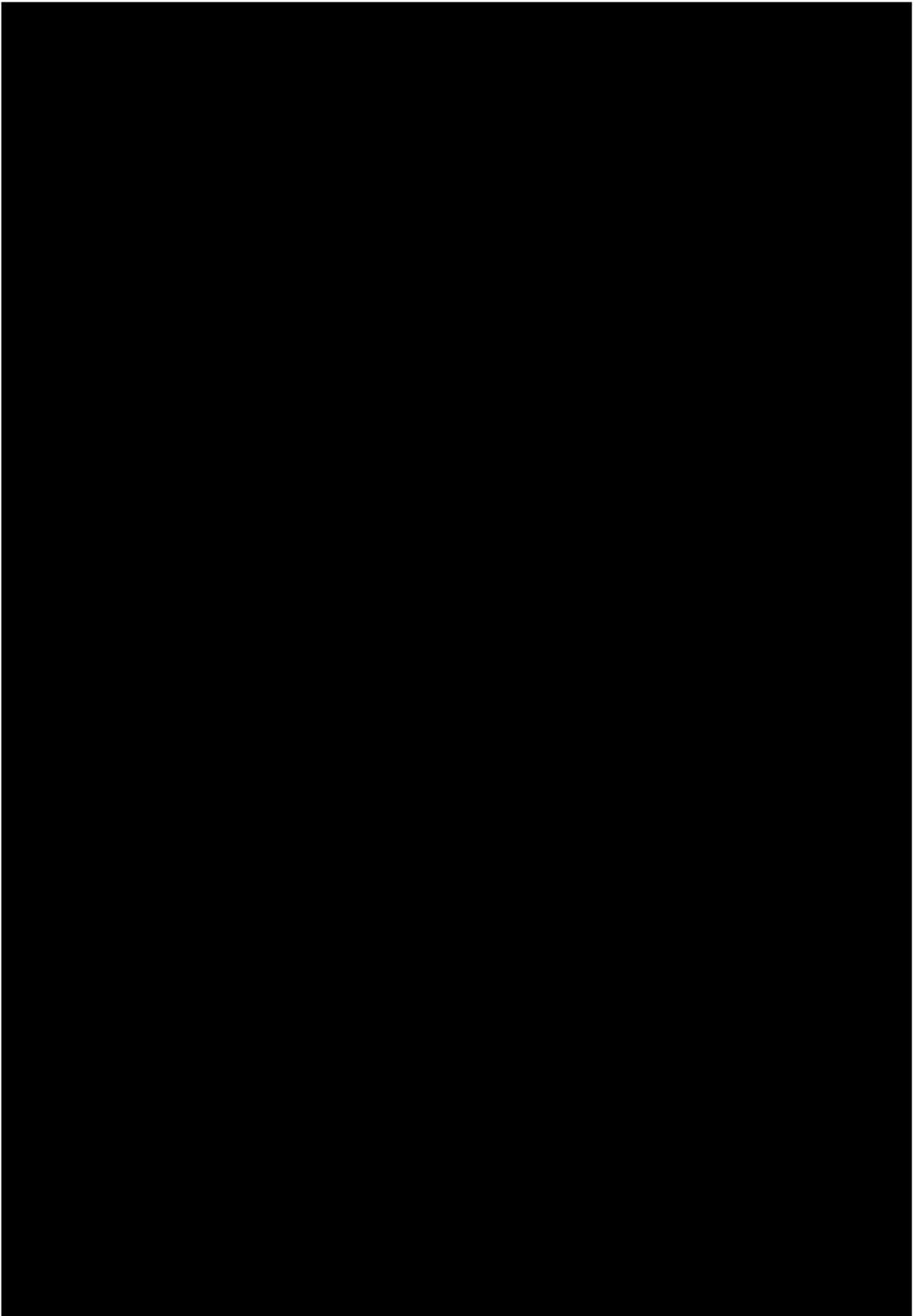
Dost.	Dostupnosť dokumentu alebo údaj
--------------	---------------------------------

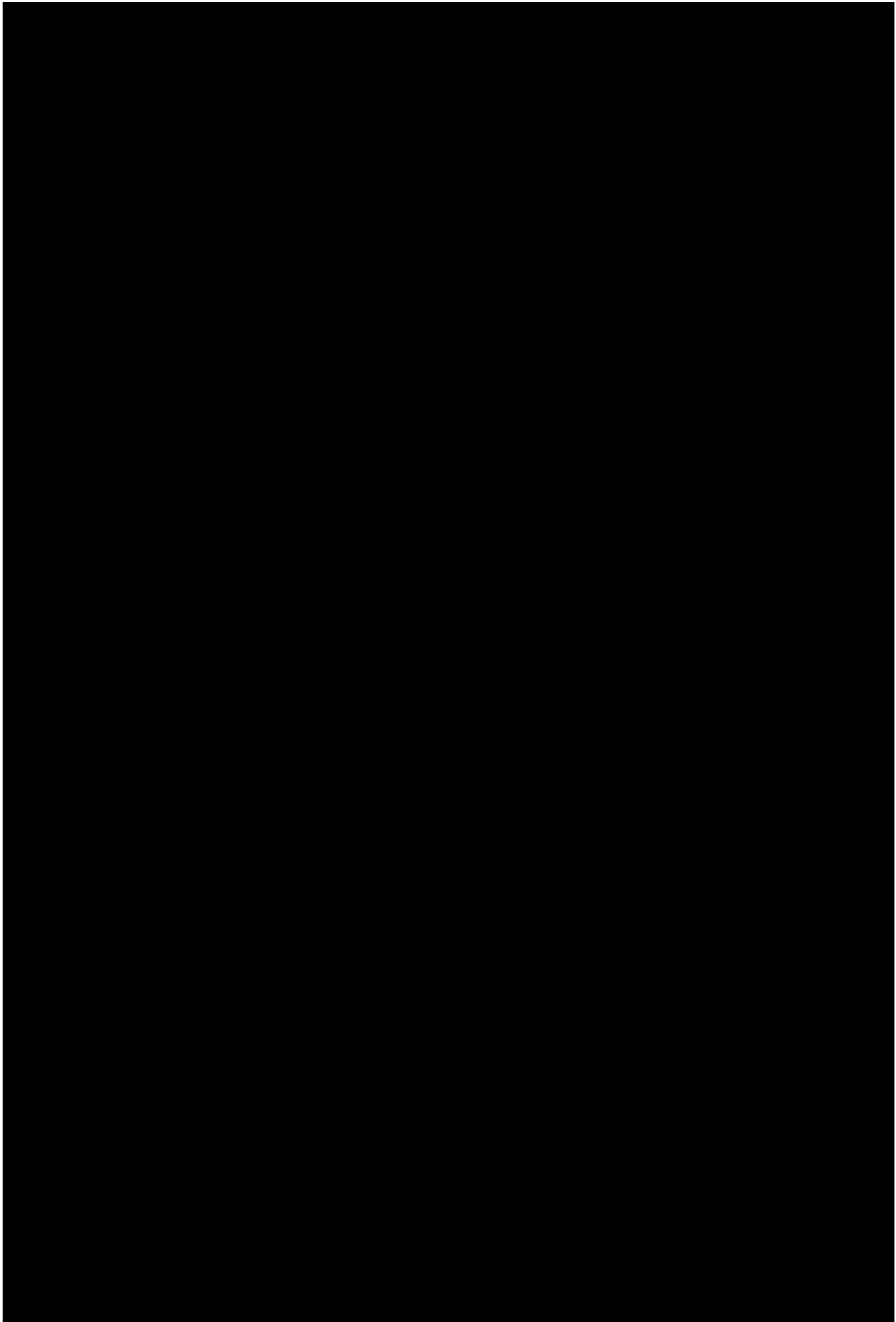


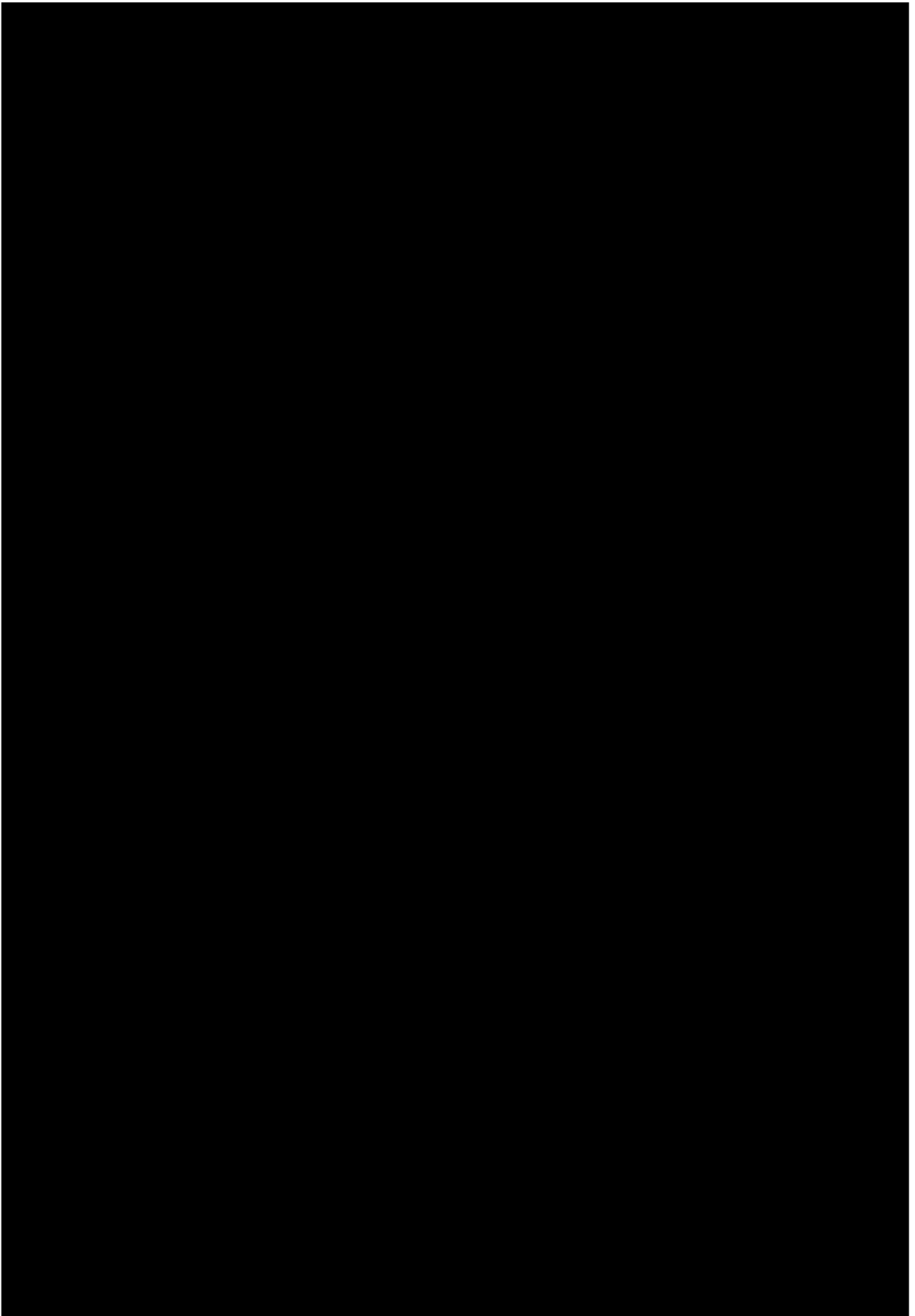


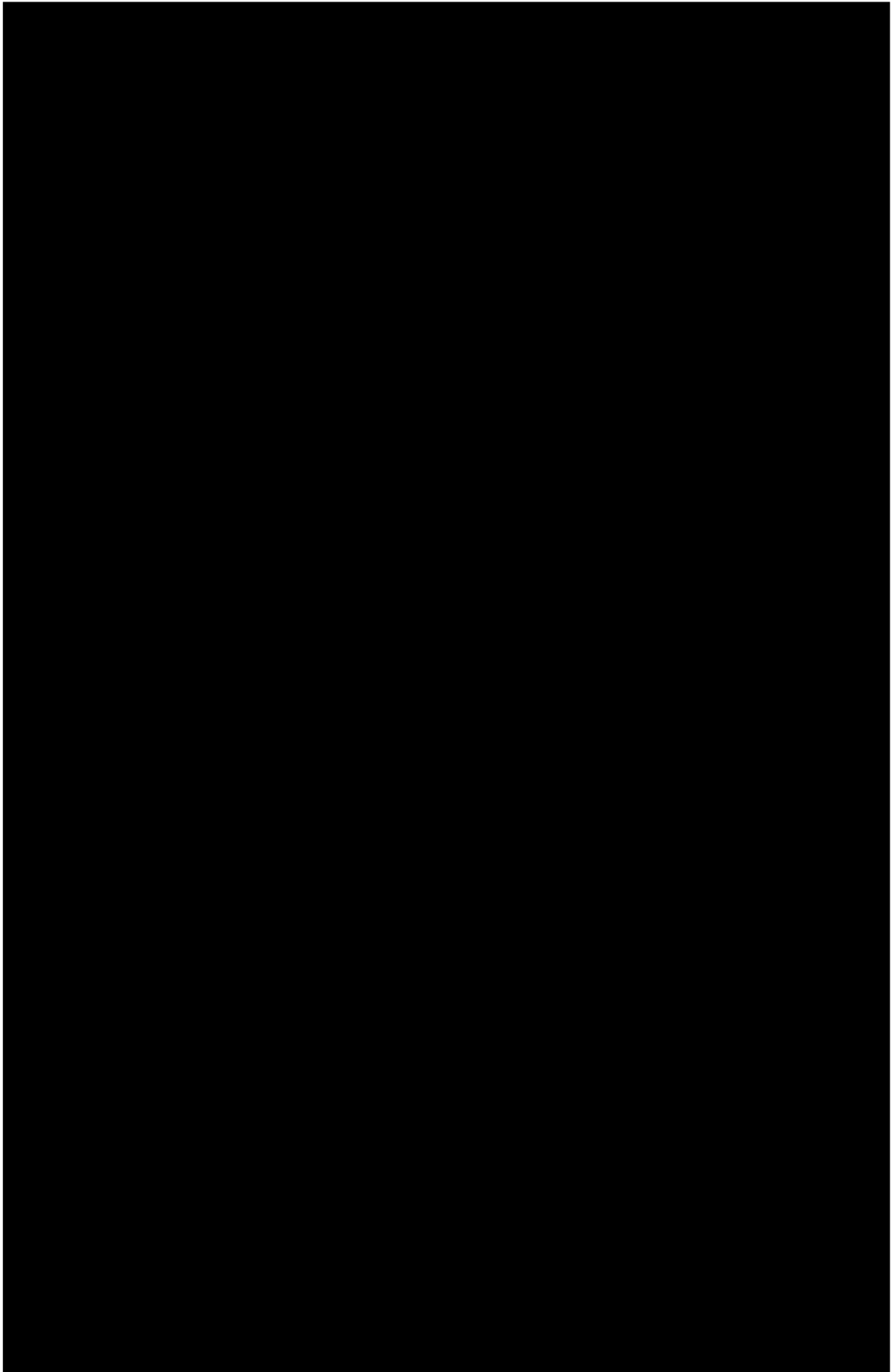


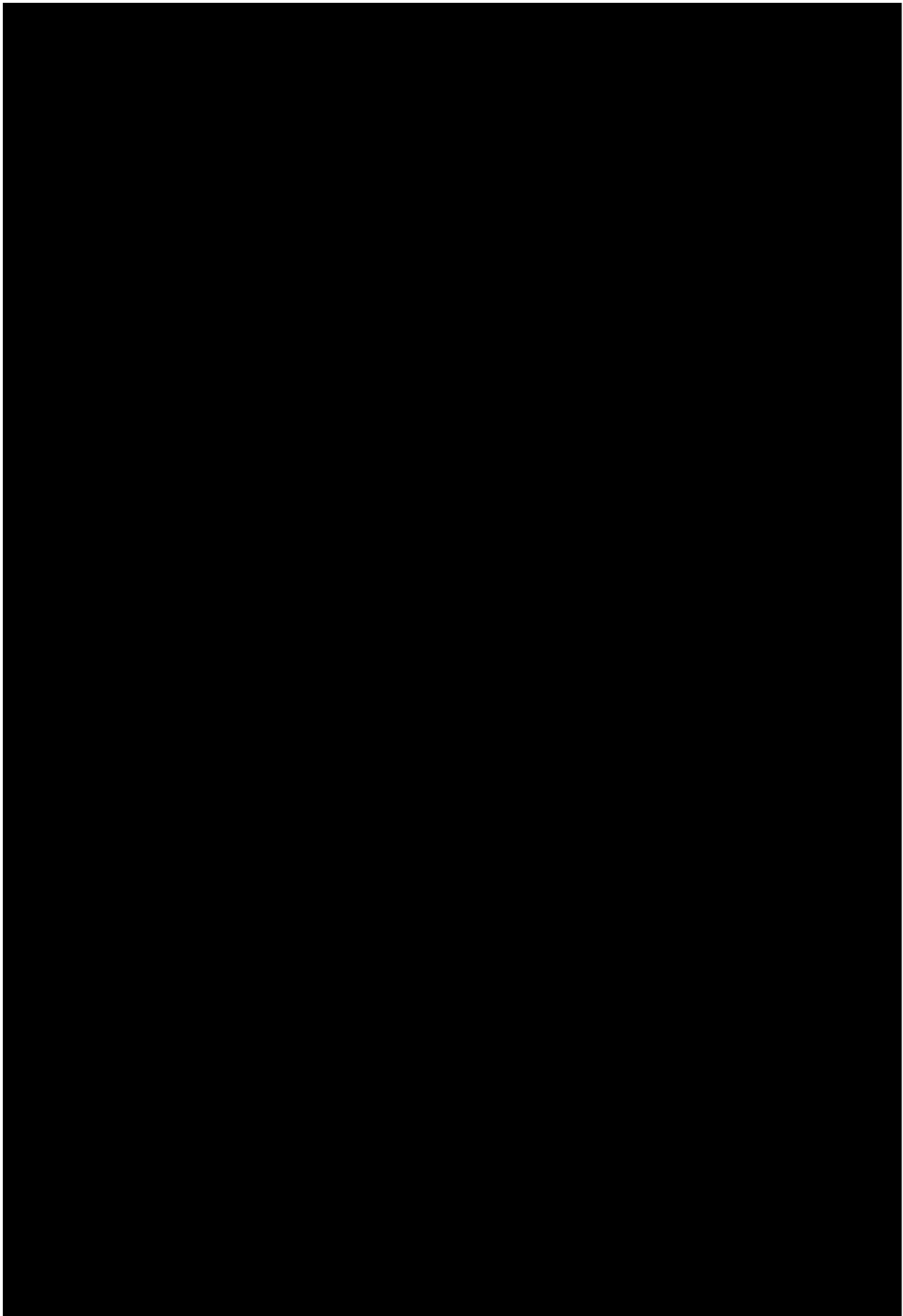


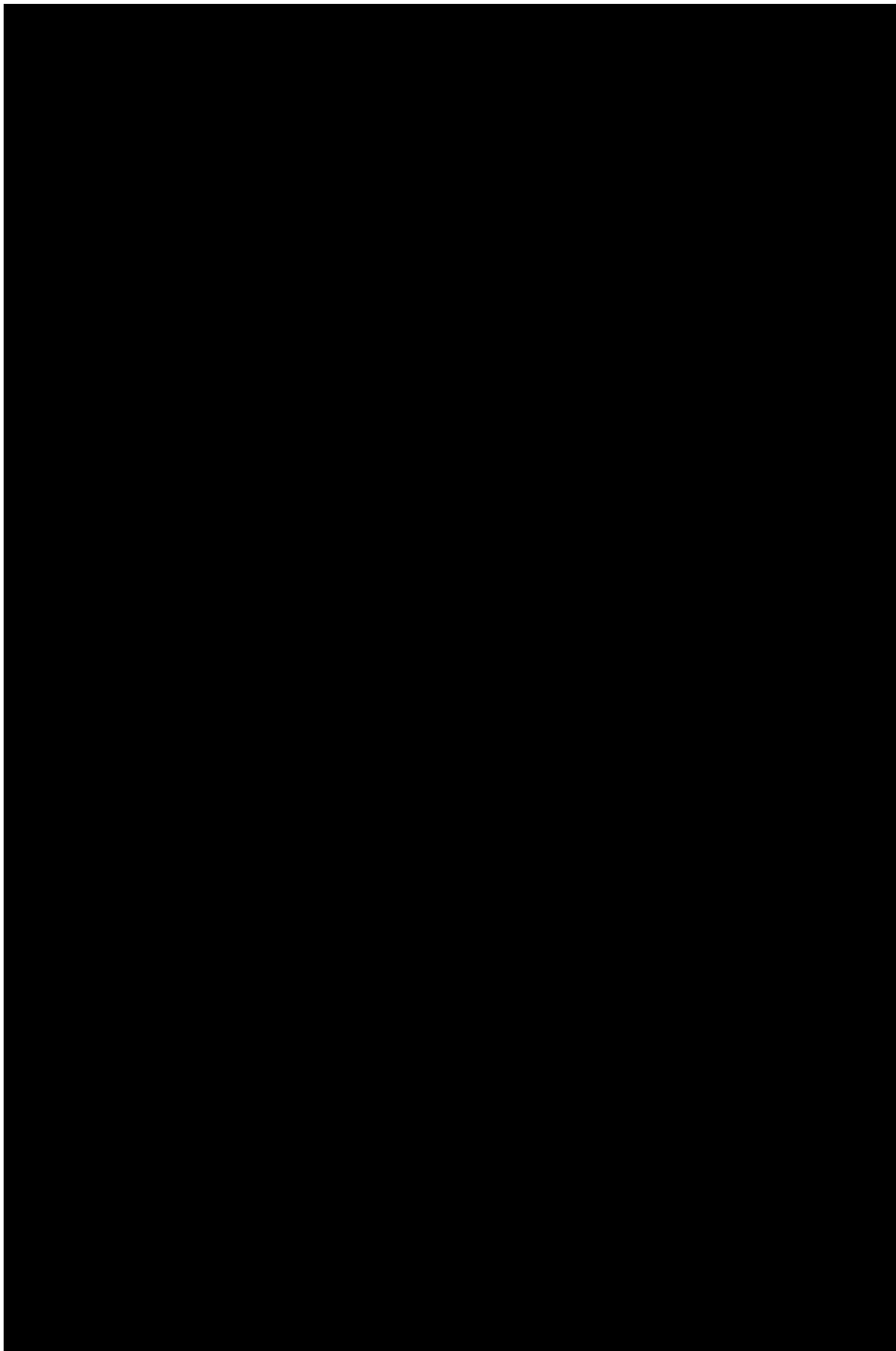


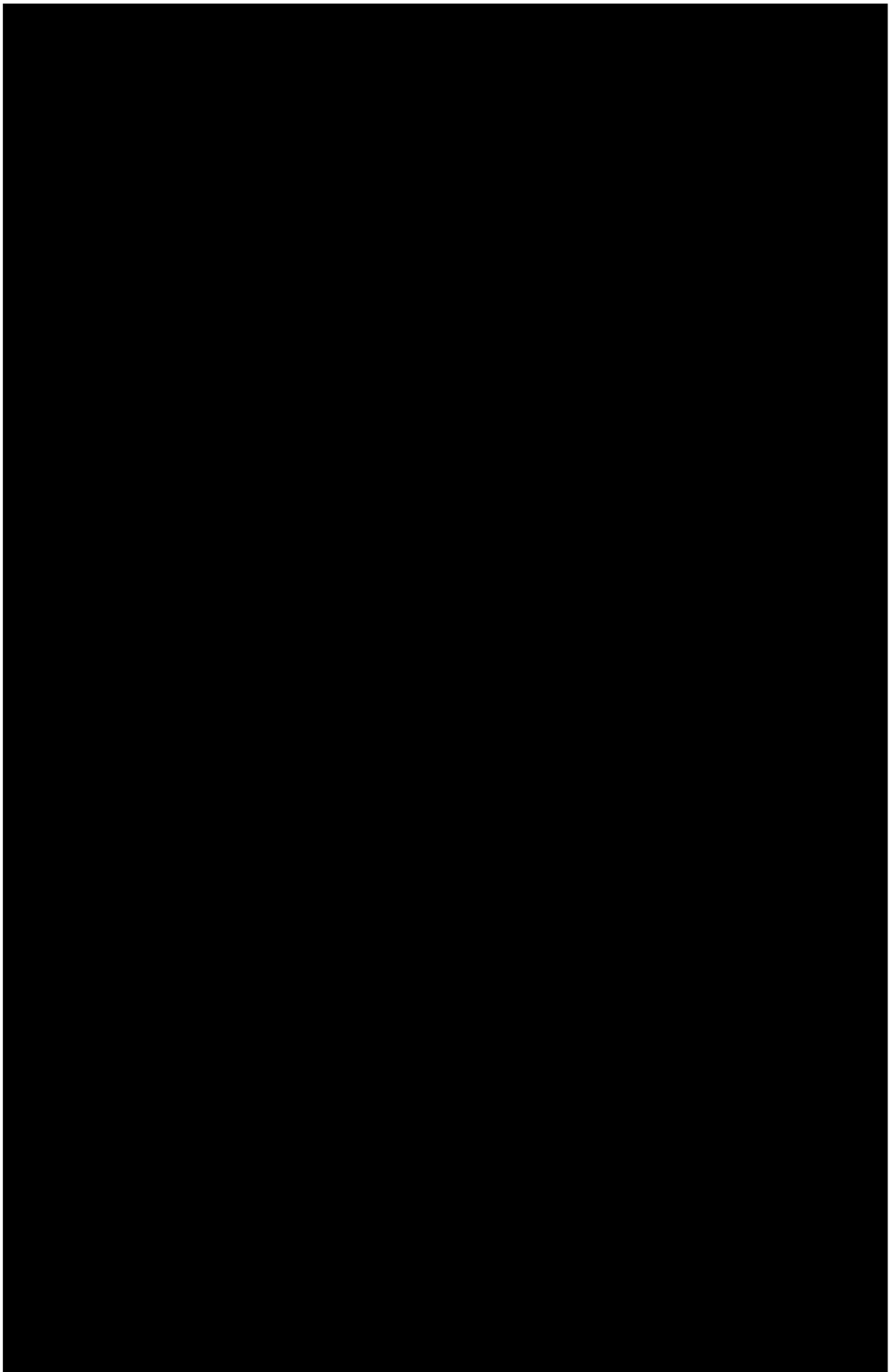


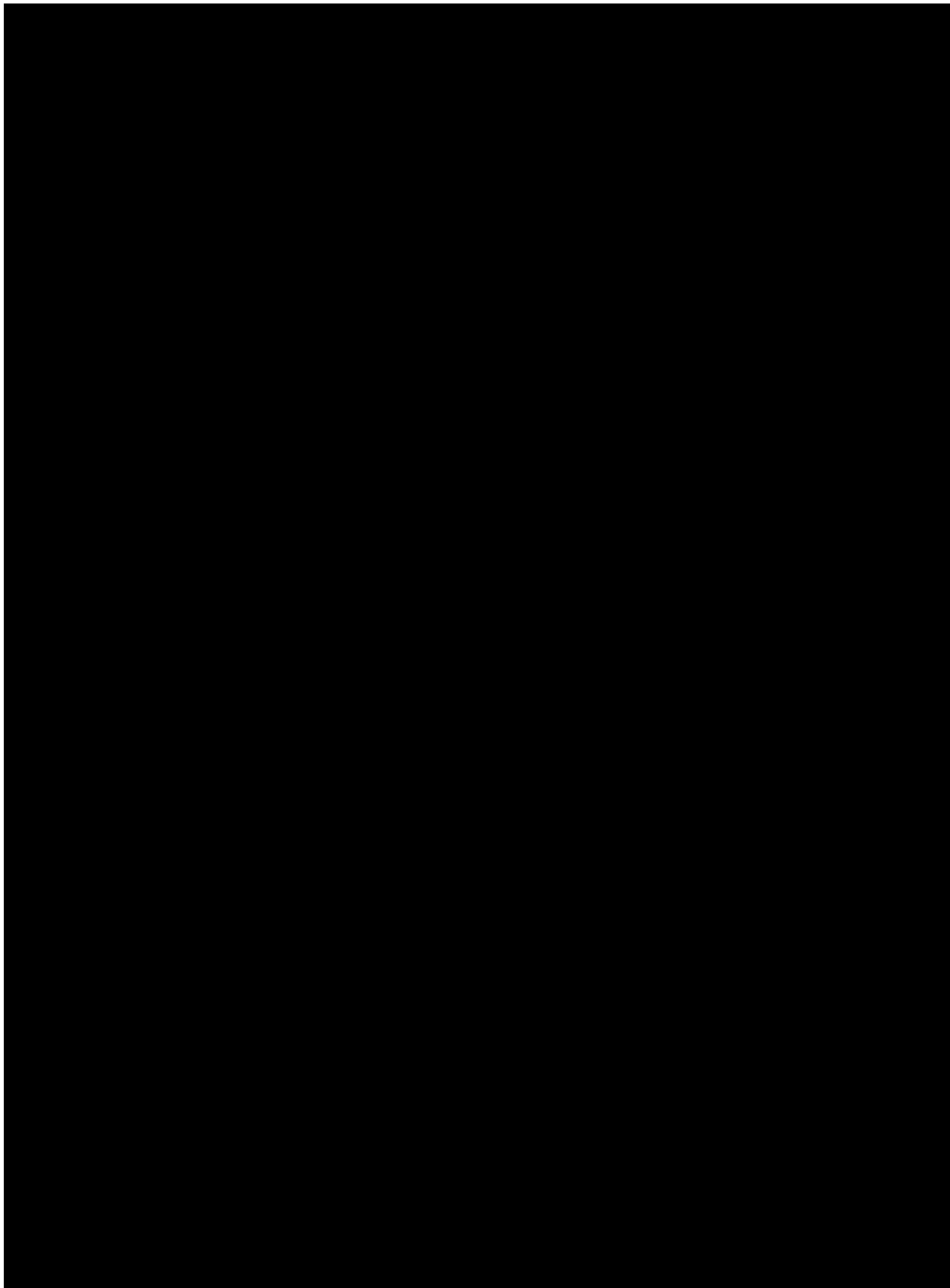












2.1.8 Svetelnotechnické výpočty

Tabuľka č. 14 - Prehľad dostupných údajov v rámci svetelnotechnických výpočtov

Druh dokumentu alebo údaj	Kat.	Dost.
IDENTIFIKÁCIA		

Spracovateľ svetelnotechnického návrhu a výpočtov	P	
Dátum spracovania návrhu a výpočtu	P	
Použitý výpočtový systém a normatívne odkazy na metodiku výpočtu	P	
VSTUPNÉ ÚDAJE		
Referenčný úsek komunikácie identifikovaný číslami svetelných miest	U	
Priečny profil a geometria miestnej komunikácie	P	
Druh osvetľovacej sústavy (jednostranná, párová, vystriedaná...)	P	
Geometria osvetľovacej sústavy pre referenčný úsek	P	
Odrazné vlastnosti povrchu vozovky (r-tabuľka)	P	
Typová špecifikácia svietidla použitého pre výpočet (vrátane optiky)	P	
Fotometrické údaje použitého typu svietidla (I-tabuľka)	P	
Udržiavací činiteľ (celkový alebo s rozpisom na zložky, spôsob určenia)	P	
Poloha bodov výpočtovej siete a vyznačenie výpočtového poľa	U	
Trieda osvetlenia komunikácie (vozovka alebo samostatne)	P	
Trieda osvetlenia súbežných chodníkov	P	
Určenie smeru pre výpočet vertikálnej a polvalcovej osvetlenosti	P	
Návrhové parametre osvetlenia	U	
VÝSLEDKY		
Vypočítané základné parametre osvetlenia	P	
Porovnanie vypočítaných parametrov osvetlenia s návrhovými, príp. vyčíslenie rozdielov	U	
Hodnoty polvalcovej osvetlenosti v oblasti so zvýšenou kriminalitou	U	
Druh dokumentu alebo údaj	Kat.	Dost.
VÝSLEDKY		
Výsledky doplnkových parametrov osvetlenia (napr. osvetlenosť na vozovke, kde návrhovým kritériom je jas)	U	
Izoluxové, izojasové a podobné diagramy	D	
Grafická prezentácia kriviek svietivosti použitého typu svietidla	P	
Vizualizácia osvetlenia komunikácie	D	
Výsledky výpočtu ukazovateľov energetickej hospodárnosti PDI a AECI	P	

Spôsob realizácie svetelnotechnických výpočtov je odlišný pre hlavnú etapu modernizácie osvetlenia a pre následné projekty rozširovania sústavy verejného osvetlenia. V hlavnej etape modernizácie (1997 – 2001) svetelnotechnické výpočty vyhotovil súčasný prevádzkovateľ verejného osvetlenia s dostupnými technickými nástrojmi v danom období, pri platnosti vtedajších technických noriem (najmä STN 36 0400 a STN 36 0410). Výpočet je vykonaný pomocou programu SiSTRA III. Výpočet nie je vyhotovený samostatne pre každú miestnu komunikáciu (resp. ulicu) jednotlivo, ale v rámci modelových výpočtov. Celkom 37 modelov predstavuje špecifickú kombináciu šírky osvetľovanej

komunikácie, závesnej výšky svietidla, typu a príkonu svietidla atď., ktoré sú potom aplikované na jednotlivé miestne komunikácie.

Od roku 2004 platia európske normy radu EN 13201 a na výpočty sa bežne používajú univerzálne výpočtové nástroje ako Dialux a pod. Svetelnotechnický výpočet sa vykonáva v rámci čiastkových projektov modernizácie alebo rekonštrukcie osvetlenia alebo pri rozširovaní sústavy verejného osvetlenia (napr. ako súčasť developerských projektov) ako súčasť projektovej dokumentácie. Svetelnotechnický výpočet býva potom často spracovaný len formálne, v nedostatočnej kvalite (je to bežná prax na Slovensku) a podľa vyjadrenia prevádzkovateľa VO sa tieto výpočty často vracajú spracovateľom (projektantom) na prepracovanie alebo doplnenie. Prevádzkovateľ verejného osvetlenia sa vyjadruje k projektovej dokumentácii a dbá na správnosť vypracovania svetelnotechnických výpočtov. To je veľmi pozitívne, pretože len odborne kvalitne spracovaný výpočet je predpokladom zabezpečenia potrebných parametrov osvetlenia, a tak aj patričnej kvality poskytovanej služby obyvateľstvu.

Výsledky výpočtu ukazovateľov energetickej hospodárnosti PDI a AECI budú platiť od tohto roka, preto nie sú pre doterajšie svetelnotechnické výpočty relevantné.

2.1.9 Iná podporná dokumentácia

Tabuľka č. 15 - Prehľad inej podpornej dokumentácie

Druh dokumentu alebo údaj	Kat.	Dost.
Katalógové listy svetelných zdrojov	P	
Katalógové listy svietidiel	P	
Katalógové listy stožiarov	P	
Katalógové listy výložníkov	P	
Katalógové listy vodičov a káblov	P	
Katalógové listy iného materiálu (chráničky, spojky, armatúry)	U	
Cenníky svietidiel, stožiarov a výložníkov pre rekonštrukcie a rozšírenia	D	
Cenníky materiálu pre servisné zásahy (opravy)	D	
Cenníky materiálu pre bežnú údržbu (svetelné zdroje, čistiace prostriedky)	D	
Vyhlasenia o zhode a certifikáty pre svietidlá, stožiare, rozvádzače atď.	P	
Návody na montáž, použitie a údržbu pre svietidlá, stožiare atď.	U	
Protokoly o typových skúškach	P	
Stavebné povolenia pre rekonštrukčné práce	P	
Kolaudačné rozhodnutia na rekonštruované časti sústavy VO	P	
Špecifikácia vianočného a slávnostného osvetlenia pripojeného do sústavy VO (inštalovaný príkon, obdobie prevádzky, umiestnenie atď.)	U	
Špecifikácia dopravnej signalizácie pripojenej do sústavy VO (inštalovaný príkon, umiestnenie atď.)	U	
Špecifikácia iných odberov pripojených do sústavy VO (prehľad)	U	

Katalógové listy iného materiálu ako sú chráničky, spojky, armatúry a pod. sú predmetom stavby (rekonštrukcie alebo novej výstavby) a sú súčasťou dokumentácie dodávateľa stavby, nie sú súčasťou projektovej dokumentácie, preto je dostupnosť týchto informácií obmedzená.

Stavebné povolenia a kolaudačné rozhodnutia sú v evidencii správcu verejného osvetlenia, ktorý je účastníkom týchto konaní.

Špecifikáciu iných odberov vrátane vianočnej svetelnej výzdoby a dopravnej signalizácie pripojenej k sústave verejného osvetlenia riešia samostatné dokumenty.

2.1.10 Zhrnutie

Nález:

- Dokumentácia k verejnému osvetleniu je uložená na viacerých miestach podľa vecnej príslušnosti.
 - Časť dokumentácie je v elektronickej podobe, časť dokumentácie (najmä staršej) je k dispozícii len fyzicky v písomnej podobe.
- Vybraná dokumentácia je prístupná cez vzdialený prístup: ide o dokumentový server a pasport verejného osvetlenia.
- Pasport verejného osvetlenia je spracovaný prevádzkovateľom verejného osvetlenia na interné účely, poskytuje ale prístup k dátam aj správcovi verejného osvetlenia.
- Archív správcu VO obsahuje aj historické dokumenty predchádzajúce hlavnej etape modernizácie osvetlenia (s pred roka 1997).

Hodnotenia:

- Prevádzková dokumentácia je rozsiahla a podrobná, výrazne prekračuje bežný štandard. Obsahuje aj hodnotiace a výhľadové štúdie.
- Z celkového pohľadu je dokumentácia k verejnému osvetleniu rozsahovo komplexná, obsahovo v dostatočnej podrobnosti.
- Dokumentácia je usporiadaná vecne a chronologicky, čo uľahčuje vyhľadanie potrebných informácií.

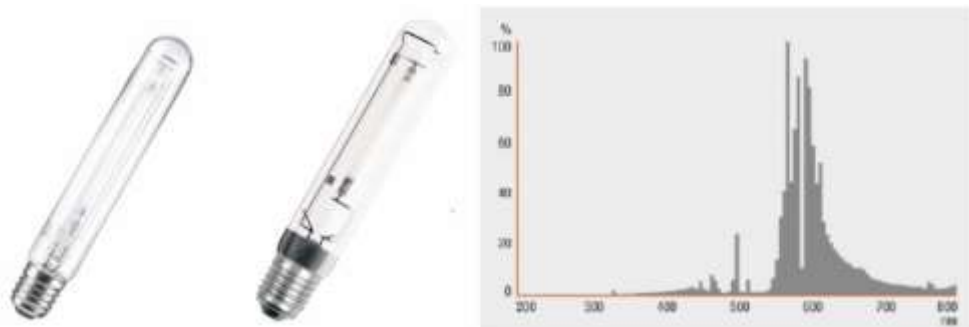
Odporúčania:

- Najneskôr pred najbližšou modernizáciou osvetlenia vypracovať záväzný dokument „Zatriedenie miestnych komunikácií do tried osvetlenia“. Predstavuje „zadanie“ pre návrh osvetlenia, zaväzuje projektanta dodržať požadovanú úroveň osvetlenia.
- Založiť pasport miestnych komunikácií s vymedzením referenčného úseku, priečnym profilom, geometriou osvetľovacej sústavy, triedou osvetlenia, podmienkami prostredia, vypočítanými príp. nameranými parametrami osvetlenia a pod. Pasport by mal obsahovať aspoň referenčný úsek so základnými údajmi, čo opäť predstavuje vstupné údaje pre svetelnotechnický výpočet, nevyhnutný pre modernizáciu osvetlenia.
- Vzdialené prístupy k dokumentácii skonsolidovať a definovať prístupové práva. Vypracovať oficiálnu prístupovú schému.
- Vyriešenie majetkovo-právnych vzťahov pri prístupe k dokumentom. Jednoznačne určiť, ktoré dokumenty majú interný charakter a ktoré dokumenty musia byť súčasťou vlastníctva verejného osvetlenia, pretože sú nevyhnutné na jeho kontinuálnu prevádzku.
- Priebežne dopĺňať a prípadne rozširovať databázové systémy (pasporty, GIS). Staršiu písomnú dokumentáciu, ktorá obsahuje dôležité údaje, zdigitalizovať.

2.2 Technické prostriedky a technológie osvetlenia

2.2.1 Svetelné zdroje

2.2.1.1 Typológia svetelných zdrojov



Obrázok č. 13 - Svetelný zdroj NAV-T

Tabuľka č. 16 - Svetelný tok a merný výkon výbojok NAV-T a NAV-T SUPER 4Y

P (W)	NAV-T		NAV-T SUPER 4Y	
	Φ (lm)	η (lm/W)	Φ (lm)	η (lm/W)
50	3 800	76	4 200	81
70	6 000	86	6 600	93
100	9 000	93	10 700	107
150	15 000	100	17 500	115
250	28 000	112	33 200	130
400	48 000	122	56 500	141
600			90 000	150
1 000	130 000	135		

Tabuľka č. 17 - Technické parametre výbojok NAV-T a NAV-T SUPER

NAV-T	NAV-T SUPER
Rúrková číra	Rúrková číra
Menovitá životnosť 20 000 h	Menovitá životnosť 32 000 h
Ra $\leq$ 25	Ra $\leq$ 25
Tc = 2 000 K	Tc = 2 000 K
Stmievateľné s elektronickým predradníkom	Stmievateľné s klasickým aj elektronickým predradníkom
Predmetom pripravovaného zákazu, nevyhovuje podmienkam ErP smernice EÚ č. 245/2009	Vyhovuje podmienkam ErP smernice EÚ č. 245/2009

Tabuľka č. 18 - Hodnoty LLMF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T

ROKY	HODINY	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	1 000 W
0,5	2 000	0,91	0,92	0,91	0,97	0,97	0,97	0,96
1	4 000	0,89	0,86	0,90	0,96	0,96	0,96	0,93
1,5	6 000	0,84	0,83	0,89	0,95	0,95	0,95	0,91
2	8 000	0,83	0,82	0,88	0,94	0,94	0,94	0,89
3	12 000	0,82	0,81	0,88	0,92	0,92	0,92	0,84
4	16 000	0,81	0,81	0,87	0,91	0,91	0,91	0,81
5	20 000	0,80	0,80	0,86	0,89	0,89	0,89	0,79

Tabuľka č. 19 - Hodnoty LLMF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T SUPER 4Y

ROKY	HODINY	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	600 W
0,5	2 000	0,92	0,92	0,94	0,98	0,98	0,98	0,98
1	4 000	0,90	0,91	0,92	0,97	0,97	0,97	0,97
1,5	6 000	0,88	0,90	0,90	0,96	0,96	0,96	0,96
2	8 000	0,86	0,89	0,89	0,95	0,95	0,95	0,95
3	12 000	0,84	0,88	0,88	0,94	0,94	0,94	0,94
4	16 000	0,83	0,86	0,87	0,94	0,94	0,94	0,94
5	20 000	0,79	0,85	0,86	0,94	0,94	0,94	0,94

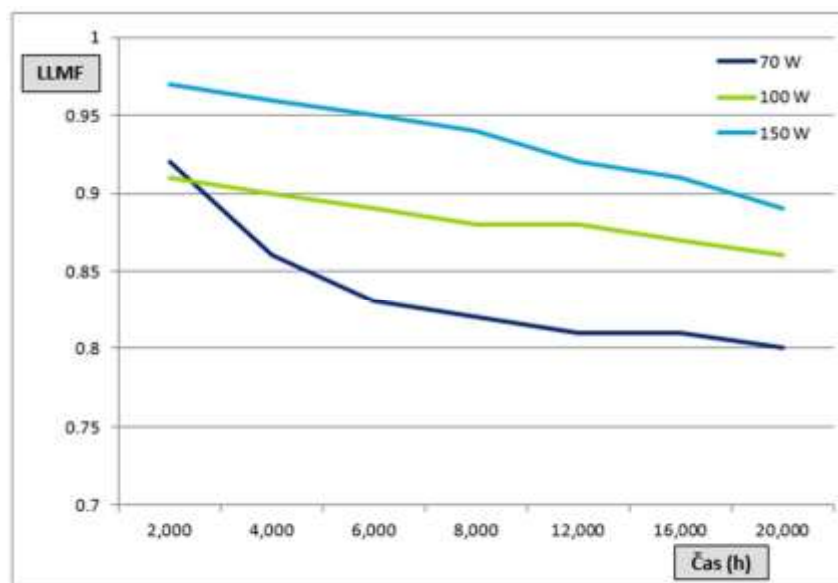
Tabuľka č. 20 - Hodnoty LSF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T

ROKY	HODINY	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	1 000 W
0,5	2 000	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1	4 000	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
1,5	6 000	0,97	0,97	0,98	0,97	0,98	0,97	
2	8 000	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95
3	12 000	0,91	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,87
4	16 000	0,85	0,85	0,83	0,90	0,90	0,90	0,74
5	20 000	0,75	0,75	0,70	0,85	0,85	0,85	0,50

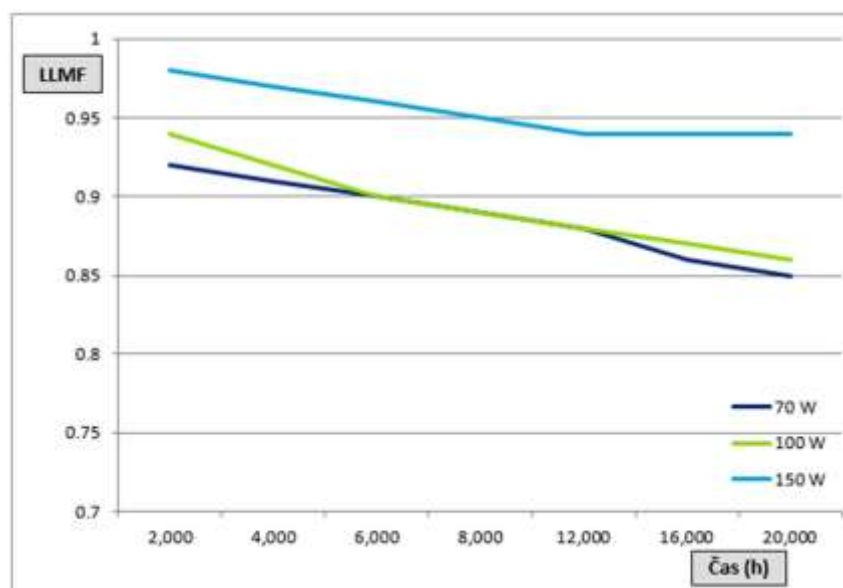
Tabuľka č. 21 - Hodnoty LSF pre výkonovú radu sodíkových výbojok NAV-T SUPER 4Y

ROKY	HODINY	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	600 W
------	--------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

0,5	2 000	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1	4 000	0,98	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
1,5	6 000	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
2	8 000	0,97	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98
3	12 000	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
4	16 000	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
5	20 000	0,85	0,90	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95



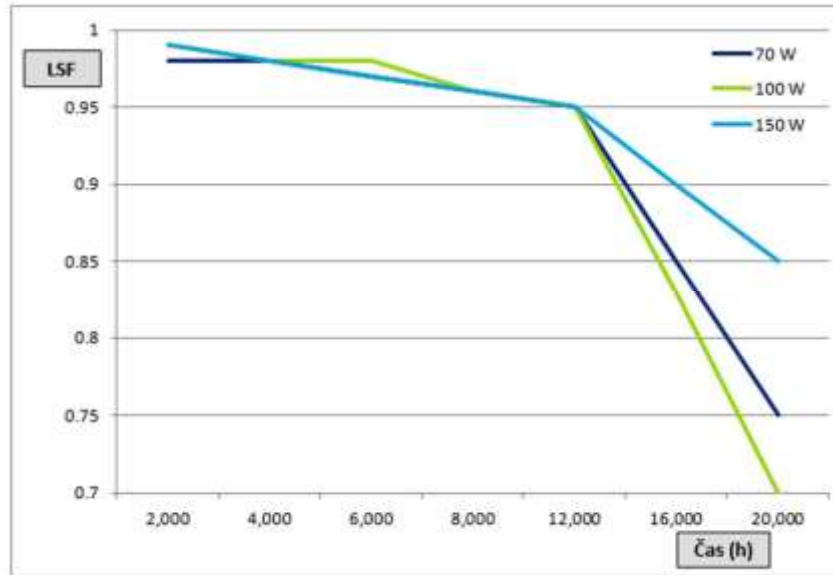
Obrázok č. 14 - Krivky LLMF pre sodíkové výbojky NAV-T



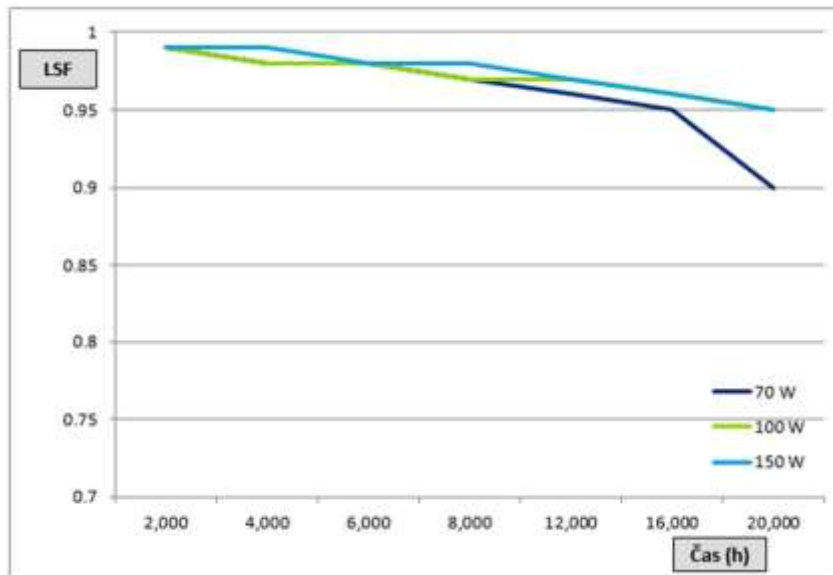
Obrázok č. 15 - Krivky LLMF pre sodíkové výbojky NAV-T SUPER 4Y

Základ verejného osvetlenia v meste Bratislava tvoria vysokotlakové sodíkové výbojky rúrkového tvaru (Obrázok č. 14), zriedkavo eliptického tvaru. Ide skutočne o zásadný podiel týchto svetelných zdrojov v zdrojovej štruktúre, preto sa typologický prehľad sústreďuje na sodíkové výbojky. Výrobcom výbojok je OSRAM, dcérska spoločnosť prevádzkovateľa verejného osvetlenia. V súčasnosti používané typy sú typového radu NAV-T SUPER 4Y, kde označenie znamená:

- T** rúrková výbojka s čírym horákom (bez luminoforu na banke)
- SUPER** typ výbojky so zvýšeným svetelným tokom
- 4Y** typ výbojky optimalizovanej pre 4-ročné cykly výmeny



Obrázok č. 16 - Krivky LSF pre sodíkové výbojky NAV-T



Obrázok č. 17 - Krivky LSF pre sodíkové výbojky NAV-T SUPER 4Y

Sodíkové výbojky majú príkon 70, 100 a 150 W, v malom počte sú použité výbojky s príkonom 50, 250 a 400 W. Tabuľka č. 16 uvádza svetelný tok a merný výkon sodíkových výbojok, pričom merný výkon je mierou účinnosti svetelných zdrojov. V tabuľke sa dá porovnať merný výkon použitého typového radu so štandardným typovým radom NAV-T, použitý typový rad je efektívnejší až o 15 %. Štandardné typy výbojok sú pritom predmetom pripravovaného zákazu v súlade s požiadavkami na ekodizajn. Technické parametre sodíkových výbojok sú v Tabuľke č. 17.

Dôležité sú tiež životnostné parametre výbojok. Pri výbojových zdrojoch životnosť neurčuje len medzný stav (výbojka už nesvieti), ale aj pokles svetelného toku pod hranicu ekonomicky efektívneho svietenia. Mieru dosiahnutia medzného stavu vyjadrujú krivky LSF (Obrázok č. 16 a Obrázok č. 17 podľa údajov Tabuľka č. 20 a Tabuľka č. 21), pokles svetelného toku zase krivky LLMF (Obrázok č. 14 a Obrázok č. 15 podľa údajov v Tabuľka č. 18 a Tabuľka č. 19).

Rozdiely medzi štandardnými výbojkami a výbojkami SUPER 4Y sú citeľné, najmä pre najrozšírenejšie výbojky s príkonom 70 W. Z kriviek LSF sa dá určiť, že výbojky je potrebné vymeniť po 3 rokoch v prípade štandardných výbojok (12 000 h) a po 4 rokoch v prípade výbojok SUPER 4Y (16 000 h), kde dochádza k ohybu krivky a rapídne sa zvyšuje miera zlyhaní. Ak sa však výbojky vymenia skôr, ziskom bude menší pokles svetelného toku, a tým aj osvetlenosti alebo jas na osvetľovanej komunikácii.

Životnostné parametre výbojok sa posudzujú aj podľa prístupu IESNA, kde parameter B je obdobou kriviek LSF a číslo za B znamená percentuálnu mieru zlyhaní, pre ktoré sa potom udáva životnosť v hodinách. Údaje pre B5, B10 a B50 pre sodíkové výbojky sú uvedené v Tabuľke č. 22 a Tabuľke č. 24. Energetická trieda výbojok na základe prepočítanej spotreby energie je v Tabuľke č. 23 a Tabuľke č. 25.

Tabuľka č. 22 - Životnosť výbojky NAV-T

	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	1 000 W
B50	24 000	24 000	24 000	24 000	24 000	24 000	20 000
B10	13 000	14 000	14 000	16 000	16 000	16 000	11 000
B5	9 000	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000	8 000

Tabuľka č. 23 - Energetická náročnosť výbojok NAV-T

	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	1 000 W
Spotreba	55	77	107	165 kWh/1000 h	275	432	1 056
Class	A	A+	A+	A+	A+	A+	A++

Tabuľka č. 24 - Životnosť výbojky NAV-T SUPER

	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	600 W
B50	28 000	28 000	32 000	32 000	32 000	32 000	32 000
B10	18 000	20 000	22 000	24 000	24 000	24 000	24 000
B5	16 000	16 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000

Tabuľka č. 25 - Energetická náročnosť výbojok NAV-T SUPER

	50 W	70 W	100 W	150 W	250 W	400 W	600 W
Spotřeba kWh/1000 h	58	79	110	168	281	440	660
Class	A	A+	A+	A+	A+	A++	A++

2.2.1.2 Štruktúra svetelných zdrojov (zdrojová štruktúra)

Tabuľka č. 26 - Zdrojová štruktúra podľa typu svetelného zdroja

Druh	Typ svetelného zdroja	n _{SZ} (ks)	P _{SZ} (W)	P _{nSZ} (W)	Počet (ks)	P (kW)
K	DULUX 11W	1	11	11	52	0,572
K	TC-D 18 W	1	18	18	7	0,126
K	DULUX 26 W	1	26	26	6	0,156
L	DULUX 40 W	1	40	40	14	0,560
L	DULUX 18 W	1	18	18	16	0,288
L	DULUX 36 W	1	36	36	895	32,220
L	DULUX 2x36 W	2	36	72	153	11,016
L	DULUX 3x36 W	3	36	108	157	16,956
L	DULUX 58 W	1	58	58	1 227	71,166
L	DULUX 2x58 W	2	58	116	23	2,668
L	DULUX 54 W	1	54	54	4	0,216
Q	HQL 80 W	1	80	80	133	10,640
Q	HQL 125 W	1	125	125	1 243	155,375
S	NAV-T 50 W	1	50	50	82	4,100
S	NAV-T 70 W	1	70	70	24 360	1 705,200
S	NAV-T 100 W	1	100	100	10 827	1 082,700
S	NAV-T 150 W	1	150	150	6 035	905,250
S	NAV-T 250 W	1	250	250	599	149,750
S	NAV-T 400 W	1	400	400	21	8,400
M	HIT 15 W	1	15	15	21	0,315
M	HIT 25 W	1	25	25	24	0,600
M	HIT 40 W	1	40	40	32	1,280
M	HIT 70 W	1	70	70	48	3,360
M	HIT 120 W	1	120	120	24	2,880

M	HIT 150 W	1	150	150	239	35,850
M	HCI-TT 150 W	1	150	150	2	0,300
M	HIT 250 W	1	250	250	12	3,000
M	HIT 400 W	1	400	400	2	0,800
M	HIT 500 W	1	500	500	18	9,000
M	HIT 1000 W	1	1 000	1000	4	4,000
N	SOX 90 W	1	90	90	18	1,620
D	LED	1	rôzne	rôzne	1 177	44, 120
SPOLU:					47 475	4 264,484

n_{sz} Počet svetelných zdrojov daného typu vo svietidle

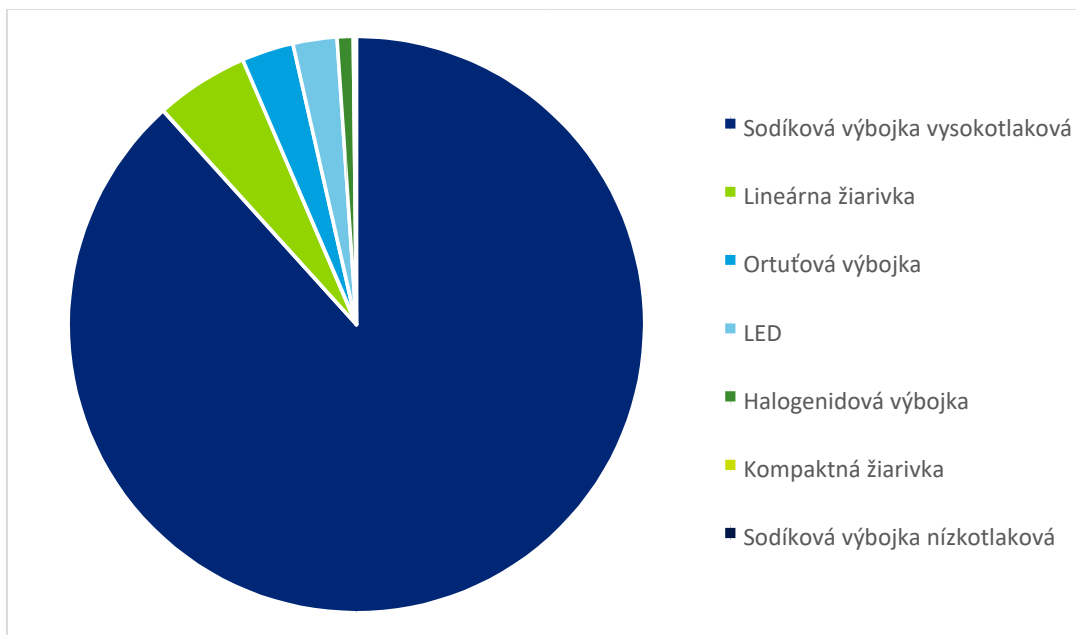
P_{sz} Príkion jedného svetelného zdroja

P_{nsz} Súhrnný príkon všetkých svetelných zdrojov vo svietidle

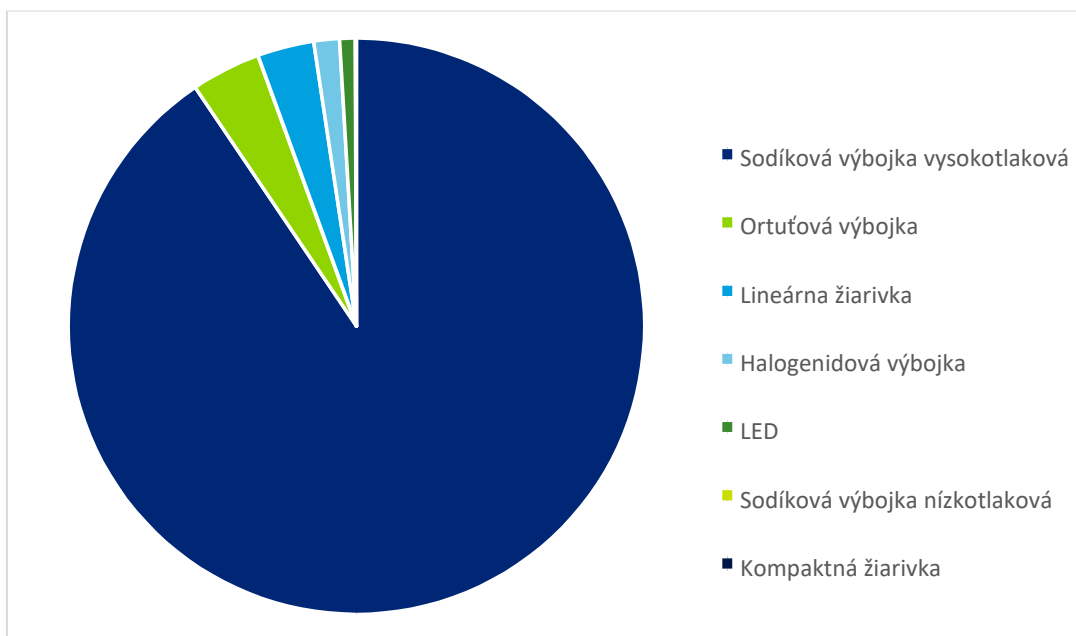
Tabuľka č. 27 - Zdrojová štruktúra podľa druhu svetelného zdroja

Kód	Druh	Počet (ks)	Počet (%)	P (kW)	P (%)
K	Kompaktná žiarivka	65	0,137	0,854	0,020
L	Lineárna žiarivka	2489	5,243	135,090	3,201
Q	Ortuťová výbojka	1376	2,898	166,015	3,934
S	Sodíková výbojka vysokotlaková	41924	88,308	3 855,400	91,352
N	Sodíková výbojka nízkotlaková	18	0,038	1,620	0,038
M	Halogenidová výbojka	426	0,897	61,385	1,454
D	LED	1177	2,479	44,12	0,010
SPOLU:		47 475		4 264	

Zdrojová štruktúra podľa typu je v Tabuľke č. 26, podľa druhu svetelného zdroja v Tabuľke č. 27. Údaje z Tabuľky č. 27 sú spracované aj graficky, a to podľa počtu kusov na Obrázok č. 18 a podľa príkonu na Obrázok č. 19. Vysokotlakové sodíkové výbojky majú podľa počtu kusov aj príkonu podiel cca 90 %, takže sú jednoznačne základom zdrojovej štruktúry. Z toho výrazný podiel predstavujú výbojky s príkonom 70 W. Ortuťové výbojky s podielom 3 – 4 % sú použité v starších parkových svietidlách, kde sa požadovala biela farba svetla. V posledných rokoch sa pre podobné aplikácie začali používať halogenidové výbojky (iba 0,9 – 1,4 %) alebo LED zdroje, ktoré podľa počtu kusov svietidiel majú v štruktúre podiel 2,5 %, vzhľadom na menší jednotkový príkon však v príkonovej štruktúre zaberajú len 1 %. Sú to zatiaľ len pilotné inštalácie osvetlenia. Halogenidové výbojky sú použité v niektorých rezidenčných oblastiach, avšak sú základom iluminácie objektov. Lineárne žiarivky s podielom 5,2 % podľa počtu kusov a 3,2 % podľa príkonu sú použité na špeciálne účely ako sú mosty, lávky, podchody a pod.



Obrázok č. 18 - Zdrojová štruktúra podľa počtu kusov



Obrázok č. 19 - Zdrojová štruktúra podľa príkonu

2.2.1.3 Technologická úroveň svetelných zdrojov

Keďže svetelné zdroje sa pravidelne musia vymieňať v rámci údržby, aktuálne používané typy sú predstaviteľmi súčasnej ponuky trhu. Z tejto ponuky sú výberom tých účinnejších riešení. Týka sa to predovšetkým vysokotlakových sodíkových výbojok, kde všetky zistené typy boli z radu SUPER 4Y, t.j. výbojky so zvýšeným svetelným tokom, zníženým poklesom svetelného toku počas života a predĺženým časom prevádzky. LED zdroje sú zatiaľ v štádiu skôr pilotných projektov, a to v rámci

inštalovania nových svietidiel, keďže možnosti výberu svetelných zdrojov sú dané typom použitých svietidiel.

2.2.2 Svietidlá

2.2.2.1 Typológia svietidiel

Typová rada SR 50/SR100/SR 200, ST50/ST100

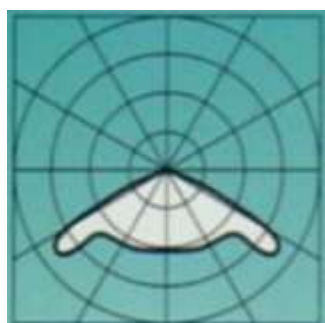


SR 50/100

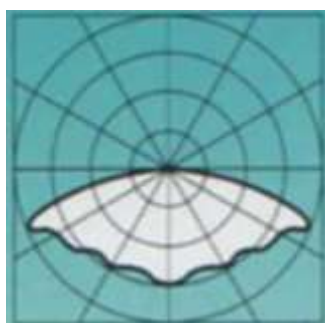


ST 50/100

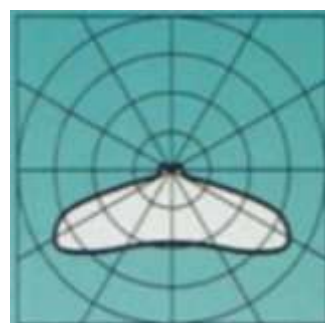
Obrázok č. 20 - Majoritné uličné svietidlá pre sodíkové výbojky radu SR a ST



SR 50

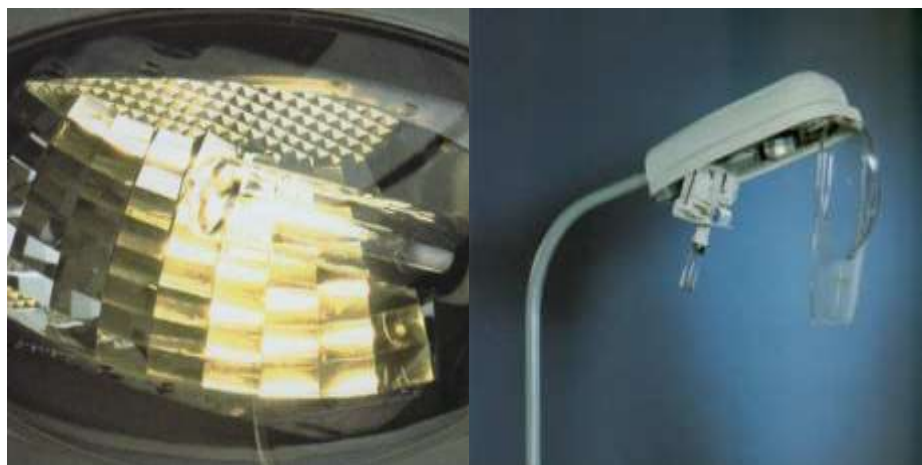


SR 100



SR 200

Obrázok č. 21 - Krivky svetivosti uličných svietidiel SR pre sodíkové výbojky rúrkového tvaru



Obrázok č. 22 - Fazetová optika svietidla (vľavo), beznástrojové otváranie predradníkovej a výbojkovej komory vo svietidlách radu SR a ST

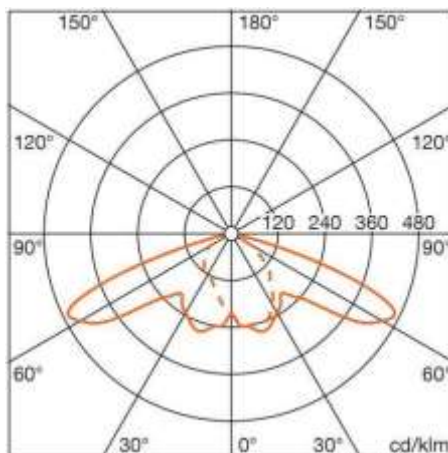
Tabuľka č

. 28 - Základné technické parametre svietidiel radu SR a ST

Svietidlá radu SR a ST	
Materiál základného telesa	lakovaný hliníkový odliatok
Materiál vonkajšieho krytu	polyester vystužený sklenými vláknami
Materiál optického krytu	polykarbonát (PC)
Druh optiky	radiálny fazetový reflektor, hliníkový
Nastavenie optiky	4 polohy reflektora
Stupeň krytia optickej / predradníkovej komory	IP65 / IP65
Trieda ochrany	
Skúšobné značky	  

Ako vyplýva zo štruktúry svietidiel, základom osvetlenia uličných komunikácií je svietidlo typového radu SR 50/100/200 (Obrázok č. 20). Podiel v celej štruktúre svietidiel je približne 56 %, pričom v rámci uličných svietidiel ide o podiel až 84 %. Svetidlá sú z vlastného výrobného sortimentu prevádzkovateľa verejného osvetlenia Siemens, neskôr ako spoločnosť Siteco. Ide o vysokokvalitné svietidlá s fazetovým hliníkovým reflektorom (Obrázok č. 22), niektoré typy s hliníkovým difúzorom, s možnosťou nastavenia optiky do štyroch polôh reflektora. Krivky svietivosti sú na Obrázku č. 21. Spodný kryt je z odolného polykarbonátu s UV ochranou. Teleso svietidla je z extrudovaného hliníka. Horný kryt tvorí takisto odolný materiál, a to prepreg (predimpregnovaný polyester). Svetidlo má obvodové krytie, ktorého stupeň pre predradníkovú komoru aj komoru svetelného zdroja je nominálne IP65. Stupeň mechanickej odolnosti svietidla kódom IK výrobca neudáva. Technické údaje svietidla sú v tab. 2.14. Údržba svietidla je beznástrojová, komory sa otvárajú pomocou rýchlouzáveru (Obrázok č. 22), pričom dôjde k automatickému odpojeniu napájania. Tento typový rad svietidiel patrí k najkvalitnejším svietidlám so sodíkovými výbojkami na verejné osvetlenie a bez väčších konštrukčných zmien sa vyrába dodnes. Typový rad ST má obdobné technické a úžitkové vlastnosti ako typový rad SR.

Tabuľka č
Typový rad SQ 50



Obrázok č. 23 - Uličné svietidlo pre sodíkové výbojky radu SQ 50

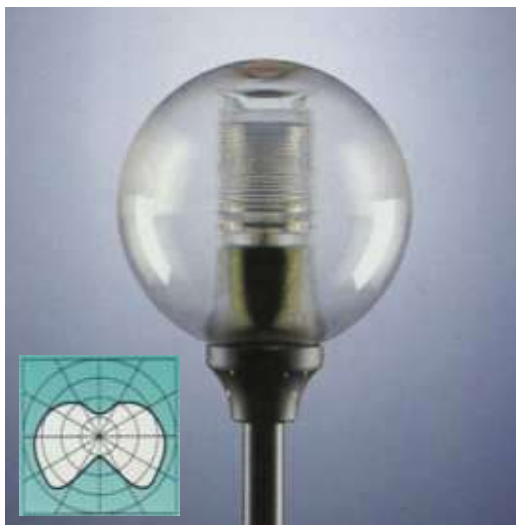
. 29 - Základné technické parametre svietidiel radu SQ

Svietidla radu SQ	
Materiál základného telesa	lakovaný hliníkový odliatok
Materiál vonkajšieho krytu	lakovaný hliníkový odliatok
Materiál optického krytu	polymetylmetakrylát (PMMA)
Druh optiky	radiálny fazetový reflektor, naparený hliník
Podiel horného toku ULOR	< 3 %
Stupeň krytia optickej / predradníkovej komory	IP66 / IP66
Trieda ochrany	
Skúšobné značky	  

Typový rad SQ (Obrázok č. 23) je novším dizajnom svietidla na osvetlenie uličných komunikácií. Svietidlo je určené pre sodíkové a halogenidové výbojky. Svietidlo má vysoký stupeň krytia až IP66. Na rozdiel od typového radu SR je reflektor z napareného hliníka na plastovom substráte. Svietidlo je použité v niektorých rezidenčných oblastiach.

Tabuľka č

Typová rada Kugel (parkové guľové svietidlá)



Trompetenkugel (číre)



Vollkugel (opálové)

Obrázok č. 24 - Krivka svetivosti SR 100

Parkové svietidlá s guľovým difúzorom sú použité najmä na osvetlenie parkov, spevnených plôch, komunikácií pre peších a výnimočne aj pre miestne komunikácie s motorovou dopravou. Svietidlá sú v rôznych vyhotoveniach, na Obrázku č. 24 sú dva základné typy tohto svietidla. Svietidlá majú symetrické rozloženie svetelného toku, ktoré ich predurčuje na osvetlenie iných ako lineárnych štruktúr. Staršie výrobky majú stupeň krytia IP55, novšie výrobky sa už vyrábali s krytím IP54. V štruktúre svietidiel majú podiel 18 %, spomedzi všetkých parkových svietidiel predstavujú až 77 %.

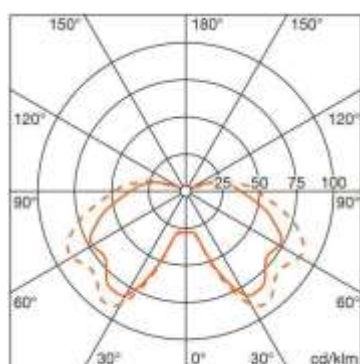
. 30 - Základné technické parametre parkových svietidiel Kugel

	Trompetenkugel	Vollkugel
Materiál základného telesa	lakovaný hliníkový odliatok	lakovaný hliníkový odliatok
Materiál vonkajšieho krytu	polyester vystužený sklenými vláknami	polyester vystužený sklenými vláknami
Materiál optického krytu	polykarbonát (PC)	polymetylmetakrylát (PMMA)
Druh optiky	číry kryt, vnútorná mriežka	opálový difúzor
Veľkosť guľového krytu	Ø 400 / Ø 500 mm	Ø 400 / Ø 500 mm
Stupeň krytia	IP54	IP44*
Trieda ochrany	☐	☐

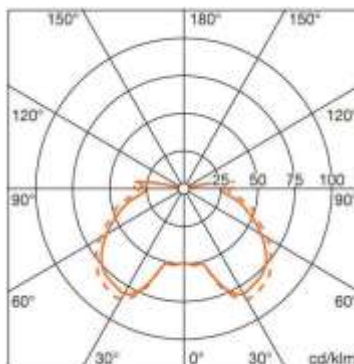
Tabuľka č
Značky



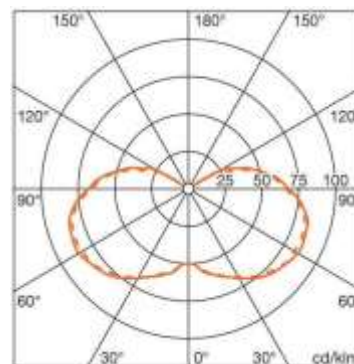
Typový rad Pilz (parkové hríbové)



číry



matovaný



opálový

Obrázok č. 25 - Parkové hríbové svetidlá radu Pilz

. 31 - Základné technické parametre hríbových parkových svetidiel s tienidlom Pilz

Materiál základného telesa	lakovaný hliníkový odliatok
Materiál tienidla	polyester vystužený sklenými vláknami
Materiál optického krytu	polymetylmetakrylát (PMMA)
Druh optiky	číry s vnútornou mriežkou / matovaný difúzor / opálový difúzor
Stupeň krytia	IP54
Trieda ochrany	 / 

Hríbové parkové svietidlá Pilz (Obrázok č. 25) sú použité len v nevelkom počte. Sú vhodné na osvetlenie parkov, spevnených plôch, komunikácií pre peších a pod., kde sa dôraz kladie na estetické vlastnosti svietidla. Svietidlá majú bežne symetrické rozloženie svetelného toku, môžu byť však dodávané aj s asymetrickou optikou. Presné údaje o použitých optikách vo verejnom osvetlení Bratislavy neboli zistené.

Typový rad Auris



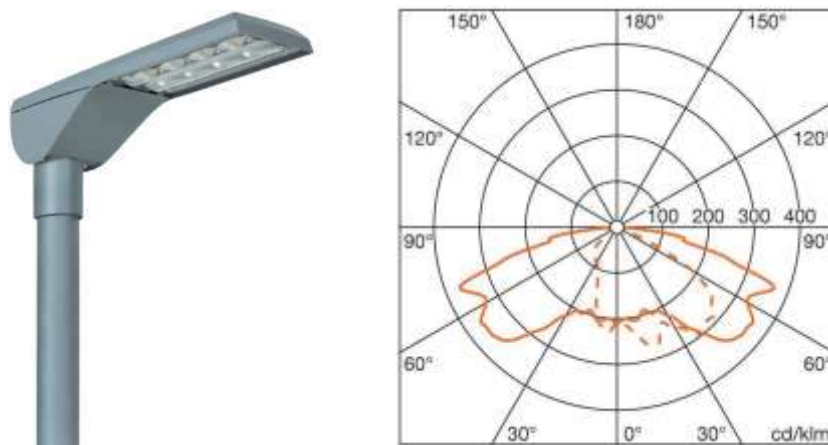
Obrázok č. 26 - Dekoratívne parkové svietidlo Auris

Tabuľka č. 32 - Základné technické parametre svietidiel Auris

Materiál základného telesa	lakovaný hliníkový odliatok
Materiál tienidla	hliník
Materiál optického krytu	polymetylmetakrylát (PMMA)
Druh optiky	prizmatický refraktor alebo vnútorná mriežka
Veľkosť optickej časti	Ø 482 x 600 mm
Stupeň krytia	IP54
Trieda ochrany	
Značky	

Parkové svietidlá Auris (Obrázok č. 26) majú obdobné vlastnosti (Tabuľka č. 32) a využitie ako parkové svietidlá Pilz, sú ešte estetickéjšie. Ich podiel je väčší ako v prípade svietidiel Pilz, a to 3 % spomedzi všetkých svietidiel resp. 13,6 % spomedzi parkových svietidiel.

Typový rad SL10 mini LED a SL10 micro LED



Obrázok č. 27 - Uličné LED svietidlo SL10 mini LED

Rôzne typy parkových a uličných LED svietidiel sú inštalované v počte s podielom 2,5 % v štruktúre svietidiel. K uličným svietidlám patria typové rady SL10 mini (Obrázok č. 27) a SL 10 micro s podobnými technickými a úžitkovými vlastnosťami, líšia sa najmä počtom LED, a teda aj príkonom a svetelným tokom. Na ilustráciu uvádzame základné technické údaje svietidla SL 10 mini v Tabuľke č. 33. Výber farby svetla zahŕňa rôzne teploty chromatickosti, pričom index podania farieb je lepší ako $R_a = 70$. Za zmienku stojí deklarovaná životnosť 100 000 hodín, ktorá sa dosahuje pri L90 a B10, to znamená, že svetelný tok za toto obdobie klesne iba o 10 % a miera predčasných zlyhaní bude menej ako 10 %. Tieto životnostné vlastnosti sa dajú považovať za nadštandardné.

Tabuľka č. 33 - Základné technické parametre uličných LED svietidiel SL10 mini LED

Materiál základného telesa	hliníkový odliatok s práškovou povrchovou úpravou
Materiál optického krytu	polymetylmetakrylát (PMMA), číry plochý kryt
Druh optiky	zapuzdrený, ľahko vymeniteľný LED modul s 3-zónovým plastovým fazetovým reflektorom
Rozloženie svetelného toku	asymetrické
Teplota chromatickosti T_c	3 000 / 4 000 / 5 000 / 6 000
Index podania farieb R_a	> 70
Podiel horného toku ULOR	0 %
Životnosť pri L90/B10	100 000 h

Stupeň krytia

IP66

Trieda ochrany



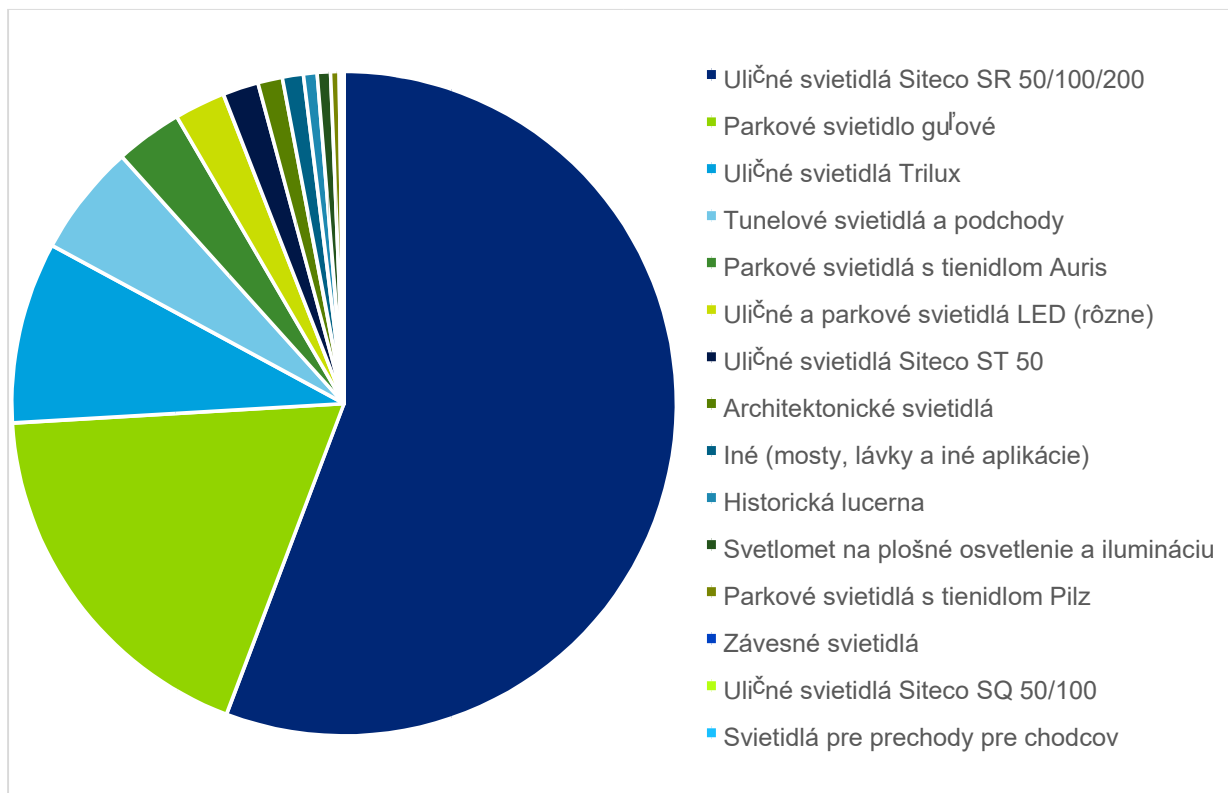
Značky



2.2.2.2 Štruktúra svietidiel

Tabuľka č. 34 - Štruktúra svietidiel

Druh/kategória svietidla	Počet (ks)
Architektonické	565
Auris	1 545
Guľa	8 693
Historická lucerna	316
Hríbkové	195
Iluminačné	310
Iné	483
LED	1 177
Priechodové	18
SQ	32
SR	26 473
ST	832
Trilux	4 187
Tunelové/ podchod	2 587
Závesné	62
SPOLU:	47 475



Obrázok Č. 28 - Štruktúra svietidiel podľa počtu kusov

V segmente uličných svietidiel tvoria významnejší podiel (8,8 %) svietidlá Trilux dvoch typov väčšie svietidlo s hliníkovým difúzorom 9901 a menšie svietidlo s lomeným hliníkovým difúzorom 9331. Sú to staršie typy svietidiel, ku ktorým katalógové údaje sú ťažko dostupné a pri spracovaní auditu neboli k dispozícii. Trilux patrí k významným svetovým výrobcam svietidiel. Motivácia pre použitie svietidiel Trilux nie je zrejma, pre prevádzkovateľa verejného osvetlenia ide o konkurenčného výrobcu.

2.2.2.3 Technologická úroveň svietidiel

Svietidlá sú na veľmi vysokej technologickej úrovni. Svetidlá typového radu SR, ktoré tvoria jadro sústavy verejného osvetlenia, patria k najkvalitnejším svietidlám na trhu. Toto tvrdenie podčiarkuje aj fakt, že prakticky bez väčších konštrukčných zmien sa tieto svietidlá vyrábajú doteraz. Svetidlá s vysokým stupňom krytia, hliníkovým fazetovým reflektorom, možnosťou nastavenia optiky, beznástrojovou údržbou a s odolnými materiálmi sú predurčené na efektívne osvetlenie a spoľahlivú dlhoročnú prevádzku. Vysoko sa dajú hodnotiť aj nové LED svietidlá, kde treba vyzdvihnúť najmä životnostné charakteristiky – dlhá životnosť sa dosahuje pri veľmi priaznivých zmenách svetelného toku a mortality.

Vysokú technologickú úroveň vykazujú aj parkové svietidlá Pilz a Auris. Majú vysokú estetickú funkciu, dobré technické a úžitkové vlastnosti. Takéto však nedosahujú parkové svietidlá s guľovým difúzorom, ktorých podiel vyžarovania svetelného toku do horného polpriestoru je vysoký, čo predstavuje (v daných aplikáciách) vysoké straty, svietidlá majú nižšiu pridanú hodnotu aj v iných parametroch (stupeň krytia, niektoré svietidlá sú s ortuťovými výbojkami).

Stručne sa treba zmieniť aj o svietidlách Trilux. Ide o produkty renomovaného výrobcu svietidiel, dané typy použité vo verejnom osvetlení Bratislavy však majú nižšiu technickú a úžitkovú hodnotu. Tá spočíva v rozložení svetelného toku, v materiáloch a konštrukcii.

2.2.3 Stožiare

2.2.3.1 Typológia stožiarov

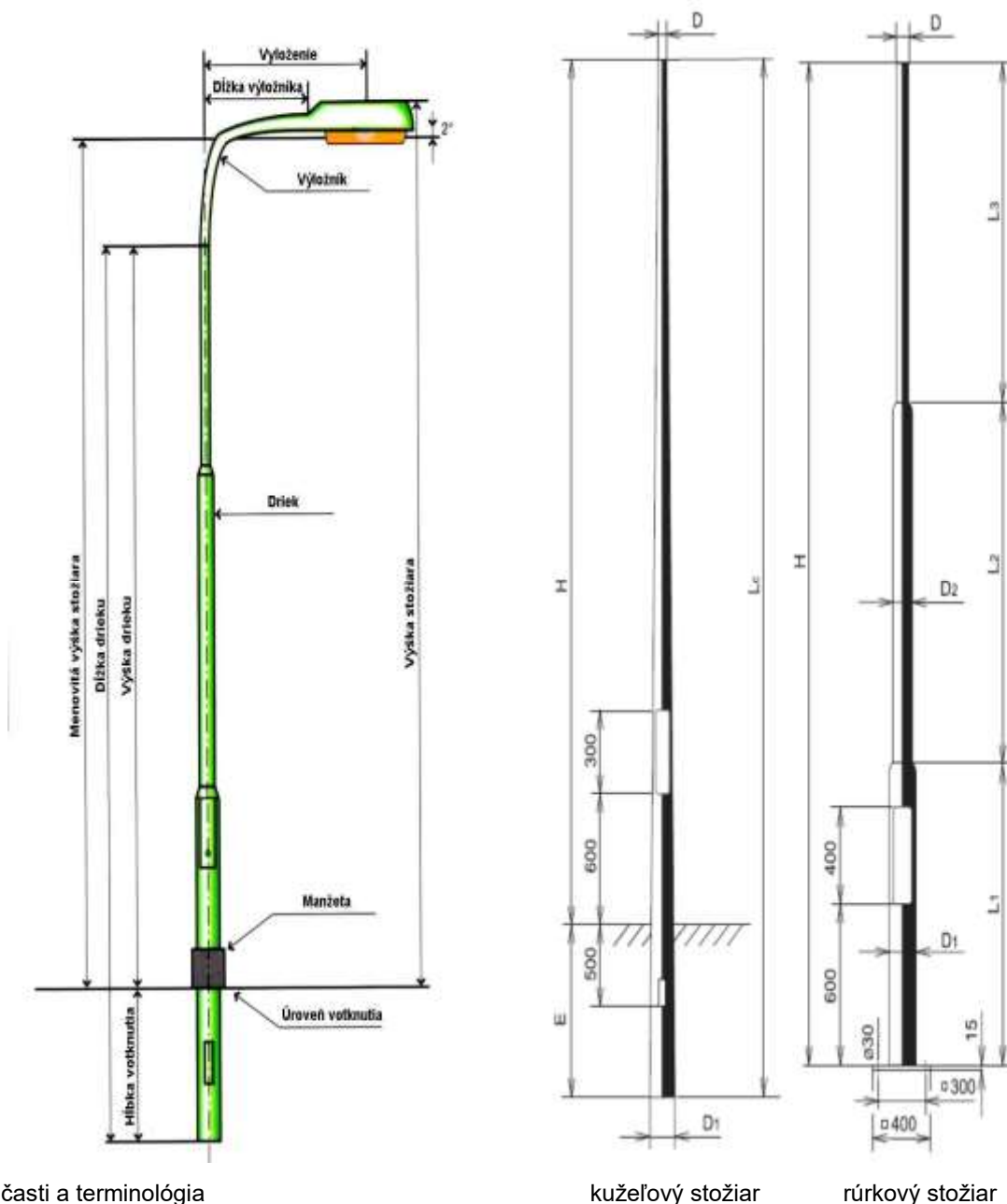
Svietidlá verejného osvetlenia sú inštalované predovšetkým na troch druhoch stožiarov – osvetľovacích, trakčných a distribučných. V malom počte sú svietidlá upevnené na fasádnych a iných výložníkoch, iluminačné svetlomety na konzolách, žiarivkové svietidlá na omietke a pod., v tejto časti upriamime pozornosť na osvetľovacie stožiare.

Pôvodné osvetľovacie stožiare boli vyrábané v špecializovanom závode Elektrovod Senec, kde výrobný program oceľových stožiarov začal v 70-tych rokoch. Presné údaje o typoch pôvodných stožiarov nie sú evidované v pasporte verejného osvetlenia.

Pozinkovaný stožiar kužeľový

Tabuľka č. 35 - Základné technické parametre osvetľovacích stožiarov

Pozinkované stožiare	
Výrobca	ELV Produkt, a.s. Senec
Druh	osvetľovací stožiar so zemným koncom, bezpäticový
Materiál	v žiari pozinkovaná oceľ
Dvierka elektrovýzbroje	85 x 300, zapustené (kužeľové stožiare) 90 x 400, zapustené (rúrkové stožiare)



časti a terminológia

kužeľový stožiar

rúrkový stožiar

Obrázok č. 29 - Terminológia a základné druhy osvetľovacích stožiarov

Z vnútornej strany sú stožiare chránené proti korózii asfaltovým povlakom. Z vonkajšej strany stožiare vyžadujú pravidelnú obnovu antikorozyneho náteru.

V MČ Petržalka (rok výstavby 1978 – 1985) sú použité odlišné typy stožiarov ako v iných častiach mesta. Stožiare boli vyrobené v poľnohospodárskom družstve (JRD) v rámci pridruženej výroby. Presný názov výrobcu sa nepodarilo zistiť. Tieto stožiare nemajú z vnútornej strany asfaltovú ochranu.

V rámci rekonštrukcie verejného osvetlenia v sledovanom období boli použité stožiare vyrobené spoločnosťou ELV Produkt, a.s. Senec, ktorá je pokračovateľom výrobnnej tradície pôvodnej spoločnosti Elektrovod Senec. Stožiare sú takisto oceľové, ale chránené pred koróziou žiarovým pozinkovaním. Na zvýšenú ochranu sa stožiarové rúry z vnútornej strany asfaltujú. To zaručuje spoľahlivú dlhoročnú

prevádzku týchto podperných bodov. Kužeľové stožiare umožňujú priamu montáž svietidla, alebo montáž svietidla na výložník. Rúrkové uličné stožiare umožňujú upevniť svietidlo len prostredníctvom výložníka.

V niektorých oblastiach novej výstavby (developerské projekty), kde verejné osvetlenie bolo prevzaté do majetku vlastníka dodatočne po výstavbe inžinierskych sietí, sú použité aj stožiare od výrobcu Kovel. Ide takisto o pozinkované stožiare s obdobnými vlastnosťami ako majú stožiare od ELV Produkt.

Tabuľka č. 36 - Typová špecifikácia kužeľových stožiarov

Typ stožiara	H (m)	Výst. rúrka	A_v (m ²)	M_v (kg)	m (kg)
STK 76/30/3	3	Ø 76	0,98	90	28
STK 76/30/4	4	Ø 76	0,88	85	38
STK 76/30/5	5	Ø 76	0,76	75	48
STK 76/30/6	6	Ø 76	0,78	80	63
STK 76/30/7	7	Ø 76	0,75	75	76
STK 76/30/8	8	Ø 76	0,70	70	93
STK 76/30/10	10	Ø 76	0,60	60	130

Tabuľka č. 37 - Typová špecifikácia rúrkových uličných stožiarov

Typ stožiara	H (m)	Výst. rúrka	A_v (m ²)	M_v (kg)	m (kg)
OS UD 89/08	8	Ø 89	0,70	50	104
OS UD 89/10	10	Ø 89	0,28	35	120
OS UD 89/12	12	Ø 89	0,12	15	145

H výška výložníka (m)

A_v zaťažujúca plocha výložníka a svietidla (m²)

M_v hmotnosť zaťaženia na vrchole (kg)

Príslušenstvom stožiarov je elektrovýzbroj, ktorú tvoria najmä istiace prvky, držiak stožiarovej svorkovnice a samotná stožiarová svorkovnica. Stožiarová svorkovnica slúži pre pripojenie a vetvenie napájacieho sekundárneho vedenia sústavy, pripojenie a istenie svietidla. V rekonštruovaných sústavách s novými pozinkovanými stožiarmi je použitá svorkovnica typu GURO. Táto stožiarová svorkovnica sa používa k pripojeniu vodičov a istenia svietidiel osvetľovacích stožiarov s päticou alebo bez päťice. Napájanie svietidla je vedené cez poistku 10 A. Svorkovnice sa používajú v štvorsvorkovom vyhotovení pre siete TN-C. V nových stožiaroch sú vnútorné vodiče (medzi svorkovnicou a svietidlom) riešené jednotne káblom typu CYKY s prierezom 1,5 mm².

V Bratislave sú mestskou príspevkovou organizáciou PAMING schválené dva typy dizajnových stožiarov a svietidiel do historického jadra. Tieto prvky sa musia v príslušných miestach dodržiavať.

2.2.3.2 Štruktúra stožiarov

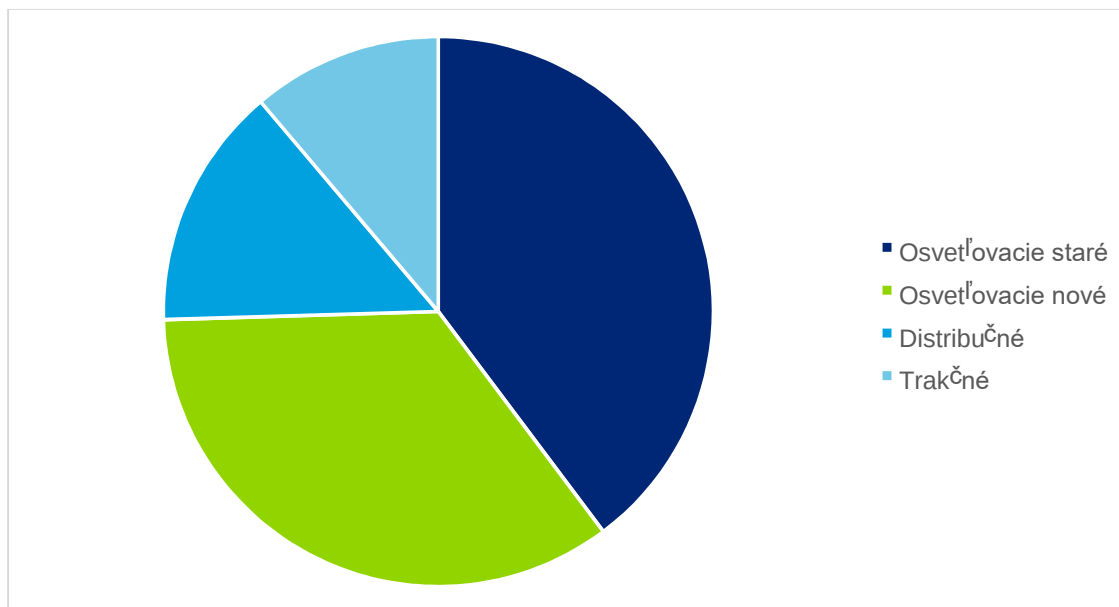
Rozdelenie stožiarov, na ktorých sú upevnené svietidlá verejného osvetlenia, je na Obrázku č. 30. Druhá štruktúra stožiarov je v Tabuľke č. 38 a na Obrázku č. 31. Približne 25 % stožiarov je iných ako osvetľovacích, tri štvrtiny sústavy verejného osvetlenia je teda na vlastných osvetľovacích stožiaroch. Z nich je viac ako polovica pôvodných starých, zvyšných 35 % z celkového počtu stožiarov sú nové pozinkované stožiare.



Obrázok č. 30 - Rozdelenie stožiarov VO

Druh stožiara	Počet (ks)	Počet (ks)
Distribučné	6 301	14,283
Osvetľovacie staré	17 535	39,748
Osvetľovacie nové	15 344	34,782
Trakčné	4 935	11,187
SPOLU:	44 115	

Tabuľka č. 38 - Druhá štruktúra stožiarov



Obrázok č. 31 - Druhovú štruktúru stožiarov

2.2.3.3 Technologická úroveň stožiarov

Predmetom hodnotenia sú len osvetľovacie stožiare, keďže trakčné a distribučné stožiare nie sú majetkovou súčasťou verejného osvetlenia.

Osvetľovacie stožiare pôvodné, inštalované pred rokom 1996, sú oceľové, zvonka chránené pred koróziou náterom. Táto technológia je dnes už prekonaná a nepoužíva sa.

Nové osvetľovacie stožiare, inštalované po roku 1996 (v rámci rekonštrukcie osvetlenia alebo na nových úsekoch v rámci rozvojových projektov) sú oceľové, žiarovo pozinkované. Táto technológia je považovaná za štandardnú, s dobrou ochranou proti korózii. Na rozdiel od klasických oceľových stožiarov sú tieto stožiare tenkostenné, čo znamená nižšiu spotrebu materiálu, ľahšiu manipulovateľnosť pri montáži, pritom si zachováva potrebné mechanické vlastnosti. Tie sú dnes predpísané európskou normou STN EN 40 ^[A35] (skupina noriem). O hliníkových stožiaroch sa zatiaľ len uvažuje, v bežnej praxi sa nepoužívajú.

2.2.4 Výložníky

Výložníky sú ramená, ktorými sa polohujú svietidlá na vytvorenie správnej geometrie osvetľovacej sústavy, keď umiestnenie stožiarov je obmedzené podmienkami danej komunikácie a nestačí pre jednoduché upevnenie svietidiel stojanovým spôsobom. Oceľové rúry sú vyrábané s plechu hrúbky 3 - 8 mm. Konce pre uchytenie svietidiel majú typizované rozmery 70 mm (používané do konca 70-tych rokov) alebo 60 mm (používané od 80-tych rokov).

Tabuľka č. 39 - Základné technické parametre výložníkov pre osvetľovacie stožiare

Výložníky	
Výrobca	ELV Produkt, a.s. Senec
Druh	výložník na osvetľovací stožiar

Materiál

v žiari pozinkovaná oceľ

Dvierka elektrovýzbroje

85 x 300, zapustené (kužeľové stožiare)

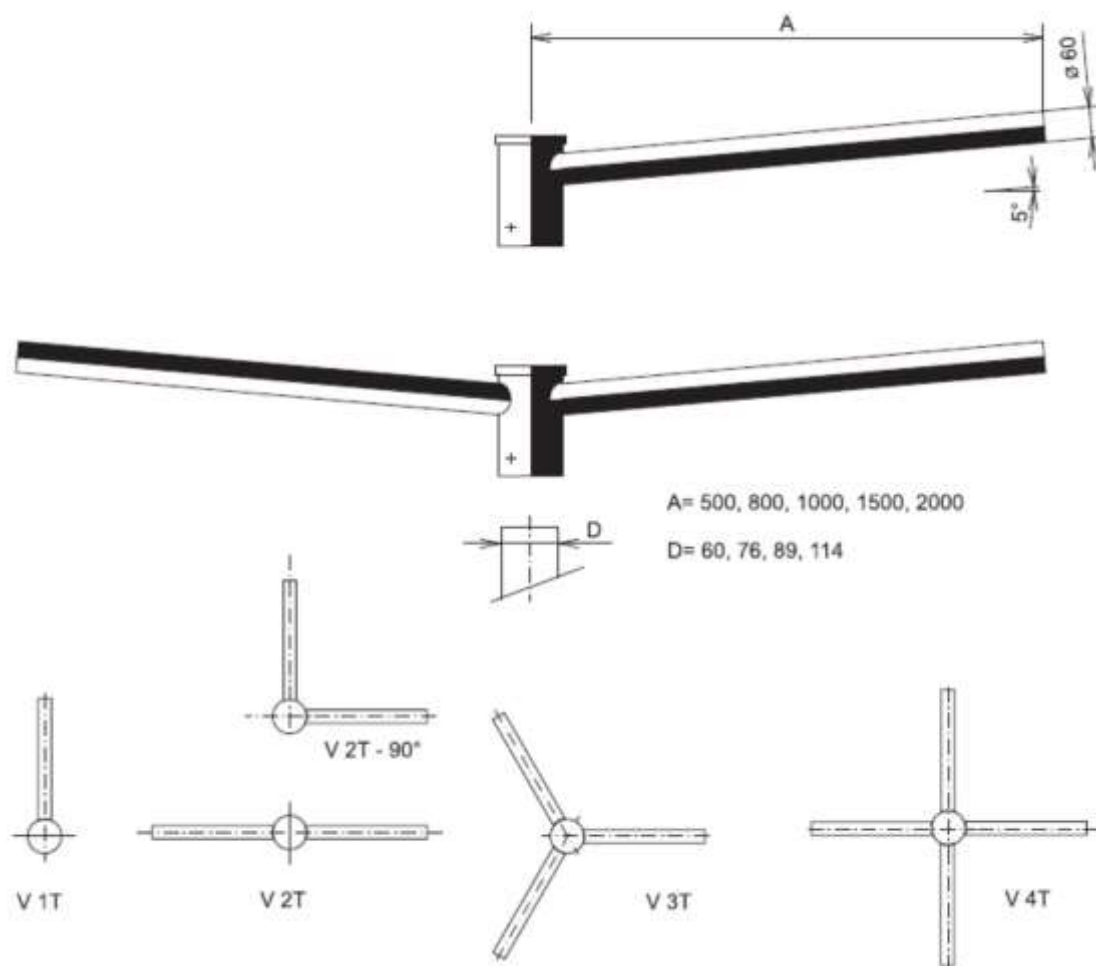
90 x 400, zapustené (rúrkové stožiare)

Tabuľka č. 40 - Typológia výložníkov

Typ výložníka	Počet ramien	Druh stožiara	Dĺžka (m)	Uhol (°)	Rúrka vstup / výstup
V1T-05-D76	jednoramenný	kužeľový	0,5	5°	Ø76 / Ø60
V1T-10-D76	jednoramenný	kužeľový	1,0	5°	Ø76 / Ø60
V1T-15-D76	jednoramenný	kužeľový	1,5	5°	Ø76 / Ø60
V1T-20-D76	jednoramenný	kužeľový	2,0	5°	Ø76 / Ø60
V1T-25-D76	jednoramenný	kužeľový	2,5	5°	Ø76 / Ø60
V1T-30-D76	jednoramenný	kužeľový	3,0	5°	Ø76 / Ø60
V2T-05-D76	dvojamenný 180°	kužeľový	0,5	5°	Ø76 / Ø60
V2T-10-D76	dvojamenný 180°	kužeľový	1,0	5°	Ø76 / Ø60
V2T-15-D76	dvojamenný 180°	kužeľový	1,5	5°	Ø76 / Ø60
V2T-20-D76	dvojamenný 180°	kužeľový	2,0	5°	Ø76 / Ø60
V3T-05-D76	trojamenný 120°	kužeľový	0,5	5°	Ø76 / Ø60
V3T-10-D76	trojamenný 120°	kužeľový	1,0	5°	Ø76 / Ø60
V3T-15-D76	trojamenný 120°	kužeľový	1,5	5°	Ø76 / Ø60
V3T-20-D76	trojamenný 120°	kužeľový	2,0	5°	Ø76 / Ø60
V1T-10-D89	jednoramenný	uličný	1,0	5°	Ø89 / Ø60
V1T-20-D89	jednoramenný	uličný	2,0	5°	Ø89 / Ø60
V2T-10-D89	dvojamenný 180°	uličný	1,0	5°	Ø89 / Ø60
V2T-20-D89	dvojamenný 180°	uličný	2,0	5°	Ø89 / Ø60
V3T-10-D89	trojamenný 120°	uličný	1,0	5°	Ø89 / Ø60
V3T-20-D89	trojamenný 120°	uličný	2,0	5°	Ø89 / Ø60

Výrobcom výložníkov pre osvetľovacie stožiar je ELV Produkt Senec, predtým Elektrovod Senec. Na uchytenie viacerých svietidiel na jednom osvetľovacom stožiar používame viacramenné výložníky – dvojamenné a trojamenné. Dvojamenné výložníky majú uhol medzi ramenami 180°, trojamenný výložník má uhol ramien 120°. Pre vlastnosti výložníkov platia zistenia pre stožiare, keďže sú ich príslušenstvom. Pôvodné oceľové stožiare sú vybavené oceľovým výložníkom s antikoročným náterom, novšie pozinkované stožiare majú aj pozinkované výložníky (ak nejde o stožiare bez výložníka).

Výložníky na distribučných betónových stožiaroch sú už priamou súčasťou sústavy verejného osvetlenia (na rozdiel od samotných stožiarov). Všetky výložníky sú oceľové, nie pozinkované. Oceľové výložníky na distribučných stožiaroch sa bežne neopatrujú antikoročným náterom, čo platí aj v prípade verejného osvetlenia Bratislavy.



Obrázok č. 32 - Jednoramenné a viacramenné výložníky na osvetľovacie stožiare

2.2.4.1 Technologická úroveň výložníkov

Technologická úroveň výložníkov na osvetľovacích stožiaroch zodpovedá technologickej úrovni stožiarov, platia preto zistenia v kap. 2.2.3. Čo sa týka oceľových výložníkov na distribučných stožiaroch, súčasným štandardom sú pozinkované výložníky. Existujúce výložníky v sústave verejného osvetlenia túto ochrannú vlastnosť nemajú. V prevádzke nepredstavujú mechanický (a následne bezpečnostný) problém, ich úžitkové vlastnosti sú ale znížené.

2.2.5 Vedenia

2.2.5.1 Typológia vedení

V niektorých oblastiach staršej výstavby verejného osvetlenia sa ešte dajú nájsť staré typy káblov AYAY s hliníkovým jadrom a PVC izoláciou. Technické údaje o týchto kábloch sú dnes už ťažko dostupné.



Obrázok č. 33 - Kábel typu CYKY

Novšie káble sú typu AYKY (s hliníkovým jadrom a PVC izoláciou žíl a plášťa) alebo CYKY (s medeným jadrom, Obrázok č. 33). Tieto káble sa vyrábajú podľa technickej normy, to znamená, že označenie typu kábla nie je firemne viazané, ale štandardné. Predtým tieto káble vyrábal u nás napr. Kablo Bratislava. V segmente daných usporiadaní žíl a prierezov ide o štandardný typ kábla pre rôzne aplikácie, vrátane uloženia do zeme.

Tabuľka č. 41 - Základné technické parametre káblov typu CYKY

Kábel CYKY	
Materiál jadra	meď
Materiál plášťa	polyvinylchlorid (PVC)
Vlastnosti	jednodrôtové kruhové jadro, výplňová vrstva
Max. dovolená teplota jadra	70 °C
Max. teplota jadra pri skrate	120 °C
Min. teplota pri pokládke	– 5 °C
Menovité napätie U_0/U	450/750 V
Skúšobné napätie	4 kV
Tvar jadra	RE
Výroboková norma	TP - KB - 03/02-z2
Farebné značenie žíl	STN 34 7411 (HD308.S2)

Tabuľka č. 42 - Typológia vybraných prierezov káblov typu CYKY

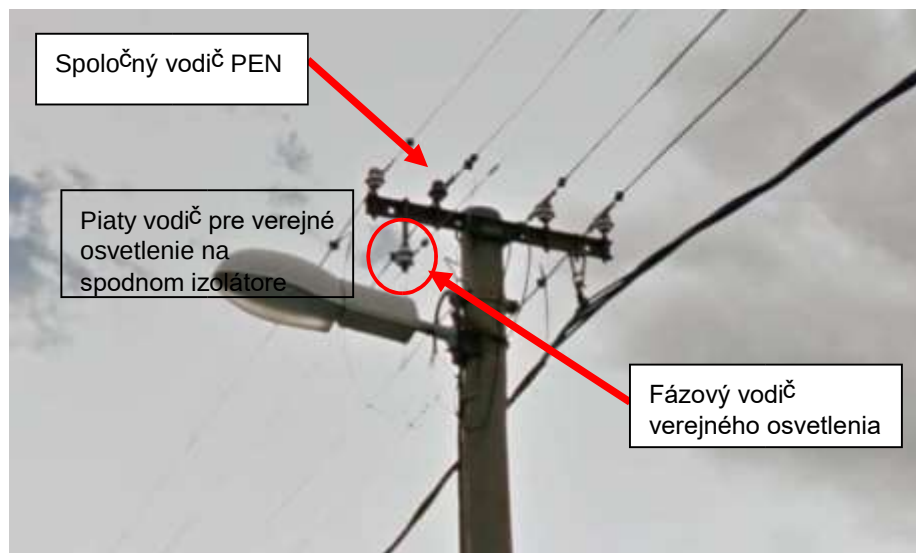
Počet žíl a menovitý prierez jadra (mm ²)	Tvar jadra (mm)	Vonkajší priemer kábla (mm)	Činný odpor jadra pri 20 °C (Ω/km)	Prúdová zaťažiteľnosť (A)	Hmotnosť kábla (kg/km)
3 x 1,5	RE	9,5	12,531	17	166
3 x 2,5	RE	11	7,519	24	224
4 x 10	RE	17,5	1,880	60	695
4 x 16	RE	20,5	1,175	80	1040
5 x 10	RE	20	1,880	60	783
5 x 16	RE	22,5	1,175	80	1 190

Nové rozvody sekundárnej siete verejného osvetlenia sa budú jednotne káblami typu CYKY 4B x 10 mm² (teraz CYKY-J 4 x 10 mm²). Tento typ kábla s medeným jadrom a PVC izoláciou žíl a plášťa má

podobné elektrické vlastnosti ako kábel s hliníkovým jadrom AYKY 4B x 16 mm², ktoré sa používali v minulosti. Káble s medeným jadrom sú z dôvodu menšieho prierezu kompaktnějšíe, manipulovateľnejšie a s medeným jadrom sa realizujú kvalitnejšie spojenia.

Použitie jednotného prierezu nemusí byť v konkrétnej topológii siete VO optimálne, na druhej strane jednotný prierez je významným príspevkom k prehľadnosti sústavy a k unifikácii parametrov. Všetko závisí od topológie siete vrátane rozmiestnenia napájajúcich rozvádzačov RVO. Menší prierez ako Cu 10 mm² sa nedá použiť (dimenzovanie z hľadiska mechanickej pevnosti a požiadavky na minimálne prierezy v sústave TN-C). Ak je sústava rozvádzačov dostatočne hustá a dĺžky napájaných vetiev nie sú väčšie ako 1 km, väčšie prierezy ako Cu 10 mm² zvyčajne nie sú potrebné (prierez vedení sa dimenzuje predovšetkým na dovolený úbytok napätia, ktorý okrem dĺžky vedenia a prierezu závisí aj od rozloženia záťaže na vedení). Takže zvolený jednotný prierez je pri zohľadnení viacerých hľadísk vyhovujúci.

V oblasti s betónovými stožiarmi sú použité holé vodiče AlFe (väčšinou s prierezom 25 mm²) alebo závesné káble Retilens. Pri holých rozvodoch je na verejné osvetlenie určený tzv. piaty vodič distribučnej sústavy nn, s ktorou zdieľa spoločný vodič PEN. Sústavy rozvodov nn aj VO predstavujú spojený systém. Vodič VO je umiestnený na spoločnej horizontálnej stožiarovej konzole na spodnom izolátore. Jednotlivé vetvy sú vzhľadom na uvedené technické riešenie jednofázové.

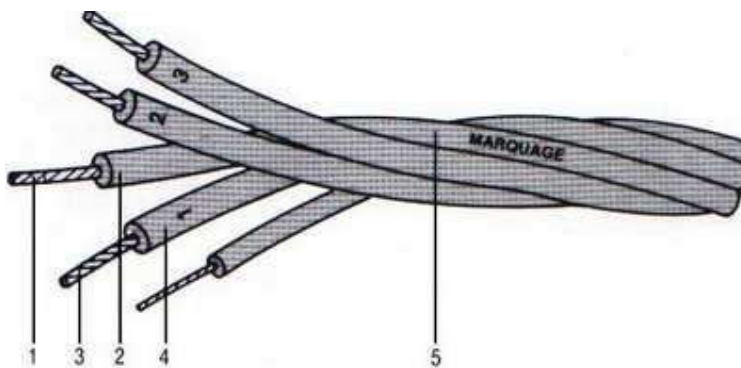


Obrázok č. 34 - Vonkajšie rozvody lanami AlFe 25 so samostatnou fázou pre verejné osvetlenie

NN IZOLOVANÝ VODIČ PRE VONKAJŠIE SIETE 3x95+70 (RETILENS)

Niektoré úseky vonkajších rozvodov boli modernizované na použitie závesných vodičov. izolovaný vodič

Retilens pre vonkajšie siete je znázornený na Obrázku č. 35, technické údaje sú v Tabuľkách č. 43 a 44. Izolované vodiče sú kompaktnějšíe, spoľahlivejšie v prevádzke (zamedzený je napr. skrat spôsobený vetrom), pri pôsobení všetkých vonkajších vplyvov v exteriéri (slnko, vietor, námraza, fauna) však materiál izolácie podlieha starnutiu.



Obrázok č. 35 - Izolovaný vodič RETILENS pre vonkajšie siete

1. **Vodič** - spletený kruhový zo zliatiny hliníka AGS
2. **Izolácia** - zosieťovaný polyetylén (XLPE) čiernej farby, odolný proti UV žiareniu

Fázové vodiče alebo vodiče verejného osvetlenia:

3. **Vodič** - spletený kruhový z hliníka
4. **Izolácia** - zosieťovaný polyetylén čiernej farby
5. **Značenie** - 268 NF 33-209 268

Tabuľka č. 43 - Základné technické parametre závesného vodiča typu RETILENS 3x95+70

Závesný vodič	
Materiál jadra	hliník
Materiál plášťa	zosietený polyetylén (XLPE), odolný proti UV žiareniu
Materiál nosného vodiča	amelec (hliníková zliatina)
Vlastnosti	jednožilové uchytenie nulového vodiča
Menovité napätie U_0/U	230/400 V
Menovité napätie vodičov	0,6/1 kV

Tabuľka č. 44 - Typologické údaje závesného vodiča typu RETILENS 3x95+70

Krajný vodič alebo vodič VO	95	19	11 – 12	14,6 – 15,7	0,343
Stredný nosný vodič	70	7	10 – 10,2	12,9 – 13,6	0,500

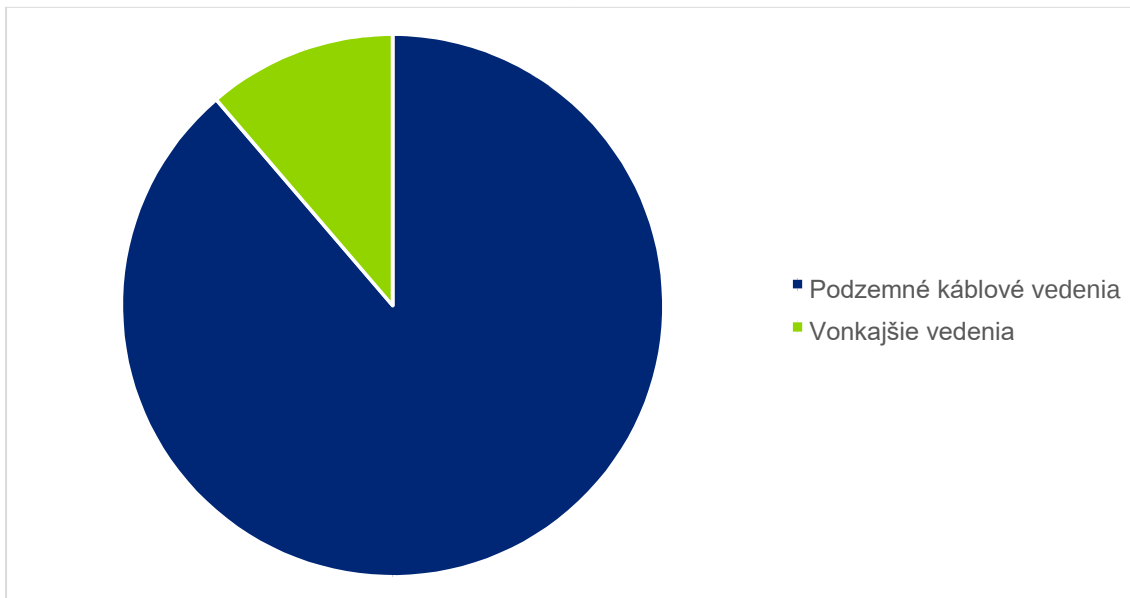
Druh vodiča	Prierez	Počet drôtov	Priemer holého vodiča	Priemer izol. vodiča	Činný odpor jadra pri 20 °C
	(mm ²)	(ks)	(mm)	(mm)	(Ω/km)

2.2.5.2 Štruktúra vedení

Tabuľka č. 45 - Štruktúra vedení

Druh vedenia	Dĺžka* (km)	Počet (ks)
Podzemné káblové vedenia	1 512	88,732
Vonkajšie vedenia	192	11,268
SPOLU:	1 704	

* Stav k 30.6.2008



Obrázok č. 36 - Štruktúra vedení

Štruktúra vedení je uvedená v členení na podzemné a vonkajšie vedenia, podrobnejšie údaje neboli získané a hodnotené. Problémom je dostupnosť údajov, najmä v starších sieťach, kde chýba evidencia a pri kábloch v zemi sa exaktne ani nedajú určiť. Z údajov je zrejmé, že podzemné káblové vedenia predstavujú až 89 % rozsahu sústavy verejného osvetlenia a iba 11 % tvoria vonkajšie vedenia.

2.2.5.3 Technologická úroveň vedení

Pri podzemných vedeniach sú zásadným problémom staré typy káblov AYAY. Pochádzajú z obdobia, keď vývoj plastových materiálov na izolácie bol len v počiatkoch. Vlastnosti týchto káblov nezodpovedajú súčasným nárokom.

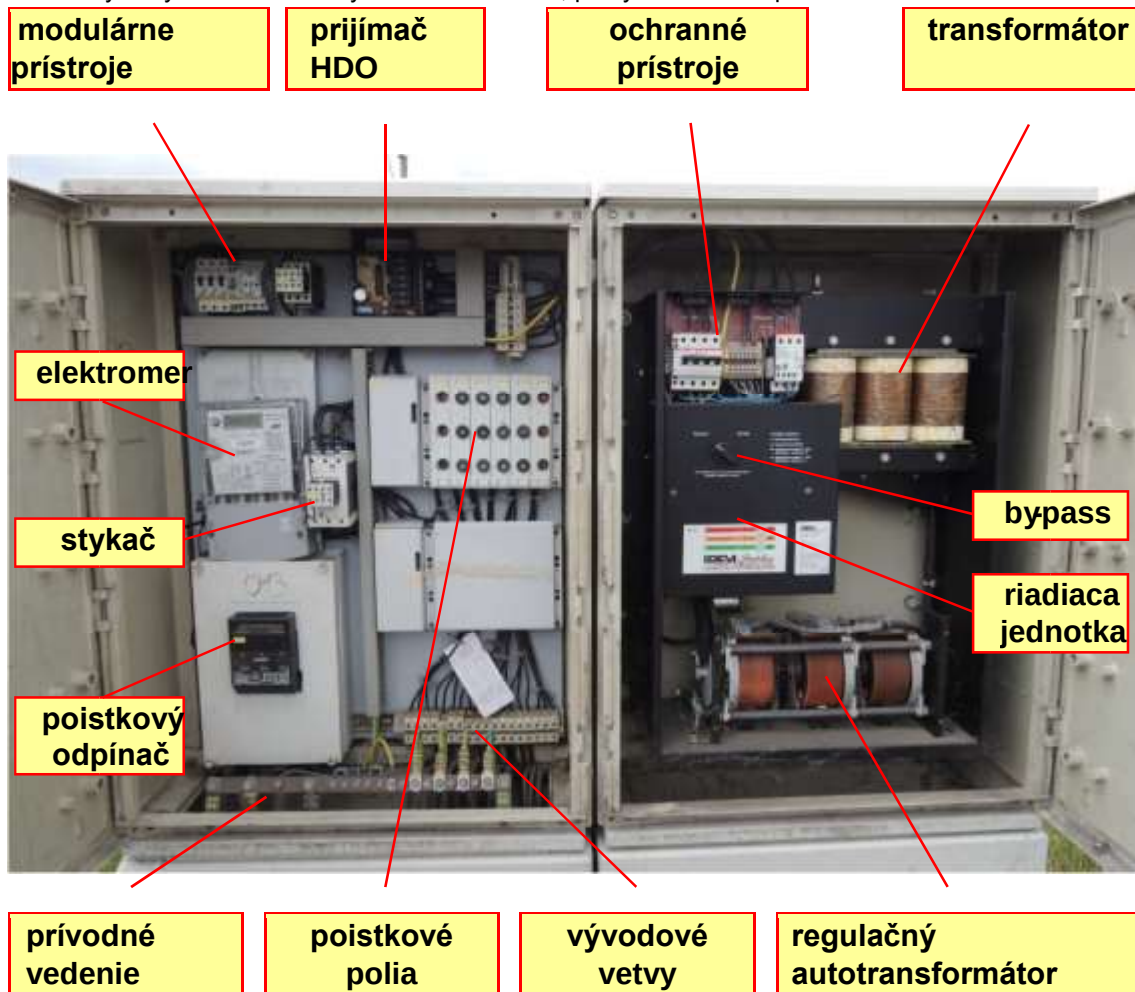
Staršie typy káblov AYKY majú štandardné vlastnosti, ktoré sú blízke vlastnostiam súčasne vyrábaných káblov typu AYKY. Nové káble tohto typu však majú ešte ďalšiu pridanú hodnotu. Káble CYKY sú v podstate obdobné typy, len materiál jadra nie je z hliníka, ale z medi. Med' má lepšie elektrické vlastnosti (vyššia vodivosť) aj mechanické vlastnosti (hliník má tendenciu sa lámať), sú preto kompaktnějšíe, ohybnejšie, manipulovateľnejšie a prevádzkovo stálejšie. Nevýhodou je vyššia cena – treba ale brať do úvahy, že v porovnaní s hliníkovými káblami porovnateľných vlastností ide o menšie prierezy. V minulosti sa bežne vo verejnom osvetlení nepoužívali vzhľadom na to, že med' bola strategickou surovinou a jej používanie bolo obmedzené. Aj dnes sa často uprednostňujú hliníkové

káble AYKY. Použitie medených káblov vo verejnom osvetlení treba chápať ako vysokú pridanú hodnotu a vysokú technologickú úroveň.

Vonkajšie rozvody holými lanami AlFe pre distribučné siete nn vrátane verejného osvetlenia sa dajú považovať za prekonané. Vedenia sa však modernizujú len postupne. Nahrádzajú sa izolovanými závesnými vodičmi alebo káblami, kde sa ako materiál jadra bežne používa hliník (typy AYKYz, AES, NFA2X a pod.) medené jadrá sa pre tieto siete nepoužívajú. Modernizované vonkajšie rozvody verejného osvetlenia závesnými vodičmi sú teda na štandardnej technologickej úrovni.

2.2.6 Rozvádzače

V sústave verejného osvetlenia je 804 rozvádzačov RVO (podľa údajov správcu VO), z toho je 755 odberných miest. Zvyšok predstavujú podružné rozvádzače, zlúčené rozvádzače a pod. Okrem zriedkavých výnimiek sú všetky rozvádzače nové, po výmene alebo preložke.



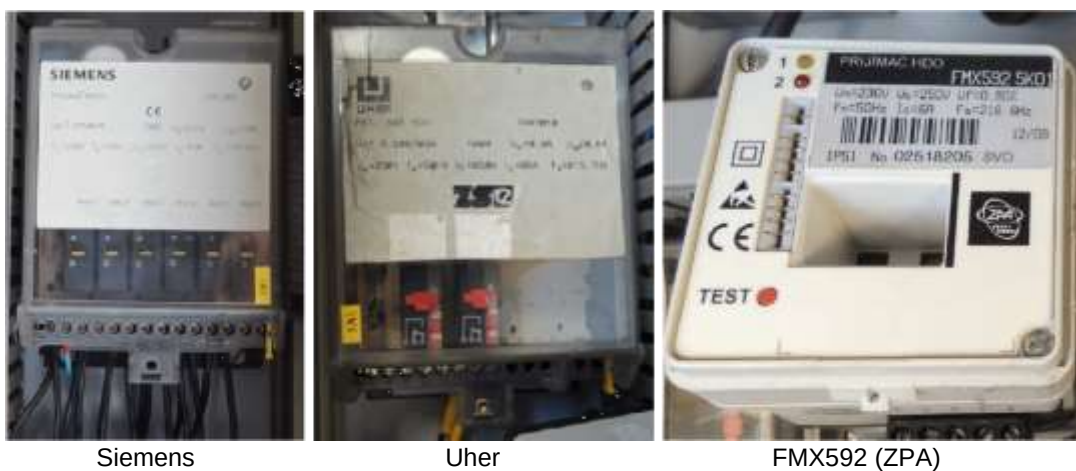
Obrázok č. 37 - Typický rozvádzač RVO s regulátorom osvetlenia



Obrázok č. 38 - Vývodové poistkové polia a ich detail s označením

RVO sú pillarové (samostatne stojace) alebo zabudované vo fasáde. RVO inštalované na betónových stožiaroch distribučnej siete nn ešte existujú, avšak len výnimočne (približne desiatka kusov). Distribučná spoločnosť štandardne vyžaduje demontáž takýchto rozvádzačov a ich preložku mimo stožiarov pri každej vhodnej príležitosti (modernizácia, rekonštrukcia).

Rozvádzače sú vyrobené z odolných plastov. Elektrovýzbroj pozostáva z moderných prístrojov. Dokumentácia k rozvádzaču býva umiestnená na vnútornej strane dvierok, nenachádza sa však v každom rozvádzači. Prístroje sú označené štítkom podľa dokumentácie. Vývodové poistkové polia (Obrázok č. 38) pozostávajú väčšinou zo 4 až 6 sád poistiek pre každú fázu. Na ovádanie verejného osvetlenia sa používajú prijímače HDO (Obrázok č. 39), väčšina z nich vyrobená firmou Siemens. Ide o typ 7RR7006, ktorý má 6 reléových výstupov. V RVO 237 boli nájdené odlišné typy HDO prijímačov, a to UHER a FMX592 od ZPA Trutnov.



Siemens

Uher

FMX592 (ZPA)

Obrázok č. 39 - Prijímače HDO

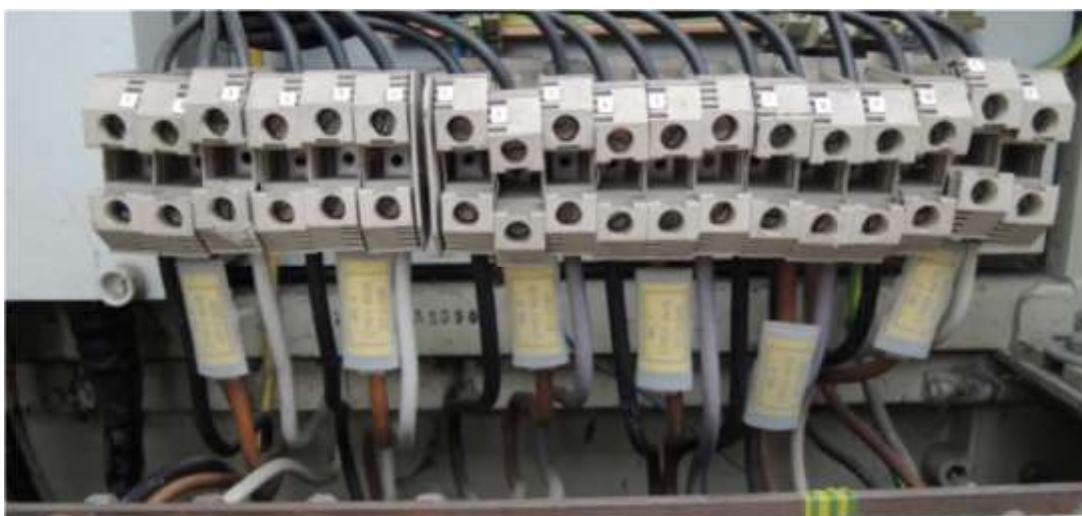
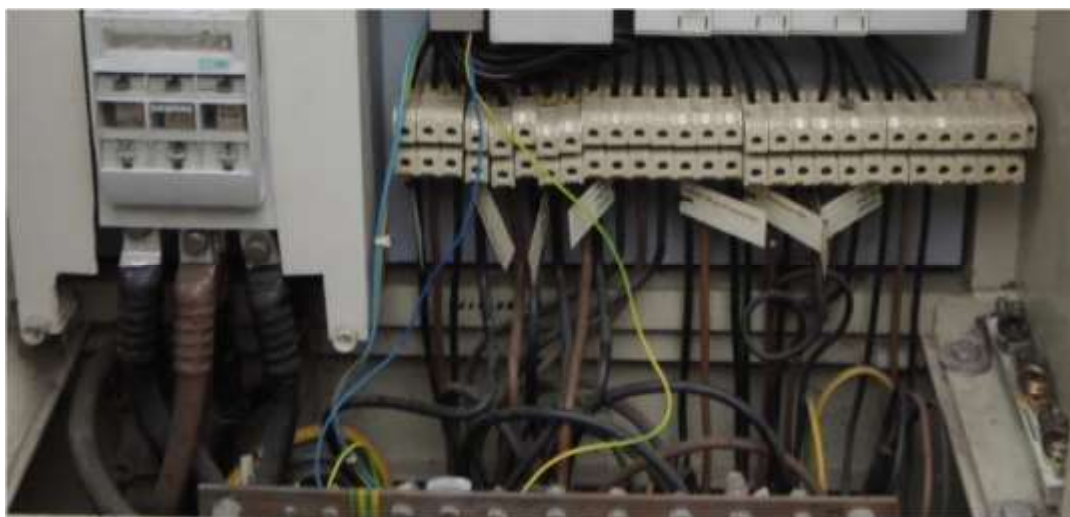
Meranie spotreby elektrickej energie je zabezpečené elektronickými elektromermi. Časť rozvádzačov je vybavená inteligentnými elektromermi s diaľkovým odpočtom. Vybrané elektrické veličiny môžu byť po dohode s distribučnou spoločnosťou poskytované prostredníctvom lokálneho rozhrania (optohlava, RS485).

Väčšina rozvádzačov RVO je vybavená aj riadiacim systémom Simatic (výrobca Siemens, Obrázok č. 41). Riadiaci systém zabezpečuje komunikáciu s dispečingom, hlási napr. otvorenie dvierok, niekde systém obsahuje aj GSM ovládanie osvetlenia. Riadiaci systém použitý v rozvádzačoch nie je zazmluvnený, je vlastným majetkom prevádzkovateľa verejného osvetlenia.

Vývodové vetvy sú usporiadané v spodnej časti rozvádzača a pripojené na výstupnú radovú svorkovnicu (Obrázok č. 40). Vystupujúce vetvy sú označené.

Regulátory osvetlenia (Obrázok č. 42) sú nasadené približne v 150 rozvádzačoch RVO. Použitý je jednotný typ regulátora osvetlenia s autotransfómatorom a týmito základnými údajmi:

- Výrobca: IREM
- Typ: Stabilux P3xx-GRS (xx – výkonový rad)
- Výstupný výkon: 6 – 8 – 10 – 12 – 15 kVA
- Výstupný prúd: podľa výkonu, max. 14 A
- Regulácia napätia: 183 až 240 V
- Indikácia: Normálny výkon, redukovaný výkon 1 a 2
- Premostenie: Manuálnym ovládačom by-pass



Obrázok č. 40 - Vystupujúce vetvy sekundárnej siete VO z radovej svorkovnice



Obrázok č. 41 - Riadiaci systém SIMATIC



Obrázok č. 42 - Regulátor osvetlenia IREM Stabilux

2.2.7 Zhrnutie

Nález:

- Základom osvetlenia sú vysokotlakové sodíkové výbojky, ktorých podiel v zdrojovej štruktúre je až 90 %.
- V období 1996 – 2016 došlo k nárastu počtu svetelných miest približne o 13 %.

- Majoritným typom uličného svietidla (84 % zo všetkých uličných svietidiel) je typový rad SR s fazetovou optikou, polykarbonátovým priehľadným krytom, horným krytom z odolného plastu, s vysokým stupňom krytia, s beznástrojovou údržbou, s klasickým predradníkom.
- Majoritným typom parkového svietidla (77 % všetkých parkových svietidiel) je svietidlo s guľovým difúzorom Kugel. Svietidlo má symetrické rozloženie svetelného toku. Vyznačuje sa nižším stupňom krytia. V menšom počte sú inštalované dizajnové atraktívne svietidlá Pilz a Auris s horným tienidlom a spodným difúzorom.
- Pôvodné osvetľovacie stožiare sú oceľové, s antikoróznym náterom. Stožiare inštalované po roku 1996 sú tenkostenné, v žiari pozinkované na ochranu proti korózii. Výložníky na osvetľovacích stožiaroch sú príslušenstvom týchto stožiarov, sú z rovnakých materiálov.
- Výložníky na distribučných stožiaroch sú oceľové, bez povrchovej úpravy alebo ošetrené náterom.
- Podzemné vedenia najstaršieho vyhotovenia sú typu AYAY, novšie káble (do roku 1996) sú typu AYKY s hliníkovým jadrom. Rekonštruované úseky podzemných vedení VO sú vyhotovené káblami typu CYKY s medeným jadrom.
- Vonkajšie rozvody holými vodičmi AlFe sú umiestnené na distribučných stožiaroch. Modernizované úseky vonkajších vedení sú vyhotovené izolovanými závesnými vodičmi Retilens. Vonkajšie rozvody predstavujú iba 11 % všetkých rozvodov verejného osvetlenia.
- Rozvádzače RVO sú rekonštruované, vyhotovené z plastov a vybavené modernými prístrojmi. 93 % rozvádzačov súčasne slúži ako odberné miesta, zvyšok tvoria podružné a iné rozvádzače. Niektoré rozvádzače majú inštalovaný aj riadiaci systém pre doplnkové funkcie. Asi v 19 % rozvádzačov je inštalovaný regulátor osvetlenia (v samostatnej skrinke vedľa RVO).

Hodnotenie:

- Použitý typový rad sodíkových výbojok SUPER 4Y má zvýšený svetelný tok a predĺžené intervaly výmeny. Tieto výbojky patria vo svojom segmente k najúčinnnejším svetelným zdrojom.
- Použité svietidlá – najmä typový rad SR, sú na vysokej technologickej úrovni, čo sa týka energetickej efektívnosti, technických aj úžitkových vlastností. Svietidlá patria k špičkovým produktom na trhu (v segmente svietidiel pre sodíkové výbojky). Typový rad svietidiel inštalovaných pred 20 rokmi sa bez väčších konštrukčných zmien ešte stále vyrába a predstavuje racionálne riešenie osvetlenia.
- Vysokú mieru technologickej úrovne vykazujú aj nové typy svietidiel na báze LED, ktoré majú vysokú energetickú efektívnosť (vyjadrenú merným výkonom), ale aj vynikajúce životnostné parametre. Životnosť 100 000 h deklarujú rôzni výrobcovia LED svietidiel, avšak použitý typový rad dosahuje túto životnosť pri veľmi nízkom poklese svetelného toku a pri nízkej miere predčasných zlyhaní.
- Horšie technické a úžitkové vlastnosti majú svietidlá Trilux inštalované na distribučných stožiaroch, predovšetkým z hľadiska použitých materiálov a konštrukčného vyhotovenia.
- Z dnešného pohľadu nedostatočnú technologicкую úroveň vykazujú aj parkové svietidlá Kugel. Majú nevhodné rozloženie svetelného toku a nižší stupeň krytia. Niektoré zo svietidiel je ešte vybavených neefektívnymi ortuťovými výbojkami.
- Nové žiarovo pozinkované stožiare a výložníky sú v zhode so súčasnými technologickými štandardami a sú bežným riešením pre sústavy verejného osvetlenia. Viac ako polovica osvetľovacích stožiarov je ale ešte pôvodných oceľových, s antikoróznym náterom, bez pozinkovania. Časť týchto starších stožiarov dokonca nemá asfaltovú ochranu vnútorných stien. Tieto pôvodné stožiare nevyhovujú súčasným požiadavkám na technologickú úroveň.
- Oceľové výložníky na distribučných stožiaroch nemajú patričnú ochranu proti korózii, z dnešného pohľadu, keď sa používajú pozinkované výložníky, sú technologicky prekonané.
- Podzemné vedenia v rekonštruovaných trasách sú vyhotovené kvalitnejším medeným káblom. Použitý typ kábla má vyššiu pridanú hodnotu v porovnaní s hliníkovými káblami.

- Vonkajšie rozvody holými vodičmi sú prevádzkovateľné, vyššiu pridanú hodnotu ale majú závesné izolované vodiče, ktoré sú použité len v časti vonkajších rozvodov.
- Rozvádzače vyhotovené z odolných plastov a s modernou elektrovýzbrojou sú na zodpovedajúcej technologickej úrovni. Rozvádzače s radiacím systémom a/alebo regulátorom osvetlenia predstavujú pridanú hodnotu technologickej úrovne bežnej v praxi.

Odporúčania

- Ortuťové výbojky sú predmetom zákazu, nevyhovujú požiadavkám na ekodizajn. Po vypredaní skladových zásob nebudú k dispozícii ani na výmenu v rámci údržby, treba preto uvažovať s výmenou svietidiel s ortuťovými výbojkami. Žiadne retrofitné riešenia sa nedajú odporúčať a nevyhnutné technické zásahy do svietidiel spojené s ich použitím by boli nelegálne.
- Svietidlá Trilux a parkové svietidlá s guľovým difúzorom Kugel sa odporúča vymeniť za efektívnejšie a spoľahlivejšie typy. Pri výmene svietidiel sa odporúča orientovať na LED svietidlá s možnosťou regulácie prostredníctvom všeobecne akceptovaného rozhrania.
- Pôvodné oceľové stožiare bez pozinkovania je potrebné vymeniť v plnom rozsahu.
- Výložníky na distribučných stožiaroch je potrebné vymeniť za pozinkované výložníky v plnom rozsahu.
- Podzemné káble starých typov AYAY je potrebné nahradiť novými káblami.
- Holé vedenia AIFe lanami sa odporúča nahradiť izolovanými závesnými vodičmi alebo káblami.

2.3 Kvantitatívne a kvalitatívne parametre osvetlenia

2.3.1 Zatriedenie miestnych komunikácií do tried osvetlenia

Zatriedenie miestnych komunikácií bolo vykonané v rámci projektu modernizácie osvetlenia. Keďže európske normy radu EN 13201 boli vydané až v roku 2004, v čase spracovania projektu modernizácie osvetlenia bolo zatriedenie vykonané v súlade s normami STN 36 0400 (dnes už neplatná) a STN 73 6110.

Rýchlostné miestne komunikácie (A1, A2, A3) – spravidla s neobostavanými úsekmi v prímestskom alebo mestskom priestore, majú plniť spájaciu funkciu pre rýchlu vnútornú a vonkajšiu dopravu prevedením všetkých druhov motoristickej dopravy. Navrhujú sa aj ako okruh s obmedzeným prístupom s mimoúrovňovými križovatkami s napojením na diaľnicu alebo rýchlostnú cestu.

Zberné miestne komunikácie (B1, B2, B3) – s obostavanými úsekmi v mestskom priestore – majú plniť spájaciu a dopravnú funkciu prevedením na vonkajšiu cestnú sieť alebo na rýchlostné miestne komunikácie. Môžu slúžiť ako prieťahy ciest všetkých tried a ako hlavné trasy mestskej hromadnej dopravy (B1 ako prieťah ciest I. triedy a B2, B3 ako prieťah ciest II. a III. triedy).

Obslužné miestne komunikácie (C1, C2, C3) – s obostavanými úsekmi – majú plniť obslužnú funkciu priamou obsluhou prilehlého územia. Navrhujú sa tak, aby sa netvorili zbytočné prejazdy obytnými súbormi a miestami vyžadujúcimi upokojenie dopravy. Spájacia funkcia sa pripúšťa iba výnimočne.

Nemotoristické miestne komunikácie (D1, D2, D3) sú komunikácie s vylúčeným alebo obmedzeným prístupom motorovej dopravy. Ich funkciou je umožniť pohyb chodcov a cyklistov; spájacia funkcia je nežiaduca. Sú to komunikácie určené najmä cyklistom a chodcom (pešie zóny, obytné zóny, cyklistické cestičky, cestičky pre chodcov a pod.).

Tabuľka č. 46 - Fotometrické požiadavky na osvetlenie miestnych komunikácií podľa STN 36 0400

Stupeň osvetlenia	Funkčná trieda	L_{pk} (cd.m ²)	E_{pk} (lx)	U_0 (-)	U_1 (-)
I	A2 smerovo nerozdelená B1 C1	1,6	-	1:2,5	1:1,4
II	A1 A2 smerovo rozdelená	0,8	-	1:2,5	1:1,4
III	B2 smerovo rozdelená C2 smerovo nerozdelená	0,4	-	1:2,5	1:2
IV	C2 smerovo rozdelená	-	4	1:5	-
V	D1 D2 cyklistická	-	2	1:10	-
VI	D3	-	0,1	-	-

Funkčné triedy sú podrobnejšie rozpísané v Tabuľke č. 47. Norma STN 36 0400 nadväzovala priamo na dopravnú klasifikáciu funkčných tried a definovala 6 stupňov osvetlenia, pričom horné tri triedy sú jasové (návrhové kritérium je jas) a spodné tri triedy sú osvetlenostné (návrhové kritérium je intenzita osvetlenia). Fotometrické požiadavky pre tieto triedy sú uvedené v Tabuľke č. 46.

Tabuľka č. 47 - Charakteristika funkčných tried miestnych komunikácií podľa STN 73 6110

Funkčná trieda	Použitie v sídle	Poloha trieda	Požiadavky
A1	rýchlostné komunikácie v sídlach nad na hranici vyšších 100-tisíc obyvateľov; výnimočne prieťah diaľnic a rýchlostných ciest v sídlach nad 80 tisíc obyvateľov	urbanistických útvarov	vylúčený priamy styk s okolitým územím
A2	rýchlostné komunikácie v sídlach nad na hranici vyšších 50-tisíc obyvateľov; výnimočne prieťah rýchlostných ciest v sídlach nad 20-tisíc obyvateľov	urbanistických útvarov	obmedzený priamy styk s okolitým územím, nutná ochrana okolitej zástavby pred účinkami automobilovej dopravy
A3	rýchlostné komunikácie v sídlach nad 20-tisíc do 50-tisíc obyvateľov	medzi obytnými útvarmi	povolený styk s okolitým územím
B1	zberné komunikácie v sídlach nad 30-tisíc obyvateľov; prieťah ciest I. triedy, príp. II. triedy	na hranici nižších urbanistických útvarov, distribučný okruh časti sídla	prevažne dopravný význam; obmedzená priama obsluha
B2	zberné komunikácie v sídlach nad 20-tisíc obyvateľov; prieťahy ciest II. a III. triedy	medzi nižšími obytnými útvarmi, kostra zmiešaných zón sídla s väzbou na extravilán	dopravný význam s čiastočnou priamou obsluhou, výnimočne s upokojujúcimi prvkami pre IAD

B3	zberné komunikácie v sídlach pod 20-tisíc obyvateľov;	medzi nižšími obytnými útvarmi	priama obsluha neobmedzená
C1	prieťahy ciest III. triedy mestské triedy spoločenského významu v existujúcej zástavbe	obslužné obchodné osi mestských útvarov	vylúčená tranzitná doprava, možnosť
C2	obslužné komunikácie dopĺňajúce medzi nižšími komunikácií; obytnými útvarmi všetkých objektov, aj vnútri priemyselných zón, možnosť parkovania	alebo vnútri obytných útvarov	možné použitie upokojujúcich prvkov a parkovania
C3	obslužné komunikácie sprístupňujúce objekty a územia	vnútri obytných útvarov	
D1	pešie zóny a obytné ulice obchodných centrál dovolená za útvarov podmienok; s vylúčením obytné zóny	v historických obchodných centrál sídelných stanovených útvarov podmienok; s vylúčením v existujúcich a nových obytných súboroch; obytné ulice v existujúcich obytných súboroch zástavby	obslužná doprava a stanovených motorovej dopravy priama obsluha všetkých objektov za stanovených podmienok premávky nízkopodlažnej
D2	cyklistické komunikácie (cestičky pre cyklistov)	neobmedzená	vylúčenie alebo oddelenie motorovej
D3	komunikácie pre chodcov (priechody, cestičky, koridory, rampy)	neobmedzená	dopravy

Norma STN 36 0400 nie je kompatibilná s normou STN EN 13201-2 platnou od roku 2004, dajú sa však približne priradiť jednotlivé stupne osvetlenia – viď Tabuľka č. 48. Európska norma má členenie oveľa podrobnejšie a pozná aj triedu osvetlenia C pre konfliktné oblasti (k nim patrí aj intenzívne stretávanie rôznych účastníkov premávky), pre ktoré je návrhový kritériom intenzita osvetlenia.

Tabuľka č. 48 - Porovnanie tried osvetlenia podľa rôznych noriem pre verejné osvetlenie

STN EN 13201-2						STN 36 0400					
Trieda	L_{av}	U_0	U_l	E_{av}	E_{min}	Trieda	L_{pk}	U_0	U_l	E_{pk}	E_{min}
	cd.m ⁻²	-	-	lx	lx		cd.m ⁻²	-	-	lx	lx
M1	2,00	0,40	0,70								
M2	1,50	0,40	0,70			I	1,6	0,40	0,71		
M3	1,00	0,40	0,60								
M4	0,75	0,40	0,60			II	0,8	0,40	0,71		
M5	0,50	0,35	0,40			III	0,4	0,40	0,50		

M6	0,30	0,35				
P1			15,0	3,00		
P2			10,0	2,00		
P3			7,50	1,50		
P4			5,00	1,00	IV	4 0,8
P5			3,00	0,60		
P6			2,00	0,40	V	2 0,2
P7			-	-	VI	0,1 -

Odporúčanie

Zatriedenie miestnych komunikácií je veľmi dôležitým východiskovým podkladom pre návrh osvetľovacej sústavy. Netýka sa len prevádzky existujúcich osvetľovacích sústav, ale najmä výstavby nových úsekov, rozširovanie existujúcich úsekov aj modernizáciu existujúcich osvetľovacích sústav. Preto sa dôrazne odporúča vypracovať dokument „Triedy osvetlenia miestnych komunikácií v správe hlavného mesta SR Bratislava“ pre všetky miestne komunikácie.

Triedy osvetlenia majú byť stanovené komisionálne. Vedúcim komisie by mal byť svetelný technik s dostatočnými skúsenosťami v oblasti verejného osvetlenia a so skúsenosťami s určovaním tried osvetlenia pre miestne komunikácie. Ďalšími členmi komisie by mali byť dopravný inžinier, správca príslušnej komunikácie, mestská alebo štátna polícia, zástupca vlastníka verejného osvetlenia príp. ďalšie zainteresované strany. Na stanovenie triedy osvetlenia pre pozemné komunikácie sa môže použiť technická správa TNI CEN/TR 13201-1 s ohľadom na požiadavky uvedené v norme STN EN 13201-2, je vhodné tento postup dodržať a v individuálnych prípadoch sa dajú zohľadniť aj okolnosti hodné osobitného zreteľa. Pri stanovení triedy osvetlenia sa posudzuje dopravná situácia, vizuálne podmienky (podmienky zrakovej činnosti) a v niektorých prípadoch aj kriminalita. Zo zaradenia komunikácií do tried osvetlenia má byť vypracovaný protokol s podpisom všetkých zúčastnených členov komisie.

Súčasne so zaradením komunikácií do tried osvetlenia je vhodné vykonať aj stanovenie vonkajších vplyvov podľa STN 33 2000-5-51 (komisionálne, protokolárne) a stanovenie stupňa znečistenia podľa smernice CIE 154:2003. V oboch prípadoch by členom komisie mal byť skúsený elektroinžinier (projektant elektro alebo revízný elektrotechnik).

2.3.2 Overenie parametrov osvetlenia meraním na vybraných úsekoch

Identifikácia merania

1. Miesto merania: vybrané miestne komunikácie v intraviláne mesta Bratislava
2. Predmet merania: fotometrické parametre verejného osvetlenia (jas povrchu vozovky, osvetlenosť na povrchu vozovky a súbežných chodníkov, rovnomernosť osvetlenia)
3. Meranie uskutočnili: Mgr. Roman Dubnička, Ing. Lukáš Lipnický, Doc. Dionýz Gašparovský
4. Prítomné osoby pri meraní: pracovník prevádzkovateľa VO (zaistenie meraného úseku)
5. Teplota okolia počas merania: od 13 °C do 25 °C

Charakteristiky meraného priestoru

1. Pričné profily meraných úsekov sú uvedené v tabuľke Prílohy A. Pri smerovo rozdelených komunikáciách boli predmetom merania jazdné pruhy len pre jeden smer. V pozdĺžnom smere je

- meraný úsek vymedzený referenčným úsekom v rozsahu čísel svetelných miest uvedených v tabuľke Prílohy A.
2. Geometria osvetľovacej sústavy (druh usporiadania, závesná výška, rozstup, dĺžka a uhol vyloženia) je uvedená v tabuľke Prílohy A. Geometria je usporiadaná.
 3. Typová špecifikácia svetidiel a svetelných zdrojov je uvedená v tabuľke Prílohy A. Svetelné zdroje sa uvažujú na konci cyklu údržby. Svetidlá sú čisté.
 4. Napätie v sieti počas merania je uvedené na protokoloch. Zistené napätie je v rozsahu dovolených odchýlok +/- 10 %.

Postup merania:

Meranie jasu bolo vykonané v súlade s normou STN EN 13201-4:2005 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetelnotechnických vlastností“. Meranie intenzity osvetlenia chodníkov bolo vykonané zjednodušene v osi chodníkov v kľúčových bodoch.

Pri meraní bol stanovený nasledovný postup:

1. Určenie referenčného úseku na miestnej komunikácii
2. Zmeranie teploty a napájacieho napätia
3. Zmeranie geometrických rozmerov priečného profilu komunikácie
4. Zmeranie geometrie osvetľovacej sústavy
5. Určenie meracej siete meraného poľa
6. Zmeranie jasovej mapy referenčného úseku pre všetky potrebné polohy pozorovateľov
7. Zmeranie intenzity osvetlenia na vozovke a vo vybraných bodoch v osi súbežných chodníkov
8. Spracovanie výsledkov a vyhodnotenie nameraných údajov

Poloha fotometrického snímača pri meraní jasu bola určená v súlade s STN EN 13201-4, t.j. v strede každého jazdného pruhu, 60 m pred meraným poľom, vo výške 1,5 m nad povrchom vozovky. Snímač sa v predpísanej polohe nastavil a udržiaval pomocou statívu s libelou.

Poloha fotometrického snímača pri meraní horizontálnej intenzity osvetlenia bola vo výške do 0,2 m nad povrchom komunikácie.

Použité meracie prístroje a zariadenia

Meraný parameter	Výrobca prístroja	Typ, model	Výrobné číslo	Dátum kalibrácie	Platnosť kalibrácie
Osvetlenosť	Sonel S.A.	LXP-10B	BY0457/BM0436	23.12.2015	23.12.2017
Jas vozovky	CANON	EOS 350 D	1030669859	30.05.2014	30.05.2018
Napätie	Elma	BM 257 s	152250940	31.05.2014	31.05.2018
Dĺžka	UNI-T	UT 391	813020341	15.12.2015	15.12.2017

Udržiavací činiteľ osvetľovacej sústavy:

Udržiavací činiteľ osvetľovacej sústavy sa uplatňuje plošne hodnotou 0,80. Keďže svetelné zdroje sa uvažujú na konci cyklu údržby, namerané údaje sa upravujú činiteľom 1,00

Neistota merania:

Rozšírená neistota merania intenzity osvetlenia s koeficientom rozšírenia $k = 2$ za predpokladu normálneho rozdelenia je $U_L = 8,0 \%$ pre meranie jasu a $U_E = 9,3 \%$ pre meranie intenzity osvetlenia. Rozšírená neistota merania farebného podania R_a bola ocenená hodnotou $U_{Ra} = 2$ s koeficientom rozšírenia $k = 2$ za predpokladu normálneho rozdelenia a rozšírená neistota merania náhradnej teploty chromatickosti bola ocenená hodnotou s koeficientom rozšírenia $k = 2$ za predpokladu normálneho

rozdelenia $U_T = 130$ K. Neistoty merania boli stanovená v súlade s dokumentami EA-04/02 a MSA-L/11.

Vyhodnotenie nameraných údajov

Namerané údaje boli vyhodnotené duálne – podľa starej (dnes neplatnej) normy STN 36 0400 a tiež podľa aktuálne platnej normy STN EN 13201-2. Osvetlenie na meraných úsekoch komunikácií bolo navrhované ešte podľa normy STN 36 0400, dôležité je ale aj posúdenie toho, ako osvetlenie vyhovuje súčasným normám. Keďže trieda osvetlenia pre merané úseky komunikácií nie je stanovená, vo vyhodnotení sa neuvádza splnenie či nesplnenie normy, ale akej triede osvetlenia namerané údaje vyhovujú.

Úroveň osvetlenia je vo väčšine prípadov meraných komunikácií veľmi vysoká, nezriedka vyhovujú aj najnáročnejším triedam osvetlenia M1 (určené predovšetkým pre rýchlostné komunikácie) a M2. Vyššie triedy osvetlenia nie sú len na mestských radiálach, ale aj v intenzívnejšie využívaných komunikáciách v centre alebo na zberných komunikáciách v mestských častiach. Dôvodom vyššej úrovne osvetlenia je skutočnosť, že osvetlenie bolo navrhované ešte podľa staršej normy, ktorá poznala len tri jasové triedy osvetlenia. Súčasná klasifikácia je jemnejšia (viď Tabuľka č. 48), čo umožňuje lepšie prispôsobiť parametre osvetlenia. Čo sa týka mestských radiál, relatívne nižšia úroveň osvetlenia bola zistená len na Panónskej ceste. Počas spracovania auditu nebolo zistené, či bol meraný úsek v regulovanej prevádzke. V takom prípade by plná prevádzka zodpovedala triede osvetlenia M3, čo by bolo (na základe odborného odhadu) pre danú komunikáciu vyhovujúce. V opačnom prípade treba nižšiu úroveň osvetlenia pripísať existujúcej geometrii osvetľovacej sústavy s pôvodnými stožiarmi. Ich výška je až 14 m, svetelný tok sa rozptyľuje na väčšiu oblasť ako cieľovú vozovku. Na osvetlenie sú pritom použité svietidlá s vyšším príkonom 150 W. Optimálne osvetlenie tejto komunikácie by vyžadovalo výmenu stožiarov.

Do predmetu merania osvetlenia boli zaradené aj miestne komunikácie, ktoré boli pri vizuálnej prehliadke identifikované ako problematické, subjektívne hodnotené ako s nedostatočným osvetlením. **Treba však uviesť, že ide o veľmi zriedkavé prípady v rámci Bratislavy.** K týmto komunikáciám patrí Černockého ul. s parkovými svietidlami s bielym guľovým difúzorom, Telocvičná a Priehradná ul. s distribučnými (betónovými) stožiarmi a svietidlami inštalovanými len na každom druhom stožiar, Gruzínska a Telocvičná so svietidlami Trilux s nevhodnou optikou. Z výsledkov je zrejmé, že parametre osvetlenia na týchto komunikáciách sú veľmi nízke a spĺňajú len požiadavky na triedy osvetlenia P.

2.3.3 Zhrnutie

Nález:

- Miestne komunikácie sú zaradené do tried osvetlenia ešte podľa staršej normy STN 36 0400.
- Meraním parametrov osvetlenia boli zistené vysoké hodnoty priemerného jasu, ktoré sú adekvátne vysokým intenzitám premávky na dopravných tepnách. Dôvodom sú ale aj chýbajúce medzistupne v starších triedach osvetlenia v porovnaní s novými triedami.
- Pravidelne usporiadaná geometria osvetľovacej sústavy s vhodnými závesnými výškami a rozstupmi stožiarov je dôvodom vysokej celkovej aj pozdĺžnej rovnomernosti osvetlenia na dopravných tepnách a hlavných uliciach.
- Na miestnych komunikáciách pre motorizovanú premávku s parkovými svietidlami, na komunikáciách s betónovými stožiarmi vo väčšej vzdialenosti od okraja komunikácie, na komunikáciách osvetlených svietidlami Trilux a v podobných prípadoch, ktoré sú však iba výnimočné, parametre osvetlenia nedosahujú potrebnú úroveň.
- Na komunikáciách s podobným profilom, osvetľovacou sústavou aj typom svietidla boli meraním zistené väčšie rozdiely v jase povrchu komunikácie. Príčinou môžu byť rôzne odrazné charakteristiky povrchov.

Hodnotenie:

- Kvalita osvetlenia na prevažnej väčšine miestnych komunikácií je vysoká, vysokú úroveň osvetlenia podčiarkuje vysoká celková a pozdĺžna rovnomernosť osvetlenia a dostatočné osvetlenie súbežných chodníkov.

Odporúčania:

- Vypracovať komplexný dokument „Triedy osvetlenia miestnych komunikácií v správe hlavného mesta SR Bratislava“ pre všetky miestne komunikácie. Triedy osvetlenia stanoviť komisionálne a súčasne vypracovať hodnotenie vonkajších vplyvov a hodnotenie miery znečistenia prostredia.

2.4 Elektrické parametre a charakteristiky

2.4.1 Súlad technických a prevádzkových parametrov

Hlavné istenie rozvádzačov je poistkovými odpínačmi (Obrázok č. 43). V meraných rozvádzačoch RVO boli prúdové hodnoty istiacich prístrojov 50 A, 63 A, 80 A a 100 A. Podľa vyjadrenia prevádzkovateľa verejného osvetlenia je medzi distribučnou spoločnosťou (ZSD) a prevádzkovateľom verejného osvetlenia uzavretá osobitná zmluva, podľa ktorej nie je fakturovaný rezervovaný výkon na základe prúdovej hodnoty hlavného istenia.

Hlavné istenie niektorých vetiev je predimenzované z dôvodu dynamického prevádzkovania sústavy. Sústava je budovaná ako mrežová a prevádzkovaná ako lúčová. V prípade potrieb sa mení zapojenie a tým aj napájací rozvádzač svetelných miest. Predimenzované hlavné istenie zohľadňuje sezónne požiadavky na verejné osvetlenie (vianočné osvetlenie, osvetlenie počas podujatí a pod.)



Obrázok č. 43 - Poistkový odpínač

Istenie vetiev je poistkami (poistkový blok) podľa aktuálneho zaťaženia vetiev. V rozvádzačoch je upozornenie: „Pri doplnení poistiek v bloku JY1 musí byť zmenený prierez napájacích silových vodičov a poistky v odpojovači 1Q1 podľa skutočného I_n “



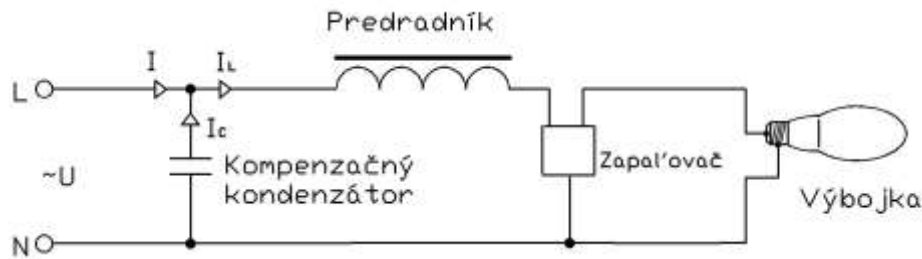
Obrázok č. 44 - Poistkový blok istenia vetiev

2.4.2 Spôsob kompenzácie účinníka

Účinník je kompenzovaný priamo vo svetidlách. Na vstupných svorkách svetidla je pripojený kompenzačný kondenzátor. Centrálna kompenzácia účinníka nie je riešená. V prílohe B.1 Elektrické

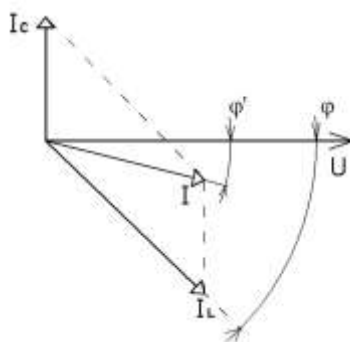
parametre merané v rozvádzačoch sú priebehy nameraných účinníkov (skutočný účinník) vo vybraných rozvádzačoch. Hodnoty sa po ustálení pohybujú v rozmedzí 0,45 až 0,96).

Väčšina svietidiel má v súčasnosti štandardné zapojenie znázornené na Obrázku č. 45. Pri tomto zapojení je použitý klasický predradník a výbojka. Predradníkom je tlmička, ktorá spotrebúva jalový výkon. Tok jalového výkonu v sieti zvyšuje straty.



Obrázok č. 45 - Vnútorne zapojenie svietidla s výbojkou a klasickým predradníkom

Svietidlá z tohto dôvodu obsahujú kompenzačný kondenzátor, ktorý jalový výkon znižuje. Spôsob kompenzácie je znázornený na Obrázku č. 46. Kompenzačné kondenzátory však časom degradujú, preto sa jalová energia prenáša každou reálnou sieťou.



Obrázok č. 46 - Fázorový diagram pri zapojení svietidla s kompenzačným kondenzátorom

V súvislosti s inštalovaním inteligentných meradiel distribučnou spoločnosťou (ZSD) sa dá predpokladať zavedenie fakturácie jalovej energie. Preto existuje motivácia doplniť individuálnu kompenzáciu vo svietidlách skupinovou kompenzáciou v rozvádzačoch RVO. Podľa vyjadrenia prevádzkovateľa verejného osvetlenia nie sú v rozvádzačoch inštalované kompenzačné kondenzátory, ale v súvislosti so spoplatňovaním jalovej energie sa o tom uvažuje.

2.4.3 Kontrolné meranie parametrov kvality elektrickej energie vo vybraných vetvách

V rámci kontrolného merania boli zmerané parametre 20 vytypovaných rozvádzačov. Boli vyhodnocované priebehy počas nábehu svietidiel. Merané parametre:

- Napätie

- Prúd
- Činný výkon • Jalový výkon
- Skutočný účinník
- THD pre prúd

Spotreba rozvádzačov bola meraná pomocou inteligentných elektromerov s diaľkovým odpočtom. Inteligentné elektromery boli 3 typov.

Predpokladá sa spoplatnenie jalovej energie. Vybrané parametre môžu byť sprístupnené odberateľovi

Kvalita napájacieho napätia

Kvalita napájacieho napätia je definovaná v norme STN EN 5016 „Charakteristiky napätia elektrickej energie dodávanej z verejnej elektrickej siete“. Norma definuje charakteristiky napájacieho napätia týkajúce sa:

- frekvencie
- veľkosti
- tvaru priebehu vlny
- symetrie sieťových napätí

Pre komplexnú analýzu kvality napájacieho napätia by bolo nevyhnutné vykonať minimálne týždenné meranie pre každý rozvádzač. Keďže to z časových dôvodov nebolo možné, predmetom posudzovania bola len podmienka:

Všetky desaťminútové stredné efektívne hodnoty napájacieho napätia

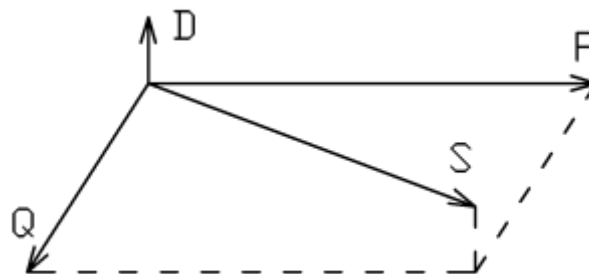
musia byť v rozsahu $U_n +10 \% / - 15 \%$. Ďalším predpokladom analýzy merania je fakt, že frekvencia je globálny parameter. Ak by teda nebola splnená podmienka $50 \text{ Hz} +4 \% / - 6 \%$, hodnoty frekvencie by boli prekročené v celej elektrizačnej sieti.

Z nameraných priebehov napätia vyplýva, že počas merania bola prekročená hodnota napätia o viac ako $+10 \%$ (hraničná podmienka normy STN EN 50 160) v rozvádzačoch RVO-0012 (254,7 V) a RVO0158 (255,1 V). Hodnoty napätia boli prekročené v čase nezapnutého osvetlenia. Po zapnutí osvetlenia napätie kleslo a pohybovalo sa v dovolených medziach. Napätie zvýšené nad dovolenú hranicu môže spôsobovať nestabilnú prevádzku riadiacich systémov a zvýšené namáhanie izolácie.

Podpätie nebolo detekované v žiadnom z meraných rozvádzačov. Najmenšie namerané napätie 220,1 V bolo pri zapnutí rozvádzača RVO-0237.

Jalový výkon

Jalový výkon sa dá vyjadriť pomocou účinníka (sínusový priebeh) resp. skutočného účinníka (pre deformovaný priebeh).



Obrázok č. 47 - Vektorový diagram výkonov

Skutočný účinník sa určí výpočtom z jednotlivých zložiek výkonu (Obrázok č. 47):

$$P = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \quad (4.1) \text{ kde}$$

P činný výkon (W)

Q jalový výkon (VAr)

D deformačný výkon (VA)

V analyzovaných rozvádzačoch sa skutočný účinník pohyboval v rozmedzí 0,45 až 0,96. Tieto hodnoty boli zistené po ustálení parametrov. Počas nábehu osvetľovacej sústavy je jalový výkon výrazne väčší, ale ide o časový interval najviac 10 minút.

Pripojená dopravná signalizácia nezhoršuje skutočný účinník. Tento odber má činný charakter.

Nesymetria zaťaženia

Z nameraných priebehov je vidieť, že záťaž je pomerne symetricky rozložená. Ideálne rozloženie záťaže nie je vždy možné dosiahnuť. Výrazná fázová nesymetria pri káblových rozvodoch však signalizuje neefektívnu prevádzku a prípadne preťažovanie rozvodov.

Najvýraznejšia nesymetria vzhľadom na veľkosť odberu je v rozvádzači RVO-0319, kde bolo zaťaženie $I_{L1} = 15 \text{ A}$, $I_{L2} = 22 \text{ A}$ a $I_{L3} = 28 \text{ A}$.

Zdrojom nesymetrie zaťaženia je aj dopravná signalizácia napájaná jednofázovo. Tento prípad bol zaznamenaný v RVO -0002.

Deformácia prúdu

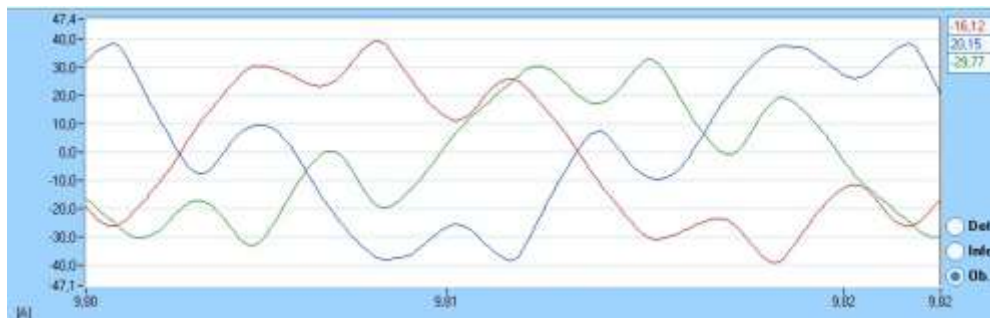
Deformácia prúdu sa kvantifikuje pomocou parametra THDi, ktorý vyjadruje zastúpenie vyšších harmonických frekvencií v sieťach. THDi určuje efektívnu hodnotu vyšších harmonických vo vzťahu k základnej harmonickej.

Vysoké zastúpenie harmonických zložiek prúdu môže byť dôsledok deformovaného napájania, alebo výrazne nelineárnej voltampérovej charakteristiky svietidiel. Po ustálení pomerov sa hodnoty THDi pohybovali v rozmedzí 11 až 47 %.

Najvýraznejšia deformácia prúdu bola zaznamenaná v RVO-0012 (Obrázok č. 48). Táto deformácia je spôsobená deformovaným napájacím napätím, pretože už miera deformácia napájacieho napätia výrazne ovplyvňuje deformáciu prúdu.

Väčšina analyzovaných rozvádzačov mala deformáciu prúdu do 30%, čo je v prípade svietidiel s klasickými predradníkmi bežná hodnota. Medzi hlavné dôsledky deformovaných prúdov patrí zvýšené zahrievanie prvkov siete, deformácia napätia a v niektorých prípadoch preťažovanie nulového vodiča.





Obrázok č. 48 - Osciloskopický záznam napätia a prúdu v RVO-0012

Výpadky svietidiel

Počas merania elektrických parametrov sa vyskytovali skokové zmeny výkonu. Výrazne sa tento jav prejavuje na priebehu prúdu v RVO-0216 a čiastočne aj na priebehu prúdu v RVO-0291. Uvedené zmeny sú spôsobené poruchou svietidla alebo niekoľkých svietidiel, ktoré už počas nábehu nepracujú stabilne. Takéto poruchy sú v sieťach verejného osvetlenia bežné a poškodené svietidlo sa opravuje.

2.4.4 Zhrnutie

Nález:

- Hlavné istenie rozvádzačov je naddimenzované z dôvodu dynamického zapojenia siete. Distribučná spoločnosť pravdepodobne nefakturuje rezervovaný výkon podľa veľkosti hlavného istenia.
- V dvoch rozvádzačoch bolo zaznamenané napätie prekračujúce $+10\% U_n$ pri nábehu.

Hodnotenie:

- Prevádzka výbojkových svietidiel a klasickými predradníkmi spôsobuje tok jalovej energie v sieti, problémy spojené s týmto javom však v meraných sieťach nie sú významné.
- Namerané hodnoty deformácie prúdu sú vo väčšine rozvádzačov štandardné.

Odporúčania:

- V sieťach s častými poruchami svietidiel treba zvážiť komplexnú analýzu napätia. Ak sa zistia problémy s kvalitou napájania, treba žiadať distribučnú spoločnosť o nápravu.
- Ak sa bude fakturovať jalová energia, je nákladovo efektívne inštalovať v rozvádzačoch kompenzačné zariadenia.
- Po výmene svietidiel s klasickými predradníkmi za nové LED svietidlá (napr. v rámci budúcej modernizácie) sa môže objaviť problém s nábehovými prúdmi.

2.5 Energetická náročnosť osvetľovacej sústavy

2.5.1 Kontrolné meranie zaťaženia vybraných vetiev

Účel merania

Merania boli zamerané na kvantifikovanie:

- zmeny napätia prúdu počas stabilizácie po zapnutí osvetlenia

- času stabilizácie elektrických parametrov po zapnutí osvetlenia
- jalového výkonu a skutočného účinníka
- deformácie prúdu
- nesymetrie zaťaženia
- parametrov napájacieho napätia

Ďalšími výstupmi meraní sú:

- identifikácie napájaní inštalácií nesúvisiacich s prevádzkou verejného osvetlenia
- analýza prevádzky regulátorov napätia

Stručná metodika merania

Merania elektrických parametrov boli realizované analyzátorom kvality Elcom PNA 600. Prístroj meria napätia a prúdy v mieste pripojenia a z nameraných hodnôt počíta ďalšie požadované veličiny (výkony, deformácie, účinník a pod.). Namerané hodnoty dávajú tiež informáciu o vybraných ukazovateľoch kvality napájacieho napätia. Pretože merania zachytávajú len čas zapnutia, ustáľovania a čiastočne stabilnú prevádzku (meranie max. 15 minút), vyhodnocovali sa len parametre, ktoré musia byť splnené počas 100 % času.

Aby sa pri meraniach minimalizoval zásah do elektroinštalácie rozvádzača, merací prístroj sa zapájal v závislosti od technických možností. Väčšina meraní bola realizovaná s pripojeným prístrojom na vstupe rozvádzača. V týchto prípadoch je pred zapnutím osvetlenia meraná spotreba riadiaceho systému rozvádzača a meracieho prístroja.

Postup merania

Merania elektrických parametrov boli realizované len v napájacích rozvádzačoch. Pre merania bolo náhodne vytypovaných 20 rozvádzačov RVO. Všetky merania boli realizované v spolupráci s prevádzkovateľom verejného osvetlenia a v súlade s prevádzkovými predpismi na úseku verejného osvetlenia. Pre merania bol stanovený nasledovný postup:

1. Lokalizácia vytypovaného rozvádzača
2. Fotodokumentácia rozvádzača
3. Vypnutie hlavného prívodu rozvádzača
4. Identifikácia zapojenia
5. Pripojenie meracích sond (napäťových svoriek a prúdových klieští)
6. Zapnutie hlavného prívodu rozvádzača
7. Spustenie záznamu merania
8. Zapnutie osvetlenia napájaného z príslušného rozvádzača
9. Meranie hodnôt do okamihu stabilizácie parametrov
10. Zastavenie záznamu merania
11. Vypnutie hlavného prívodu rozvádzača
12. Odpojenie meracích sond
13. Zapnutie hlavného prívodu rozvádzača

Namerané údaje

V prílohe B sa nachádzajú namerané priebehy elektrických veličín. Merania zobrazujú priemerné hodnoty s krokom 200 ms. Dĺžka merania závisela od ustáľovania parametrov pri nábehu.

Vyhodnotenie nameraných údajov

Príkion v analyzovaných rozvádzačoch sa pohybuje od 0,7 do 8,5 kW na jednu fázu. Priemerná hodnota je 3,5 kW na fázu. Zlučovanie rozvádzačov by mohlo spôsobovať výpadky väčších celkov a neosvetlené rozsiahlejšie oblasti pri poruche rozvádzača. V prípade, ak nie je zo strany distribučnej spoločnosti fakturovaný rezervovaný výkon, neexistuje motivácia na znižovanie počtu rozvádzačov. V opačnom prípade je istenie výrazne nadhodnotené a môže tak dochádzať k zbytočne vysokým platbám za nevyužitý rezervovaný výkon.

2.5.2 Spotreba elektrickej energie na osvetlenie

Podľa údajov správcu sústavy verejného osvetlenia sú pre rok 2016 cenové podmienky (bez DPH) nasledovné:

- Cena za dodávku elektriny: 35,527 €/MWh
- Cena za distribúciu: 68,043 €/MWh
- SPOLU: 103,570 €/MWh
- Poplatok za elektromer 47,23 €/ks

Platby za verejné osvetlenie sú dané paušálne na svetelné miesta.

Na základe verejne dostupných informácií (cenník ZSD, rozhodnutia URSO) je možné predpokladať nasledujúcu štruktúru variabilnej časti regulovanej zložky ceny elektriny:

	Cena [€/MWh]	
	2015	2016
<u>Tarifa za prevádzku systému</u>	<u>21.82</u>	<u>21.99</u>
<u>Tarifa za systémové služby</u>	<u>7.7</u>	<u>7.05</u>
<u>Poplatok za prenos distribúciu elektriny</u>	<u>25.623</u>	<u>26.048</u>
<u>Poplatok za straty</u>	<u>8.278</u>	<u>7.833</u>
<u>Odvod do jadrového fondu</u>	<u>3.2</u>	<u>3.2</u>
<u>Spotrebná daň za elektrinu</u>	<u>1.32</u>	<u>1.32</u>
Spolu	67.941	67.441

Fakturovaná cena vrátane neregulovanej zložky bola:

	Cena [€/MWh]	
	2015	2016
<u>Cena za elektrinu</u>	<u>103.468</u>	<u>103.57</u>

Dodávateľom elektriny je Stredoslovenská energetika, a.s. (v období 2011 až 2016). Dodávka je veľkoodberateľská, prostredníctvom Dopravného podniku mesta Bratislavy.

Celková fakturovaná zložka za energiu (vrátane dodatočných svetelných bodov, bez poplatku za elektromer a spotreby iných zariadení) predstavuje v roku 2016 **195 524,13 €/mesiac**, alebo **2 346 289,56 €/rok**. Z čoho sa dá predpokladať, že fakturovaná spotreba predstavuje **22 654,14 MWh/rok**.

Podľa aktuálnej zdrojovej štruktúry poskytnutej prevádzkovateľom verejného osvetlenia^[B1] je celkový príkon svetelných zdrojov **4,26 MW**. So započítaním spotreby predradníkov s koeficientom 20 % je predpokladaný inštalovaný príkon sústavy verejného osvetlenia **5,11 MW**. Inštalovaný príkon nezahŕňa napr. straty vo vedeniach. Za predpokladu štandardného ročného času prevádzky verejného osvetlenia

4 000 h a bez uvažovania regulácie osvetlenia sa dá určiť predpokladaná ročná spotreba elektrickej energie na verejné osvetlenie **20 448 MWh**. S uvážením strát vo výške 10 % môže spotreba energie dosahovať okolo 22 500 MWh.

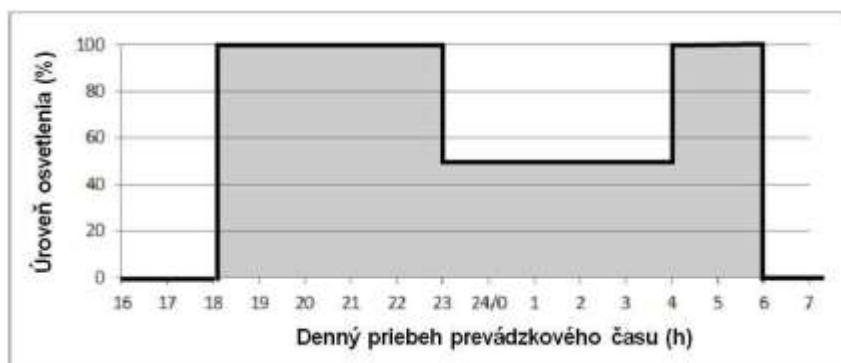
Súčasťou zložky za energiu faktúry za prevádzku verejného osvetlenia je „poplatok za elektromer“. Dá sa preto predpokladať že táto zložka predstavuje poplatok za rezervovanú kapacitu. Z ústneho rozhovoru so zástupcami SIEMENS vieme, že spoločnosť SIEMENS má so spoločnosťou ZSD nadštandardný vzťah vo forme fakturovania rezervovanej kapacity nie na základne predradných ističov (ktoré sú navyše neštandardne nahradené poistkami), ale na základe inštalovaného výkonu verejného osvetlenia. „Poplatok za elektromer“ v súčasnosti predstavuje 47,23€ mesačne, čo v prípade že sa jedná o poplatok za rezervovanú kapacitu pri súčasnom sadzobníku poplatkov ZSD (0,2202€/A mesiac, alebo 0,9574 €/kW/mesiac) predstavuje rezervovaný výkon 49,33 kW (alebo predradný trojfázový istič 71,5 A). Celkovo mesto platí spoločnosti SIEMENS tento poplatok za 755 elektromerov, čo by mohlo znamenať rezervovanú kapacitu **37,245 MW**.

2.5.3 Vplyv regulácie na zníženie spotreby energie

Regulácia verejného osvetlenia je inštalovaná približne v 18 % rozvádzačov RVO a zabezpečená napäťovými regulátormi IREM Stabilux s výkonovými radmi 6 kVA, 8 kVA, 10 kVA, 12 kVA a 15 kVA. Regulátory sú majetkom prevádzkovateľa verejného osvetlenia. Napätie sa reguluje v rozsahu 183 až 240 V. Napätie 183 V na základe skúseností stačí na udržanie oblúka aj pre 150 W sodíkové výbojky. Oproti menovitému napätiu 230 V je v regulovanom stave napätie a teda aj príkon znížený o 20,8 %.

Regulovaná prevádzka však neprebíha počas celého denného prevádzkového času, ale iba v čase zníženej intenzity premávky. Konkrétne časy regulovanej prevádzky neboli zistené, stanovené sú dohodou medzi prevádzkovateľom verejného osvetlenia a distribučnou spoločnosťou elektriny, ktorá na prechod do režimu zníženej prevádzky a opätovný návrat do režimu plnej prevádzky poskytuje riadiaci signál hromadného diaľkového ovládania HDO.

Dvojúrovňový riadiaci profil na Obrázku č. 49 pozostáva z dvoch časových intervalov v rámci denného priebehu, počas ktorých majú svietidlá rôzny príkon a poskytujú rôzne úrovne osvetlenia pre každý z týchto intervalov. Tento profil sa hodí pre väčšinu pozemných komunikácií, keď sa v nočných hodinách predpokladá nižšia hustota premávky.



Obrázok č. 49 - Dvojúrovňový regulovaný riadiaci profil

Pre dvojúrovňový profil aplikovaný v spojení s regulátorom IREM Stabilux sú použité tieto predpoklady:

- **plný profil:** 4 000 hodín pri plnom príkone P

- **dvojúrovňový profil:** 2 175 hodín pri plnom príkone P a 1 825 hodín pri zníženom príkone $0,8 \cdot P$ s úrovňou osvetlenia zníženou približne na 60 %

Ročný čas prevádzky v zníženom režime 1 825 hodín platí pre rozsah hodín medzi 23:00 a 04:00 pre každý deň počas roka.

Za stanovených podmienok sa dá vypočítať prevádzkový činiteľ osvetlenia c_{op} , ktorý vyjadruje prepočítanú úroveň príkonu a používa sa aj na výpočet ukazovateľa AECI pre režim zníženej prevádzky (kap. 2.5.4). Hodnota c_{op} je 91 %, čo znamená **úsporu energie iba 9 %**. Výpočet ukazovateľov energetickej hospodárnosti osvetlenia vybraných úsekov.

2.5.4 Výpočet ukazovateľov energetickej hospodárnosti osvetlenia vybraných úsekov

V súlade s novou európskou normou STN EN 13201-5^[A23] sa energetická hospodárnosť verejného osvetlenia vyjadruje prostredníctvom dvoch číselných ukazovateľov – ukazovateľom príkonovej hustoty PDI (*Power Density Indicator*) a ukazovateľom ročnej spotreby energie AECI (*Annual Energy Consumption Indicator*). Pri hodnotení energetickej hospodárnosti konkrétnej osvetľovacej sústavy sa PDI má vždy zobrazovať a používať spolu s ukazovateľom AECI a naopak.

Ukazovateľ príkonovej hustoty PDI pre plochu členenú na viaceré čiastkové plochy sa vypočíta pomocou tohto vzťahu:

$$D_P = \frac{P}{\sum_{i=1}^n E A_i} \quad (2.5.1)$$

kde

D_P je ukazovateľ príkonovej hustoty ($W \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$)

P je systémový príkon osvetľovacej sústavy určenej na osvetlenie príslušných plôch (W)

E_i je vypočítaná hodnota udržiavanej priemernej horizontálnej osvetlenosti (lx) A_i je veľkosť i -tej čiastkovej plochy osvetlenej danou osvetľovacou sústavou (m^2) n je počet čiastkových plôch

Ukazovateľ ročnej spotreby energie AECI sa vypočíta pomocou tohto vzťahu:

$$D_E = \frac{\sum_{j=1}^m P t_j}{A} \quad (2.5.2)$$

kde

D_E je ukazovateľ ročnej spotreby energie ($Wh \cdot m^{-2}$)

P_j je systémový príkon príslušný k j -temu prevádzkovému času (W)

t_j je trvanie j -teho ročného prevádzkového času pri príkone P_j (h)

A je veľkosť plochy osvetlenej danou osvetľovacou sústavou (m^2)
 m je počet prevádzkových časov s rôznym prevádzkovým
 príkonom P_j

Ukazovatele energetickej hospodárnosti verejného osvetlenia boli určené meraním a výpočtom pre vybrané vzorky miestnych komunikácií, ktoré boli podrobené aj meraniam fotometrických parametrov osvetlenia. Na výpočet hodnôt číselných ukazovateľov boli použité rovnaké referenčné úseky ako pri meraní osvetlenia.

Hodnota PDI bola vypočítaná podľa vzťahu (2.5.1) pre plný radiaci profil. V prípade smerovo rozdelených komunikácií bol výpočet vykonaný len pre jednu polovicu komunikácie. Ak je na komunikácii stredový električkový pás, šírka pásu a osvetlenosť tohto pásu boli aplikované len v polovičnej šírke. Pre plnú šírku by boli výsledky rovnaké, lebo priečny profil bol vo všetkých prípadoch symetrický. Do výpočtu PDI sú zahrnuté všetky plochy, ktoré vyžadujú osvetlenie: vozovka, chodníky, električkový pás. Nie sú zahrnuté zelené pásy, ktoré nie sú cieľom osvetlenia (v zmysle STN EN 13201-5).

Číselný ukazovateľ AECI bol určený výpočtom podľa vzťahu (2.5.2) pre plný radiaci profil. Regulované osvetlenie nebolo predmetom výpočtu, nakoľko neboli k dispozícii spoľahlivé údaje o použití regulátorov na predmetných referenčných úsekoch.

Vypočítané údaje PDI a AECI sú uvedené v Tabuľke č. 49. Tam, kde bolo možné určiť približný rozsah bežných hodnôt PDI z informatívnej prílohy normy STN EN 13201-5, t. j. pri podobných šírkach a usporiadaní (profile) komunikácie, predpokladanej triede osvetlenia (uvažovala sa trieda osvetlenia, ktorej vyhovuje osvetlenie danej komunikácie podľa výsledkov merania osvetlenia) a použitom druhu svetelného zdroja, sú tieto indikatívne hodnoty PDI_N uvedené v Tabuľke č. 49 na porovnanie s vypočítanými hodnotami PDI. Ako vyplýva z údajov v Tabuľke č. 49, zistené hodnoty PDI sú v súlade s indikatívnymi hodnotami alebo sú nižšie, t.j. energeticky hospodárnejšie. Podrobnejšia analýza zistených hodnôt je nad rámec tohto auditu osvetlenia.

Tabuľka č. 49 - Číselné ukazovatele energetickej hospodárnosti verejného osvetlenia

MK	Názov MK	Profil MK	Trieda osvetlenia	Svetelný zdroj	Šírka voz.(m)	PDI_N	PDI ($mW.lx^{-1}.m^{-2}$)	AECI ($kWh.m^{-2}$)
4	Bagárova	E	M3	S/T	6		32,656 42,314	0,624 1,486
5	Bajkalská	D	M4	S/T	7,7			
24	Bulharská	E	M3	S/T	7	24 – 33	16,467	0,962
29	Černockého	F	P7	Q	7,5	–	259,087	1,436
35	Drieňová	E	M2	S/T	8,8	–	18,526	1,003
37	Dunajská	E	M2	S/T	8	–	23,728	1,870
47	Gruzínska	C	P4	S/T	5,8	30 – 34 33 – 37	35,323	1,133
67	Jeséniova	C	M5	S/T	5		68,584	1,898
70	Karadžičova	F	M2	S/T	8	–	53,867	3,491
71	Karloveská	A	M1	S/T	7	34 – 41 28 – 32	43,060	3,916
110	Na Revíne	E	M5	S/T	7		20,287	0,878
111	Nábr. L. Svobodu	E	M1	S/T	8,5	–	17,825	1,746
122	Panónska cesta	A	M6	S/T	11	–	77,457	3,117

132 Brnianska	E	M4	S/T	11,5	–	21,278	2,830
135 Priehradná	B	P4	S/T	6	50 – 60	24,063	0,686
136 Prievozská	E	M2	S/T	10	–	12,421	2,032
138 Račianska	E	M1	S/T	7,4	–	11,458	1,355
139 Rádiová	E	M3	S/T	6	<u>24 – 33</u> 28 – 32	21,491	1,375
143 Remeselnícka	E	M5	S/T	6		28,461	0,875
147 Rožňavská	E	M2	S/T	7,5	–	27,671	2,238
158 Starohájska	F	M3	S/T	7,5	<u>27 – 33</u> 32	32,649	1,122
172 Talichova	D	M3	S/T	6,8		22,586	1,021
174 Telocvičná	C	P5	S/T	5,5	33 – 37	70,485	1,258
181 Vajnorská	E	M1	S/T	7	–	13,568	1,497
187 Záhradnícka	E	M1	S/T	11	–	24,968	2,114
194 Haanova	C	M4	S/T	6,8	30 – 34	36,427	1,462
195 Hany Meličkovej	E	M2	S/T	7	–	27,323	3,079
198 Pionierska	D	M3	S/T	8	<u>32</u> 26 – 28	27,199	1,086
199 Ružinovská	E	M4	S/T	8		23,344	1,147
200 Tehelná	E	M4	S/T	5	26 – 28	31,642	0,878

Legenda:

Profil MK	štandardné priečne usporiadanie profilu komunikácie podľa normy STN EN 13201-5: A iba vozovka pre motorizovanú dopravu, bez chodníkov B iba vozovka pre zmiešanú dopravu (motorizovanú a pešiu), bez chodníkov C vozovka a súbežný chodník na strane osvetľovacej sústavy (pravý chodník) D vozovka a súbežný chodník na strane oproti osvetľovacej sústave (ľavý chodník) E vozovka a súbežné chodníky na oboch stranách F vozovka a súbežné chodníky na oboch stranách oddelené od vozovky zeleným pásom
Trieda osvetlenia	priradená trieda osvetlenia, ktorej vyhovujú meraním zistené výkonové parametre osvetlenia na danej komunikácii
Svetelný zdroj	druh použitého svetelného zdroja S/T vysokotlaková sodíková výbojka rúrkového tvaru Q ortuťová výbojka
PDI_N	indikatívna hodnota PDI pre podobnú šírku komunikácie, usporiadanie priečného profilu, triedu osvetlenia a použitý druh svetelného zdroja

2.5.5 Zhrnutie

Nález:

- Inštalovaný príkon verejného osvetlenia stanovený na základe aktuálnej zdrojovej štruktúry je **5,1 MW**.
- Predpokladaná spotreba elektrickej energie na verejné osvetlenie, za predpokladu štandardného ročného času svietenia 4 000 h a pri uvažovaní 10 % strát predstavuje **22,5 GWh**.
- Zaťaženie vetiev je pomerne rovnomerne rozložené. Výraznejšia nesymetria zaťaženia vystupujúcich vetiev sa nevyskytuje.
- Regulácia osvetlenia je riešená centrálnymi napäťovými regulátormi v rozvádzačoch RVO (v samostatných skrinkách). Regulátory inštaloval prevádzkovateľ verejného osvetlenia na vlastné náklady, sú preto vo vlastníctve prevádzkovateľa.

Hodnotenie:

- Pri počte svetelných miest 47 475 je priemerný príkon svetelného miesta **107,8 W**. Táto hodnota je adekvátna potrebám osvetlenia širokých komunikácií s vysokými triedami osvetlenia z vysokých osvetľovacích stožiarov pri použití vysokotlakových sodíkových výbojok.
- Potenciál úspor energie reguláciou osvetlenia je iba **9 %**.

Odporúčania:

- Zisk na úspore elektrickej energie z regulácie osvetlenia je malý. Prevádzka regulátorov osvetlenia zrejme nie je ekonomicky efektívna. Odporúča sa zavrhnúť metódu napäťovej regulácie a pri budúcej modernizácii osvetlenia s inštalovaním LED svietidiel orientovať sa na sofistikované riadiace systémy osvetlenia so stmievaním.

2.6 Technický stav sústavy verejného osvetlenia

2.6.1 Zistenia z kontroly technického stavu jednotlivých prvkov sústavy VO

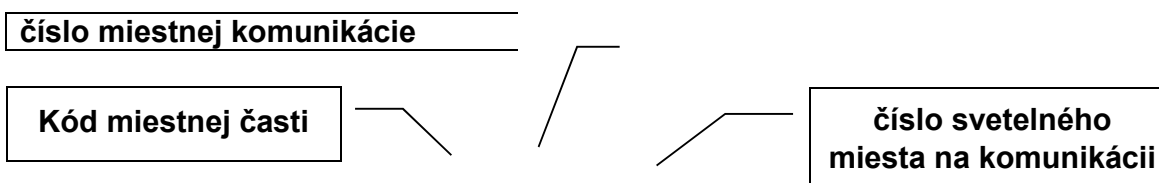
2.6.1.1 Číslovanie svetelných miest

Pri vizuálnej prehliadke boli zistené lokality, kde stožiare neboli označené samolepkami s číslami svetelného miesta. Ide o tieto oblasti:

- **MČ Rusovce:** Auréliova, Severovcov, Pri gaštanovej aleji a okolitá oblasť
- **Cesta I/2:** Zastavaná oblasť pri ul. Fialová

Systém číslovania svetelných miest

Čísla svetelných miest sa skladajú z troch zložiek:





Obrázok č. 50 - Rôzne spôsoby číslovania

V súčasnosti existujú 4 systémy číslovania svetelných miest (Obrázok č. 50), vrátane starších a cudzích. Nečísľujú sa betónové stožiare distribučné a na trakčných stožiaroch dopravného podniku je číslovanie dvojité. Rozvádzače RVO majú vzostupné číslovanie štvormiestne (Obrázok č. 51).



Obrázok č. 51 - Číslovanie rozvádzačov VO

Párovanie svetelných miest

Čísla svetelných miest sú párované v rámci označení na týchto miestach:

- databáza svetelných miest
- GIS sústavy verejného osvetlenia
- stožiare so svietidlami verejného osvetlenia

Čísla rozvádzačov RVO sú párované v rámci označení na týchto miestach:

- databáza rozvádzačov
- GIS sústavy verejného osvetlenia
- vonkajšia strana dvierok rozvádzačov RVO

GIS inžinierskych sietí mesta neobsahuje identifikačné údaje svetelných miest a rozvádzačov.

Projektová dokumentácia (k stavebnému povoleniu, skutkového vyhotovenia) má zvyčajne vlastný a samostatný systém číslovania svetelných miest a rozvádzačov. Vyššieuvedený systém číslovania

Číslo SM	Ulica	Mestská časť
A701/296	Račianska	Nezaradené
A701/297	Račianska	Nezaradené
A701/298	Račianska	Nezaradené



Číslo RVO	Ulice	Číslo domu	Městská Část	Hlavní listě (A)	Číslo elektromotora
RVO 202	Hvězdkovovo náměstí	25	Staré Město	999	7656663
RVO 204	Dostojevského rad.	3	Staré Město	999	7656066
RVO 206	Čukrová	2	Staré Město	930	6040665
RVO 208	V záhradkách	36	Staré Město	999	7656757

115

2.6.1.2 Svietidlá



Obrázok č. 54 - Mierne znečistené svietidlá so zvetranými krytmi (typový rad SR)

Hlavné typy svietidiel SR (Obrázok č. 54) sú v dobrej technickej kondícii. Svietidlá sú udžňavané a vek svietidiel sa významne nepodpísal pod zhoršenie technických vlastností. Spodný kryt optickej časti nevykazuje žiadne známky degradácie, vrátane žltnutia z dôvodu pôsobenia prirodzeného UV žiarenia. Spodný kryt nie je súvisle pokrytý adhéznymi nečistotami z okolia. Väčšina svietidiel má spodný kryt úplne čistý, pri niektorých svietidlách (ako napr. Obrázok č. 54) badať preniknuté pevné častice, ktoré sa však usádzajú v spodnej časti krytu, netvoria veľkú oblasť a významne tak neznižujú prechod svetelného toku zo svietidla. Prenikanie prachových častíc dovnútra je pravdepodobne dôsledkom zníženého stupňa krytia vekom svietidla, pričom treba uvažovať pôsobenie tlaku vetra pri vnikaní častíc. Špecifickým javom je zvetraný horný kryt, kde povrch tvoria obnažené sklenené vlákna mechanickej výztuže. Tým, že povrch nie je hladký, usadené nečistoty zostávajú na povrchu a nedajú sa čistiť. Neznižuje to však mechanické vlastnosti krytu a ide skôr len o estetický problém. Týmto javom sa vyznačujú všetky svietidlá s krytom z prepregu (napr. aj tradičné svietidlá domácej produkcie Ambassador).



Cesta na Kamzík

Kórejská



Hrnčiarska



Jadranská

Obrázok č. 55 - Svietidlá typu Trilux 9901 bez krytu svetelného zdroja



**mierne znečistenie
optickej komory**

Obrázok č. 56 - Mierne znečistené svietidlo Trilux 9901 na Petržalskej ul.

Svietidlá Trilux 9901 s veľkým difúzorom majú problém s krytom optickej časti, ktorý v dôsledku použitých materiálov a konštrukcie (úchyty) vekom degraduje, porušuje sa a samovoľne sa zo svietidla uvoľňuje a padá. Veľký počet týchto svietidiel bol zistený bez krytu počas vizuálnej prehliadky. Po prehliadnutí svietidla v laboratóriu bolo zistené, že uzáver svietidla vytvára stále napätie na plastovom kryte, ktorý pôsobením vonkajších faktorov a vplyvom veku je pravdepodobnou príčinou uvedeného nedostatku. Podľa vyjadrenia prevádzkovateľa VO tieto svietidlá boli reklamované a v reklamačnom konaní vymieňané za iné typy svietidiel – Trilux 9331. Sú to rozmerovo kompaktnejšie svietidlá, ktoré však majú odlišnú optiku. Odrazný difúzor má výrazné lomy a postranné prvky, ktoré vytvárajú ostré špičky v krivkách svetivosti. Uzáver svietidla je podobný ako v prípade svietidla Trilux 9901, kryty však nie sú také náchylné na ulomenie a svietidlá sú v lepšom stave. Poškodenie spodného krytu (Obrázok č. 57) nie je typické. Vrchný kryt je z prepregu, pre ktorý platia zistenia ohľadne usadených nečistôt uvedené pri typovom rade svietidla SR.



Obrázok č. 57 - Poškodený kryt optickej časti svietidla Trilux 9331 na Muránskej ul.



Rakytínkova Rakytínkova Wolkrova (Pilz číry) (Pilz opálový) (Trompetenkugel)

Obrázok č. 58 - Parkové svietidlá

Parkové svietidlá (Obrázok č. 58) sú pomerne v dobrom technickom stave, počas prehliadky neboli vizuálne zistené žiadne zreteľné odchýlky, ktoré by sa vyskytovali plošne. V individuálnych prípadoch môžu byť svietidlá poškodené v mieste upevnenia na stožiar (Obrázok č. 59), našlo sa aj svietidlo so skriveným tienidlom alebo poškodeným krytom optickej časti, zrejme ale v dôsledku vandalizmu a nie prirodzenou cestou.



Obrázok č. 59 - Poškodené parkové svietidlo typu Auris na ul. Borinská IV

Svietidlo radu SQ patrí k novším svietidlám a inštalované je v nových oblastiach výstavby. Svetidlo je preto v dobrom technickom stave, fazetový reflektor aj spodný kryt sú čisté. V zriedkavých prípadoch bolo zistené znečistenie v dôsledku porušenia krytia (Obrázok č. 60), znečistenie však nie je adhézne k povrchu a usádza sa v spodnej časti krytu.



Obrázok č. 60 - Svietidlo typu SQ 50 na Záhumenskej ul.

2.6.1.3 Stožiare a výložníky

Pôvodné rúrové oceľové stožiare osvetľovacie a trakčné majú vek prekračujúci 30 rokov, sú za hranicou životnosti, čo sa na stave týchto stožiarov jednoznačne podpisuje. Stožiare vyrobené v špecializovanom závode Elektrood Senec (dnes ELV Produkt, a.s.) sa vyznačujú kvalitným spracovaním, vrátane zvarov jednotlivých dielov. Z vnútornej strany sú stožiare chránené proti korózii asfaltovým povlakom (asfaltový povrch je zrejímavý na Obrázok č. 65). Stožiare v MČ Petržalka (pozri kap. 2.2.3.1), ktoré sú bez tejto ochrany, sú výrazne v horšom technickom stave.

Korózia je zásadným a plošným problémom všetkých pôvodných oceľových stožiarov, ktoré nie sú pozinkované. Korózia vzniká na povrchu s oslabenou ochranou a preniká kapilárnymi dovnútra kovového materiálu. Prevádzkovateľ verejného osvetlenia má spracovanú štúdiu stavu korózie stožiarov, kde sú stožiare hodnotené na základe úbytku materiálu pomocou profesionálnych meraní^[B3/6]. K dispozícii je aj prehľadná mapa veku stožiarov podľa oblastí^[B3/4] a mapa technického stavu stožiarov, kde sú vyznačené stožiare v kritickom a havarijnom stave^[B3/5]. Ide o podstatnú časť pôvodných osvetľovacích stožiarov.



Obrázok č. 61 - Elektrovýzbroj a korózia spodku stožiaru č. 007/005 na Hodonínskej ul.



Obrázok č. 62 - Stav vonkajšej a vnútornej časti stožiaru č. 030/027 na Karpatskom námestí.



Obrázok č. 63 - Intenzívna korózia spodku stožiaru č. 049/007 na ul. Pod Rovnicami



Obrázok č. 64 - Korózia spodku stožiaru č. 049/020 na ul. Pod Rovnicami

Korózia stožiarov je zrejmá aj z Obrázku č. 61 až Obrázku č. 67, kde je zadokumentovaný aj stav vnútornej steny stožiarov. Koróziou sú napadnuté najmä spodné časti stožiarov, približne do výšky 1 m. Korózia vzniká z rôznych dôvodov, dajú sa identifikovať predovšetkým tieto:

- prirodzené pôsobenie vonkajších poveternostných vplyvov, najmä dažďa a slnečného žiarenia (degraduje antikorózný náter)
- pôsobenie vlhkosti z porastu nad povrchom zeme
- pôsobenie vodnej vrstvy na povrchu zeme v mieste votknutia stožiaru
- pôsobenie pôdnej vlhkosti pod úrovňou zeme
- pôsobenie agresívnych výlučkov domácich zvierat (psov)
- pôsobenie soli pri zimnej údržbe
- poškodenie povrchu lietajúcim štrkom pri zimnom posype, následné pôsobenie poveternostných vplyvov na poškodený ochranný povrch

Prehliadkou bolo zistené, že korózia stožiarov je výraznejšia v smere jazdy, čo poukazuje na dôvody uvedené v posledných dvoch odrážkach.

Problematické je aj držanie vody vnútri stožiarovej rúry. Nad úrovňou zeme bola zistená len povrchová mierna korózia (Obrázok č. 62 až Obrázok č. 65 a detail - Obrázok č. 66). Ak je svietidlo alebo výložník riadne upevnený na stožiar, na ktorom nie sú umelo vytvorené otvory, voda sa do tejto časti nedostane. Pod úrovňou zeme však na steny stožiara pôsobí pôdna vlhkosť. Nemálo stožiarov je skorodovaných práve pod zemou. Takéto skúsenosti má aj prevádzkovateľ verejného osvetlenia, podľa ktorého korózia komplikuje aj výmenu stožiarov. Stožiare sú fixované v betónových základoch, pri vyťahovaní žeriavom sa ulamujú cca 30 – 50 cm pod úrovňou zeme, zväčša na jednej strane, čím zostáva v zemi neodstrániteľná časť spodku stožiara.



073/00



073/019

Obrázok č. 65 - Korózia vnútornej steny stožiarov na Tbiliskej ul.



Obrázok č. 66 - Detail stavu vnútornej korózie stožiara č. 047/090 s vyústením káblov na Jasovskej ulici

Veľký počet pôvodných stožiarov má evidentne starý náter tela stožiara. Náter spodku nemá v podstate význam, pokročilú koróziu už nezastaví. Náter tela vo výške nad 1 m je len estetickou záležitosťou. Prepočtami sa dá ukázať, že v súčasných podmienkach údržba starých stožiarov je ekonomicky náročnejšia ako výmena stožiara.

Stožiare vo výslovne havarijnom stave (Obrázok č. 67) sa z bezpečnostných dôvodov zrezávajú na úroveň svorkovnice, kde je zaslučkované vedenie. Zhora sa zrezaný stožiar zabezpečí a svetelné miesto sa zakonzervuje. Následne sa výmena stožiara zaradi do plánu.



Obrázok č. 67 - Zrezaný stožiar na Jasovskej ul. s detailom vážneho poškodenia koróziou

Na komunikáciách s elektrifikovanou mestskou hromadnou dopravou sa trakčné stožiare používajú aj na osvetľovacie účely. Stav ocelových trakčných stožiarov je podobný ako stav osvetľovacích stožiarov, vzhľadom na potrebné horizontálne zaťaženie sú však trakčné stožiare pevnejšie a majú hrubšie steny. Postup korózie je pomalší, ale pri značnom úbytku materiálu a pri vysokom mechanickom zaťažení aj tieto stožiare predstavujú bezpečnostný problém. Kompletne skorodované trakčné stožiare vrátane tela stožiara boli zistené na ul. Jaskový rad (Obrázok č. 68). Typická je však len korózia spodkov stožiarov.

Trakčné stožiare primárne nie sú určené na osvetlenie, geometria osvetľovacej sústavy preto nemusí byť optimálna. Vo všeobecnosti je umiestnenie svietidiel príliš vysoké a rozstupy stožiarov sa riadia inými prioritami, a teda nie sú optimalizované na osvetlenie.

V poslednom období sa trakčná infraštruktúra modernizuje, trakčné stožiare sa vymieňajú a v nových pozíciách sa inštalujú úplne nové stožiare. Tieto procesy nie sú s verejným osvetlením koordinované, osvetlenie sa ponecháva na pôvodných trakčných stožiaroch. Výsledkom je, že vedľa seba koexistujú dve sústavy trakčných stožiarov. Údržba je sťažená, prevádzka neefektívna a vizuálne oddelené sústavy pôsobia nepriaznivým dojmom. Takáto situácia sa vyskytuje v MČ Karlova Ves a Dúbravka.



Obrázok č. 68 - Kompletne skorodované trakčné stožiare na ul. Jaskový rad



Obrázok č. 69 - Skrívený parkový stožiar na Chotárnej ulici.



Obrázok č. 70 - Skrivené stožiare na Ovocnej ul.

Pri vizuálnej prehliadke boli individuálne zistené aj skrivené stožiare (Obrázok č. 69), kde korózia nie je priamo evidentná. Dá sa predpokladať, že ide o mechanické pôsobenie, napr. pri dopravnej nehode. Na Ovocnej ul. (Obrázok č. 70) sú nahnuté dva stožiare v rade a stožiare sú za zvodidlami, tu môže ísť o sadanie povrchu, v ktorom sú stožiare ukotvené.



Obrázok č. 71 - Detail uzemnenia a detail štítka pozinkovaného stožiara z roku 1998 v Ružovej doline



Obrázok č. 72 - Detail uzemnenia a detail štítka pozinkovaného stožiaru z roku 2010



Obrázok č. 73 - Dekoratívne stožiare a svetidlá na Kremľskej ul.

Pozinkované stožiare sa inštalujú približne od roku 1997. Nové pozinkované stožiare (Obrázok č. 72) sú vo vynikajúcom technickom stave. Otázkou sú staršie pozinkované stožiare z obdobia 1997 – 1998, ktoré sa blížia hranici menovitej životnosti (Obrázok č. 71), keďže so skutočnou životnosťou týchto stožiarov zatiaľ nie sú bližšie skúsenosti. Treba mať na zreteli, že tieto stožiare sú tenkostenné a prípadný postup korózie by viedol k rýchlejšiemu narušeniu mechanických vlastností. Pri vizuálnej prehliadke bolo zistené, že tieto stožiare sú zatiaľ vo veľmi dobrom technickom stave. Pozinkovaný

povrch má známky zošednutia, ale korózia bola zistená len v malom počte individuálnych prípadov ako slabá povrchová korózia tela, v spodnej časti ani v mieste votknutia neboli zistené známky korózie. Okrem pozinkovaných technických stožiarov sú v určených oblastiach povinne inštalované dekoratívne stožiare (Obrázok č. 73).

Betónové distribučné stožiare nie sú súčasťou verejného osvetlenia a neboli predmetom hodnotenia. Pre úplnosť však treba uviesť, že v niektorých oblastiach bola distribučná sieť nn kabelizovaná a svietidlá verejného osvetlenia boli ponechané na pôvodných betónových stožiaroch, ktoré funkciu distribučnej sústavy už stratili. Súčasťou verejného osvetlenia na vonkajších rozvodoch sú však výložníky. Použité oceľové výložníky, väčšinou bez adekvátnej antikoróznej ochrany, sú skorodované. Ide o systémový nedostatok.

**skorodovaný oceľový
výložník**

**dvojitý objímkový
výložník na stožiar**



Donská



Hradná

Obrázok č. 74 - Oceľové výložníky na betónových distribučných stožiaroch

2.6.1.4 Vedenia

Vek vedení súvisí s vekom stožiarov, keďže sústavy verejného osvetlenia boli budované v určitých obdobiach. V rámci hlavnej etapy rekonštrukcie verejného osvetlenia a pri výstavbe nových úsekov po roku 1996 sú vedenia tak ako stožiare nové. Najstaršie podzemné vedenia sú v oblastiach s najstaršími stožiarimi a vyhotovené sú starými typmi káblov AYAY s hliníkovým jadrom a PVC izoláciou. Tieto vodiče sa dajú zreteľne odlíšiť farebným značením žíl (červená, zelená, modrá). Vyústenia káblov AYAY sú na Obrázok č. 61, Obrázok č. 64 a Obrázok č. 97. Plastové izolácie mali v čase výroby týchto káblov horšie vlastnosti ako súčasne používané materiály, izolácia je degradovaná, preto tieto káble vykazujú väčšiu mieru káblových porúch.

Káblové poruchy v ostatných úsekoch najčastejšie vznikajú pri alebo po rozkopávkových prácach. Tie nie sú riadne koordinované, preto v zemi (aj vzhľadom na existujúce obmedzenia) nie sú dodržané predpísané vzdialenosti. Na vyhľadávanie porúch sa pritom nesmú použiť prístrojové detektory, nakoľko pracujú s vyšším napätím a v oznamovacích vedeniach indukujú rušivé napätia, môžu spôsobiť aj poškodenia systémov.



Obrázok č. 75 - Rozvody závesnými káblami na ul. Borinská IV

2.6.1.5 Osvetľovacia sústava

Osvetlenie mestských radiál



Obrázok č. 76 - Pravidelná párová osvetľovacia sústava na Bosákovej ul.

Osvetľovacie sústavy na mestských radiálach tvoria svietidlá s vyšším príkonom (100 W alebo 150 W) na vysokých stožiaroch (10 až 14 m) s vhodným výložníkom. Keďže ide o široké komunikácie, osvetľovacia sústava je buď párová (Obrázok č. 76, Obrázok č. 77) alebo v prípade smerovo rozdelených komunikácií jednostranná s vonkajším radom svietidiel (Obrázok č. 79) prípadne s vnútorným radom svietidiel (Obrázok č. 78). Geometria osvetľovacej sústavy je pre tieto komunikácie adekvátne.



Obrázok č. 77 - Pravidelná párová osvetľovacia sústava na Dolnozemskej ul.



Obrázok č. 78 - Jednotanná osvetľovacia sústava s vnútornými radmi svetidiel na Ružinovskej ul.



Obrázok č. 79 - Jednstranná osvetľovacia sústava s vonkajšími radmi svietidiel na Rožňavskej ul.



Obrázok č. 80 - Jednostranná sústava so svietidlami SQ 50 v obytnej štvrti (IBV)

Bežné komunikácie sú užšie (do 8 m šírky vozovky) a osvetľované sú jednostrannou osvetľovacou sústavou. Tá je bežná aj v prípade komunikácií v obytných štvrtiach (Obrázok č. 80).

Osvetlenie komunikácií parkovými svietidlami



Obrázok č. 81 - Parkové svietidlá typu Pilz použité na osvetlenie Cezmínovej ulice



Obrázok č

. 82 - Parkové svietidlá typu Auris použité na osvetlenie Mošovského ulice

Novšie dekoratívne parkové svietidlá sú použité na osvetlenie niektorých komunikácií v obytných oblastiach (Obrázok č. 81, Obrázok č. 82). Táto prax je v Európe bežná, dôraz sa tu kladie skôr na estetickú funkciu svietidiel, ako na svetelnotechnické vlastnosti. Aby bol svetelný tok svietidiel využitý čo najlepšie, svietidlá môžu byť vybavené asymetrickou optikou, pričom časť svetelného toku môže aj v tomto prípade smerovať na stranu súbežného chodníka. Typ použitej optiky v týchto svietidlách nebol overený. Na osvetlenie komunikácií s vozovkami pre motorizovanú dopravu je vhodné uprednostniť technické svietidlá namiesto parkových.

Použitie parkových svietidiel s guľovým difúzorom na osvetlenie vozoviek pre motorizovanú dopravu (Obrázok č. 83, Obrázok č. 84), navyše mimo obytnej oblasti a na nízkych stožiaroch (Obrázok č. 84) sa však už dá považovať za jednoznačne nevhodné riešenie.



Obrázok č. 83 - Parkové svietidlá typu Vollkugel použité na osvetlenie Černockého ul.



. 84 - Parkové svietidlá typu Vollkugel použité na osvetlenie Muránskej ul.
Osvetľovacia sústava na trakčných stožiaroch



Obrázok č. 85 - Osvetľovacia sústava na trakčných stožiaroch na Mudroňovej ul.

Obrázok č



. 86 - Osvetľovacia sústava na trakčných stožiaroch na Rádiovej ul.

Trakčné stožiare nie sú a priori navrhnuté na osvetlenie, najmä z pohľadu geometrie osvetľovacej sústavy – závesnej výšky svietidiel a rozstupov. Samotné stožiare sú však vyrábané ako kombinované a pri súbehu trakcie s verejným osvetlením je vhodné podperné konštrukcie využiť multifunkčne. Pri prehliadke bola posúdená geometria osvetľovacej sústavy vo vzťahu k šírkovému profilu osvetľovanej komunikácie. Svietidlá sú zvyčajne inštalované nad trakčnými vedeniami, výšky aj rozstupy sú podobné výškam a rozstupom osvetľovacích stožiarov.

Osvetľovacia sústava na distribučných stožiaroch

Betónové distribučné stožiare primárne nie sú určené na osvetlenie, geometria osvetľovacej sústavy preto nemusí byť optimálna. Rozsah verejného osvetlenia na distribučných rozvodoch je celkovo malý. Ojedinele sa vyskytujú stožiare vo väčšej vzdialenosti od komunikácie, pri kolmej vzdialenosti 4 až 5 m (Obrázok č. 93), ale s výložníkom vhodnej dĺžky sa však dajú stále dosiahnuť potrebné parametre osvetlenia. Rozstupy do 30 až 35 m takisto umožňujú dosiahnuť potrebné parametre osvetlenia (v iných mestách sú bežné rozstupy väčšie ako 40 m, kde je splnenie parametrov osvetlenia problematické). Iná je však situácia, keď svietidlá nie sú umiestnené na každom stožiar, ale len na každom druhom. V Bratislave ide o výnimočné prípady (napr. na Priehradnej ul., Obrázok č. 92). Vtedy sa o zabezpečení parametrov osvetlenia nedá uvažovať (dvojnásobné rozstupy svietidiel oproti stožiarom).



Obrázok č. 87 - Osvetľovacia sústava na distribučných stožiaroch na Donskej ulici: svietidlá inštalované pod holými vedeniami



Obrázok č. 88 - Osvetľovacia sústava na distribučných stožiaroch na ul. Pod Zečákom: svietidlá inštalované pod holými vedeniami



Obrázok č. 89 - Osvetľovacia sústava na distribučných stožiaroch na ul. Na Grbe: svietidlá inštalované nad holými vedeniami

Nedostatky geometrie osvetľovacej sústavy



Kuklovská



Hroboňova

Obrázok č. 90 - Príliš vysoké stožiare na komunikácii s úzkym profilom vozovky



Železničná

Obrázok č. 91 - Príliš vysoké stožiare na komunikácii s úzkym profilom vozovky

Geometria pôvodných aj novších osvetľovacích sústav je adekvátne potrebám osvetľovania cieľových komunikácií. Širšie komunikácie vyžadujú použitie vyšších stožiarov a vhodných výložníkov. Uvedené sa netýka len mestských radiál, ale aj vnútroblokových oblastí, kde je potrebné okrem vozoviek

osvetľovať aj príľahlé parkovacie miesta a chodníky. Preto sú aj v týchto oblastiach vysoké stožiare odpodstatnené. Napriek tomu existujú komunikácie, ktoré majú úzky profil, a predsa sú na nich inštalované vysoké stožiare (pôvodné). Príkladom je Kuklovská alebo Hroboňova ulica (Obrázok č. 90). Ešte výraznejšia situácia je na Železničnej ulici (Obrázok č. 91), kde sú svetelné miesta inštalované dokonca na oboch stranách komunikácie.



Obrázok č. 92 - Svetidlá inštalované len na každom druhom stožiaru distribučnej siete nn na Priehradnej ulici



Obrázok č. 93 - Distribučné stožiare sú ďaleko od okraja osvetľovanej komunikácie na Vetvárskej ulici
Špecifickým príkladom nevhodne umiestnených stožiarov je osvetľovacia sústava na Námestí 4. apríla, a to kvôli nevyhovujúcemu optickému vedeniu vodiča. Stožiare sú inštalované na vnútornej strane

oblúka, správne by mali byť inštalované na vonkajšej strane. Takto vodič nemá predstavu o zakrivení komunikácie, pretože svietidlá v menšom polomere oblúka nevidí (sú za smerovým oblúkom). Optické vedenie vodičov patrí k základným zásadám návrhu verejného osvetlenia. Tu treba zdôrazniť, že ide o novšiu osvetľovaciu sústavu. Dôvodom uvedeného riešenia by mohla byť aj blízkosť 22 kV vedenia na druhej strane komunikácie.



Obrázok č. 94 - Zlé optické vedenie na Námestí 4. apríla

2.6.1.6 Rozvádzače



Obrázok č. 95 - Pokreslené a znečistené skrinky rozvádzačov RVO v dôsledku vandalizmu

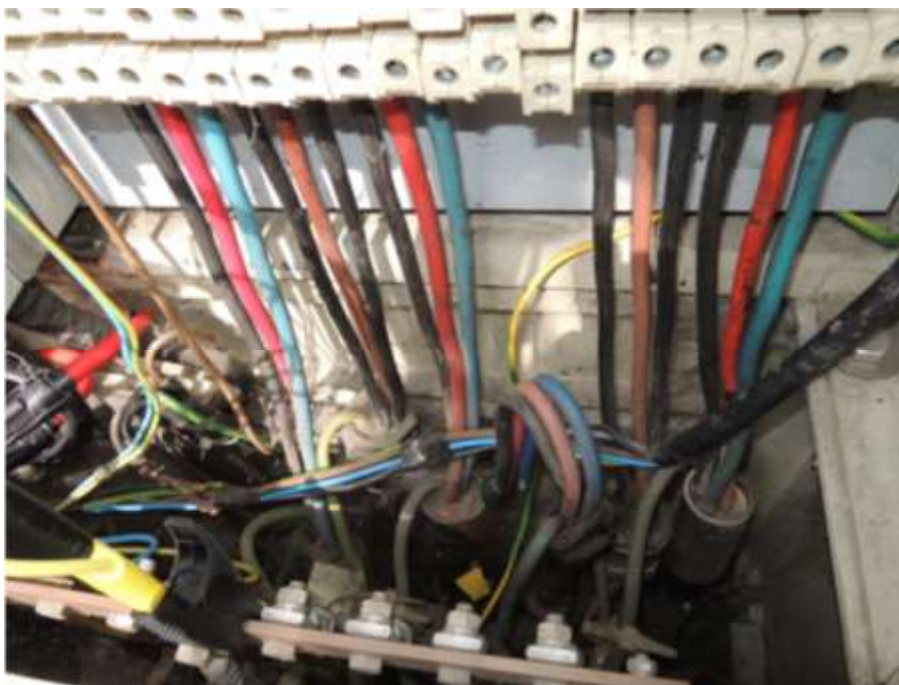


Obrázok č. 96 - Stopy požiaru v elektrovýzbroji RVO 241

Technický stav rozvádzačov je veľmi dobrý. Rozvádzače boli v rámci rekonštrukcie verejného osvetlenia vymenené, majú preto nové skrinky a elektrovýzbroj. Skrinky z odolných plastov nekorodujú a odolávajú bežnému mechanickému pôsobeniu. Svorky prístrojov ani iné kovové časti vnútri rozvádzača nevykazujú žiadne známky korózie. Najväčším problémom samotých rozvádzačov je potom prejav vandalizmu – graffiti a polepy nelegálnymi plagátmi (Obrázok č. 95), alebo zapálenie (Obrázok č. 96).

Napájanie rozvádzačov RVO je riešené z transformačných staníc alebo priamo z distribučnej siete nn. Zvláštnym prípadom sú rozvody v MČ Petržalka, kde prívodné vedenia k rozvádzačom RVO nie sú majetkovou súčasťou distribučnej siete. Vzhľadom na historické zmeny vo vlastníctve (najmä v dôsledku transformácie ekonomiky v rokoch 1990 – 1993) tieto vedenia nie sú evidované, nie je známa ich poloha ani vlastník. To sťažuje údržbu týchto vedení aj operatívne riešenie poruchových stavov.

Podobným problémom sa vyznačuje cca 200 ďalších napájacích miest, kde nie sú vysporiadané napájajúce vedenia RVO. Pôvodne bol rozhraním medzi dodávateľom elektriny a verejným osvetlením prívod do rozvádzača RVO, pričom samotné prívodné vedenie bolo v správe energetickej spoločnosti. Pri transformácii pôvodne štátneho majetku energetická distribučná spoločnosť klasifikovala tieto časti vedení ako elektrické prípojky, teda zariadenia v majetku odberateľa. Prípadné vypnutie vedenia sa však dá uskutočniť len v elektrickej stanici prevádzkovateľa distribučnej siete, čo významne sťažuje operatívne odstraňovanie porúch. Záseh na vedení sa musí u distribučnej spoločnosti samostatne objednať.



Obrázok č. 97 - Vyústenie vetiev sekundárnej siete VO vyhotovených starými typmi káblov AYAY v rozvádzači RVO 282

Zaťaženie rozvádzačov RVO je variabilné, závisí od aktuálneho topologického usporiadania sekundárnej siete VO, ktoré sa pri prevádzke sústavy verejného osvetlenia upravuje v súlade s potrebami a požiadavkami. Sekundárne siete nie sú lúčové, rozvádzače RVO pracujú do semimrežovej sústavy. Zaťaženie sa tak pri napájaní z viacerých miest optimálne prerozdeľuje. Nevýhodou je však menšia prehľadnosť siete a vyrovnávacie prúdy medzi rozvádzačmi. Počas auditu nebolo možné získať exaktné schémy sekundárnych sietí verejného osvetlenia, kde by sa zapojenie a pomery dali zistiť. Je to spôsobené tým, že zapojenie sa počas prevádzky dynamicky mení, pričom tieto zmeny v zapojení sa neevidujú.

Rozvádzače RVO sú miestom, kde začínajú vetvy verejného osvetlenia a dajú sa ľahko identifikovať typy a prierezy vystupujúcich káblových vedení. Na Obrázku č. 97 sú zrejmé siete verejného osvetlenia v danej oblasti vyhotovené starými typmi káblov AYAY (pozri kap.2.6.1.4).

2.6.2 Laboratórne meranie fotometrických parametrov svietidiel v danom

prevádzkovom stave

Identifikácia merania

1. Miesto merania: Laboratórium svetelnotechnických zariadení, Ilkovičova 3, Bratislava
2. Predmet merania: fotometrické parametre svietidiel podľa Tabuľky č. 50, vzorky svietidiel sú uvedené v Tabuľke č. 51.
3. Meranie uskutočnili: Mgr. Roman Dubnička, Ing. Lukáš Lipnický
4. Prítomné osoby pri meraní: žiadne
5. Podmienky merania: uvedené na protokoloch z merania

Tabuľka č. 50 - Špecifikácia predmetu merania jednotlivých vzoriek svietidiel

Predmet merania	Parameter	Stav	Zariadenie
-----------------	-----------	------	------------

Výbojka	Svetelný tok	Neočistený	Fotometrický integrátor
Svietidlo	Svetelný tok / účinnosť	Neočistený	Fotometrický integrátor
Svietidlo	Svetelný tok / účinnosť	Očistený	Fotometrický integrátor
Svietidlo	Krivky svetivosti	Neočistený	Goniofotometer
Svietidlo	Krivky svetivosti	Očistený	Goniofotometer

Tabuľka č. 51 - Prehľad vzoriek svietidiel, ktoré sú predmetom merania

Vzorka	Číslo SM	Ulica	Rok inštalácie	Dátum výmeny SZ
1	504/026	Ružinovská	1998	4.5.2015
2	S 193/157	Nábr. gen. L. Svobodu	1998	3.12.2014
3	G 064/082	Svornosti	2000	5.8.2011
4	H 041/005	Edisonova	1999	26.9.2014
5	H 048/046	Galvaniho	1998	19.9.2013
6	F 028/011	Jadranská	1998	13.10.2015

Charakteristika predmetu merania

1. Predmetom fotometrického merania bolo 6 vzoriek svietidiel určených pre verejné osvetlenie. Vzorky boli získané z prevádzky z vopred špecifikovaných svetelných miest (svetelné miesta určil spracovateľ auditu verejného osvetlenia).
2. Svetidlá boli demontované v pôvodnom stave bez akejkoľvek technickej úpravy, s pôvodnými svetelnými zdrojmi a bez očistenia. Svetidlá boli na meranie doručené v uzatvorených škatuliach a označené číslom vzorky.
3. Prevádzkovateľ osvetlenia k vzorkám poskytol údaje o roku inštalácie a o dátume poslednej výmeny svetelného zdroja, zhodného s dátumom posledného čistenia svetidla.
4. Všetky vzorky boli predmetom merania svetelného toku s následným určením optickej účinnosti svetidla výpočtom. Vzorky 2, 4 a 5 boli určené aj na meranie kriviek svetivosti a účinníka svetidla.

Postup merania

Meranie fotometrických parametrov bolo vykonané v súlade s normou STN EN 13032-1:2012 „Svetlo a osvetlenie. Meranie a vyhodnotenie fotometrických údajov svetelných zdrojov a svietidiel. Časť 1: Meranie a formulár súborov (Konsolidovaný text)“.

Pri meraní bol stanovený nasledovný postup:

1. Zmeranie svetelného toku neočistenej výbojky vo fotometrickom integrátore
2. Zmeranie svetelného toku svetidla v neočistenom stave vo fotometrickom integrátore

3. Zmeranie svetelného toku svietidla v očistenom stave vo fotometrickom integrátore
4. Vypočítanie optickej účinnosti svietidla pre neočistený a očistený stav
5. Zmeranie príkonu a účinnosti svietidla
6. Zmeranie svetivosti svietidla v očistenom stave v rovinách C s krokom 5° pre uhly γ po 2,5° na goniofotometri
7. Zaznamenanie fotometrických údajov svietidla vo formáte Eulumdat a spracovanie kriviek svetivosti v rovinách C 0-180 a C 90-270
8. Vypočítanie merného výkonu svietidla
9. Spracovanie výsledkov a vyhodnotenie nameraných údajov

Konkrétne postupy na meranie svetelného toku vo fotometrickom integátore a kriviek svetivosti na goniofotometri sú súčasťou meracích postupov Laboratória svetelnotechnických zariadení v zmysle platných technických noriem.

Výbojky boli merané s vlastným predradníkom svietidla. Svetidlá boli merané s vlastnou výbojkou a predradníkom. Napájacie napätie bolo nastavené na programovateľnom stabilizovanom zdroji. Tabuľka č. 52 - Použité meracie prístroje a zariadenia

Prístroj	Výrobca prístroja	Typ, model	Výrobné číslo	Trieda presnosti	Platnosť overenia / kalibrácie
Luxmeter	PRC Krochmann	Radiolux 111	050215-1	3	7.8.2016
Multimeter	Fluke	FLUKE 289	25420050		3.2.2017
Wattmeter	Metra	Blansko	4910980		1.10.2016
Dialkómer laserový	Leica	Leica Disto A6	5065120652		21.9.2016
Programovateľný zdroj	Chroma ATE Inc.	Chroma 61530	00000253		
Fotometrický integrátor	PJ & GH	Ø 3 m			
Statív	HAMA				

Pracovný etalón svetelného toku nadviazaný na referenčný etalón STZ-03

Goniofotometer pre meranie kriviek svetivosti svietidiel rovín C

Neistota merania

Neistota merania svetivosti uvedená v protokoloch z merania je rozšírená neistota merania s koeficientom rozšírenia $k = 2$ za predpokladu normálneho rozdelenia čo predstavuje interval pokrytia približne 95 %. Neistota bola stanovená v súlade s dokumentami EA-04/02 a MSA-L/11.

Vyhodnotenie nameraných údajov

Porovnanie nameraného svetelného toku výbojok s menovitými údajmi sa dá považovať za validné, pretože boli k dispozícii údaje o presnom type výbojok použitých v meraných vzorkách svietidiel aj katalógové údaje týchto typov výbojok. Okrem toho boli k dispozícii údaje o dátume poslednej výmeny svetelného zdroja. Za hranicu ekonomickej životnosti výbojok sa bežne považuje pokles svetelného

toku pod 20 % počiatočnej hodnoty (tento údaj nie je k dispozícii a je nahradený katalógovým údajom). Uvedenú hranicu prekračujú vzorky č. 2 a 5.

Tabuľka č. 53 - Výsledky merania výbojok

Vzorka	Φ_K (lm)	Φ_N (lm)	Φ_{N-K} (%)	$\Delta\Phi$ (%)
1	10 700	9 413,63	87,98	12,02
2	17 500	10 705,70	61,18	38,82
3	10 700	9 106,00	85,10	14,90
4	6 600	5 831,99	88,36	11,64
5	17 500	13 128,33	75,02	24,98
6	6 600	6 005,04	90,99	9,01

Φ_K Svetelný tok udávaný v katalógu svetelných zdrojov (lm)

Φ_N Svetelný tok nameraný (lm)

Φ_{N-K} Úroveň nameraného svetelného toku v porovnaní s katalógovou hodnotou (%)

$\Delta\Phi$ Rozdiel medzi nameranou a katalógovou hodnotou svetelného toku (%)

Tabuľka č. 54 - Výsledky merania svietidiel

Vzorka	Φ_z (lm)	Φ_c (lm)	η_z (%)	η_c (%)	$\Delta\eta_{z-c}$ (%)
1	6 679,16	6 732,16	70,95	71,52	0,79
2	7 385,45	7 416,59	68,99	69,28	0,42
3	6 520,45	6 548,87	71,61	71,92	0,43
4	3 677,97	3 797,32	63,07	65,11	3,14
5	8 752,57	8 790,40	66,67	66,96	0,43
6	4 300,60	4 385,18	71,62	73,02	1,93

Φ_z Svetelný tok svietidla v neočistenom stave (lm)

Φ_c Svetelný tok svietidla v očistenom stave (lm)

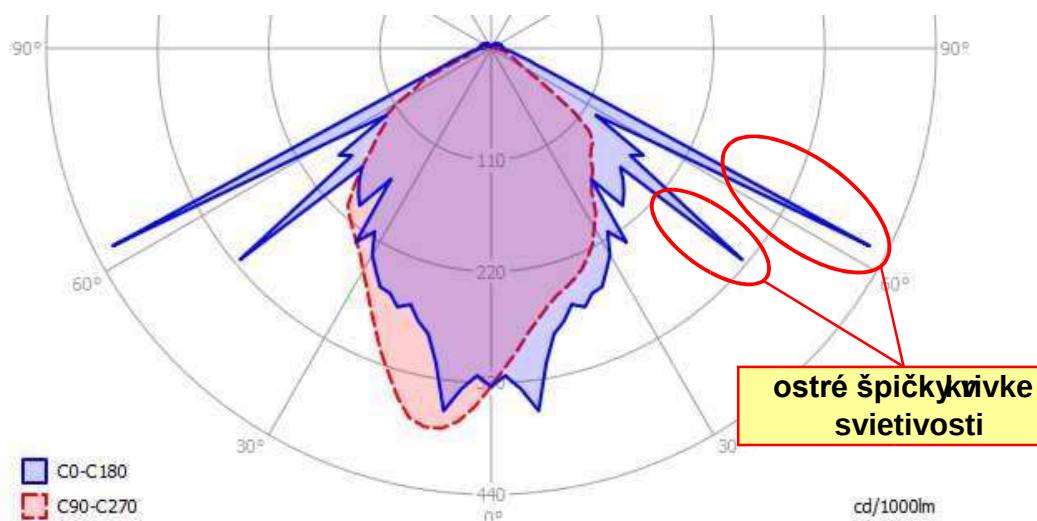
η_z Optická účinnosť svietidla v neočistenom stave (%)

η_c Optická účinnosť svietidla v očistenom stave (%)

$\Delta\eta_{z-c}$ Rozdiel optickej účinnosti svietidla v neočistenom a očistenom stave (%)

Z údajov v Tabuľke č. 52 vyplýva, že znečistenie svietidiel je veľmi malé, a to aj po niekoľkoročnej prevádzke. Pre typový rad SR100 nie je rozdiel svetelného toku medzi stavom pred očistením a po očistení väčší ako 1 %. V prípade svietidiel Trilux je už znečistenie väčšie, čo bolo aj vizuálne pozorovateľné a zrejme sa dá pripísať nižšiemu aktuálnemu stupňu krytia svietidla.

Laboratórnym meraním svietidla Trilux 9331 bolo zistené, prečo svietidlo tohto typu vytvára na cieľovej ploche osvetlenia ostré pásy vysokej intenzity osvetlenia, avšak na úkor osvetlenia zvyšnej časti cieľovej plochy (výsledkom je najmä veľmi zlá rovnomernosť osvetlenia). Príčiny sú zrejmé z kriviek svetivosti na Obrázok č. 98 – v smeroch okolo $\gamma = 50^\circ$ a 62° sú v krivke veľmi úzke a ostré špičky, ktorých uhlový rozmer (daný uhlom polovičnej svetivosti) nie je väčší ako $2,5^\circ$.



Obrázok č. 98 - Krivka svietivosti svetidla Trilux 9331

2.6.3 Kontrola funkčnosti sústavy VO počas nočnej prevádzky

2.6.3.1 Funkčnosť svetelných miest

Nefunkčnosť svetelných miest vo všeobecnosti môže spôsobiť predčasné zlyhanie svetelného zdroja (výbojky), káblková porucha, zriedkavo porucha elektrickej časti svetidla alebo elektrovýzbroje stožiaru (vrátane vybavenia istiaceho prístroja).

K najbežnejším príčinám patrí predčasné zlyhanie svetelného zdroja, pretože istá miera zlyhaní patrí k bežným vlastnostiam svetelných zdrojov. Môže pritom ísť o úplnú nefunkčnosť, udržiavanie tlejivého výboja alebo neúspešné pokusy o zapálenie oblúka. Posledné dve sú vizuálne identifikovateľné. Na Obrázok č. 99 sú niektoré prípady – napr. je vidieť tlejivý výboj vo svetidle na Auréliovej ul., čo dokazuje zlyhanie výbojky a nie inú poruchu. Vyhořené výbojky snažiace sa o nábeh boli zistené jednotlivo na ulici Palisády (Obrázok č. 100) a Zvončeková.

Na celej kontrolovanej trase bolo zistených **286 nefunkčných svetidiel** (282 svetelných miest na miestnych komunikáciách a 4 svetelné miesta na štátnej ceste I/2 v rámci kontrolnej trasy).



Auréliova (Rusovce)

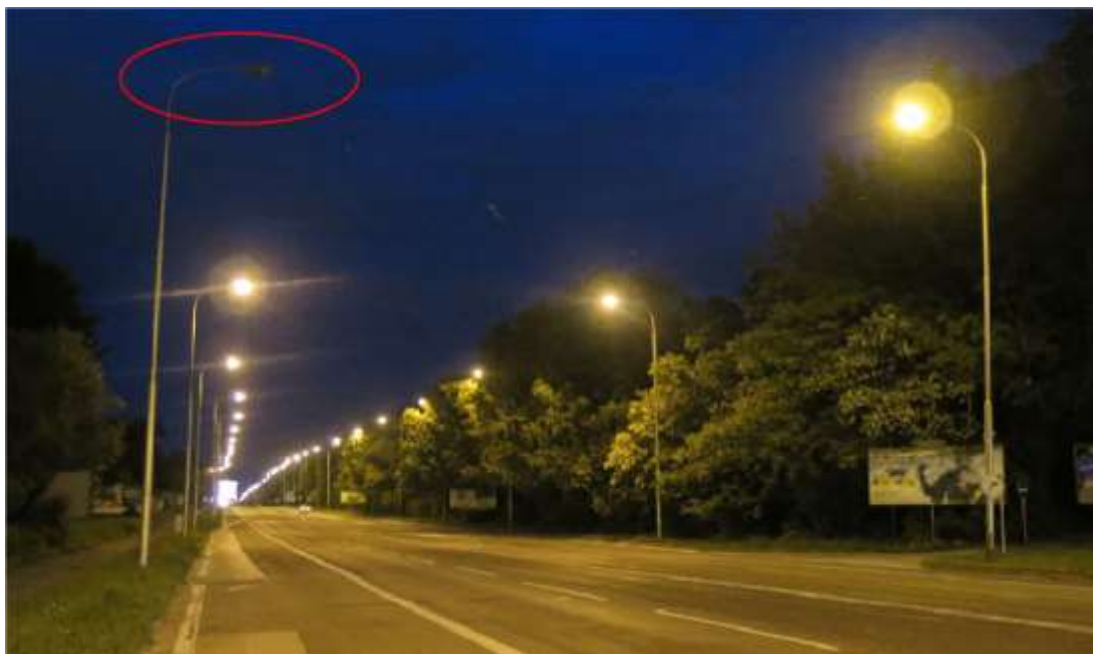
Panónska cesta

Hany Meličkovej

Obrázok č. 99 - Príčiny nefunkčnosti svetelných miest



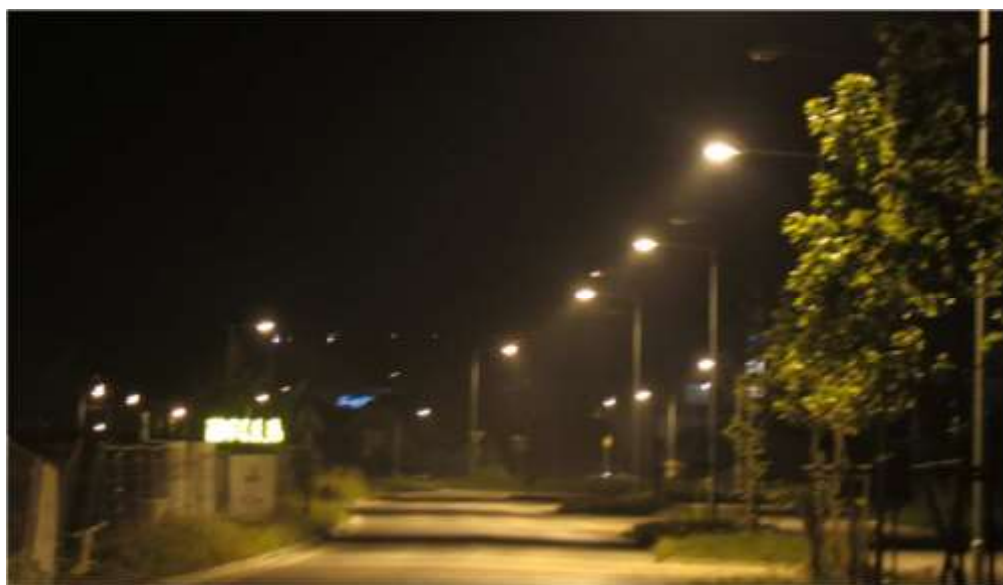
Obrázok č. 100 - Zhasínajúca sodíková výbojka na Palisádach



Obrázok č. 101 - Nefunkčné svetelné miesto na Dolnozemskej ul.



Obrázok č. 102 - Vysoký podiel nefunkčných svietidiel na ul. Hany Meličkovej



Obrázok č. 103 - Nefunkčnosť svetelných miest z dôvodu systémovej poruchy

Vyšší počet nefunkčných výbojok bol zistený na ulici Hany Meličkovej (Obrázok č. 102). Nefunkčné výbojky sú tu roztrúsené po trase, čo indikuje individuálne zlyhanie. Zvýšená miera zlyhaní môže byť spôsobená vibráciami od trakčných vedení.

Na ulici Pri vápenickom potoku je každé druhé svietidlo v rade nefunkčné. Je to systémová chyba (napr. výpadok fázy), nefunkčné svietidlá preto nie sú zahrnuté do počtu nefunkčných svetelných zdrojov v tabuľke Prílohy D, pretože nesúvisia s ich mortalitou. Na ulici Osuského je viacero svietidiel nefunkčných takisto pravdepodobne z dôvodu systémovej poruchy.

Pri niektorých nefunkčných svetelných miestach boli pri prehliadke zaregistrované ich čísla (ak boli na stožiaroch pripevnené):

Tabuľka č. 55 - Prehľad vybraných nefunkčných svietidiel zistených počas vizuálnej prehliadky

Označenie miestnej komunikácie	Čísla nefunkčných svetelných miest	Dátum
0032 Dolnozemska cesta	022/194	24.5.2016
0122 Panónska cesta	087/283	24.5.2016
0036 Drobného	018/005	26.5.2016
0062 Janka Alexyho	029/033	26.5.2016
0063 Hany Meličkovej	016/014 (956/64), 016/019 (956/65)	26.5.2016
0080 Koprivnická	034/004	26.5.2016
0097 Majerníkova	957/32, 957/53	26.5.2016
0223 Janotova	023/005, 023/006	02.6.2016
0034 Dostojevského rad	047/034	31.5.2016
0035 Drieňová	038/043	31.5.2016
0070 Karadžičova	086/031	31.5.2016
0101 Mierová	123/014	31.5.2016
0162 Svornosti	064/012	31.5.2016

Mierne znečistenie optickej časti svietidiel bolo sledované aj pri nočnej prevádzke. Ide o nevýznamný počet svietidiel. Príklady sú na Obrázku č. 104, denný obraz svietidla na Záhumenskej ulici je na porovnanie na Obrázku č. 60.



Wolkrova



Záhumenská

Obrázok č. 104 - Znečistenie usadené vnútri krytu optickej časti svietidla

2.6.3.2 Subjektívne hodnotenie kvality osvetlenia

Kvalita osvetlenia komunikácií s pravidelnou osvetľovacou sústavou



Obrázok č. 105 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie na Panónskej ceste

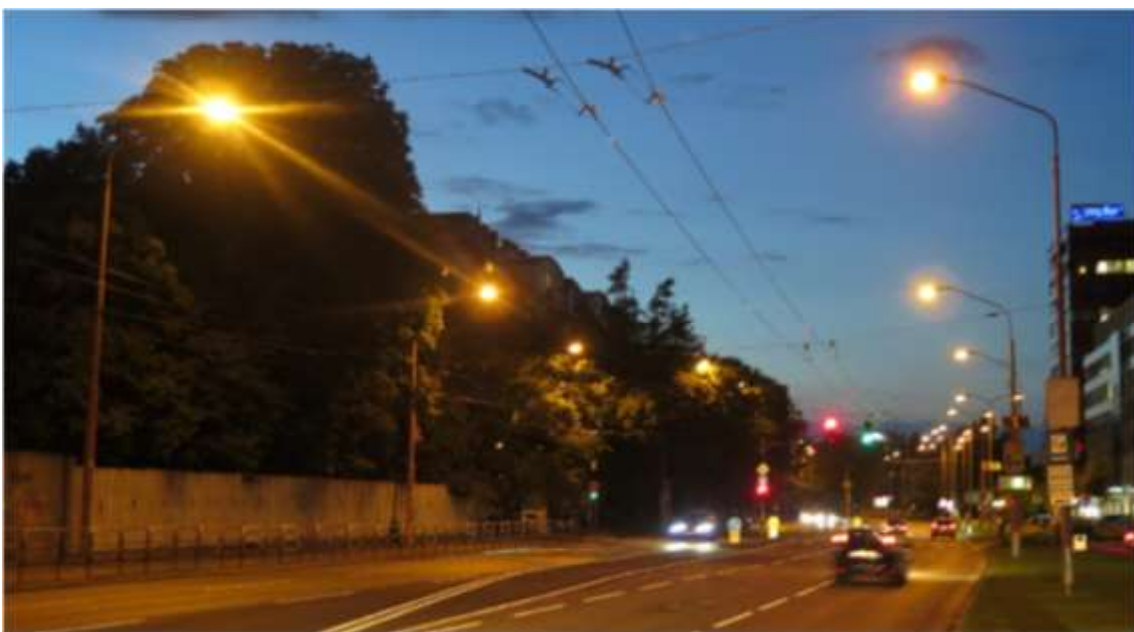


Obrázok č. 106 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie na Brnianskej ulici

Väčšina komunikácií má pravidelnú osvetľovaciu sústavu (Obrázok č. 105, až Obrázok č. 113) a subjektívne dostatočné osvetlenie s vyhovujúcimi parametrami. Dôvodom sú vyššie osvetľovacie stožiare, dostatočné rozstupy stožiarov, dostatočný príkon svietidiel s kvalitnou optikou. Uvedené platí tak pre mestské radiály, ako aj pre komunikácie v individuálnej a hromadnej bytovej výstavbe s technickými (uličnými) svietidlami, komunikácie v priemyselných oblastiach, peších zónach atď.



Obrázok č. 107 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie na Gagarinovej ul.



Obrázok č. 108 - Intenzívne a rovnomerné osvetlenie Karadžičovej ul.



Drieňová



Karpatská

Obrázok č. 109 - Rovnomerné osvetlenie miestnych komunikácií s jednostrannou sústavou

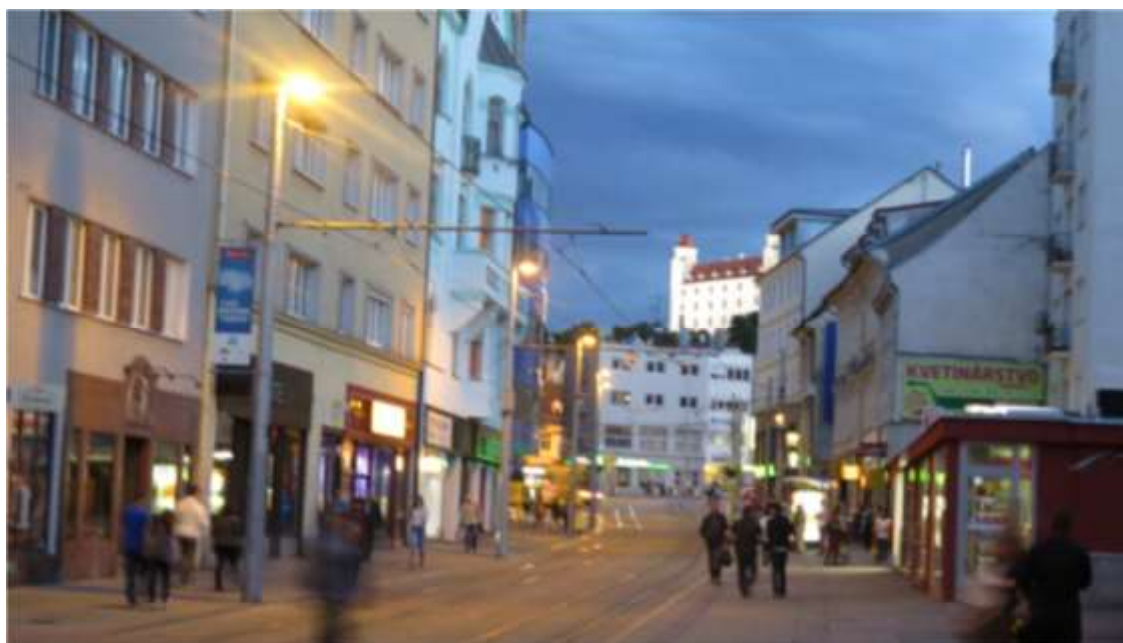


Obrázok č. 110 - Rovnomerné osvetlenie pomocou vysokých stožiarov na Železničnej ulici

V časti Železničnej ulice sú stožiare nadmerne vysoké (pozri kap. 2.6.1.5), svetelný tok zo svetidiel sa tak rozptyľuje na väčšiu plochu a nie efektívne na osvetľovanú komunikáciu. Kvalita osvetlenia tým netrpí (svedčí o tom aj Obrázok č. 110), ale horšia je hospodárnosť osvetlenia.



Obrázok č. 111 - Biela farba svetla zo svietidiel s halogenidovou výbojkou na Konopiskej ulici



Obrázok č. 112 - Osvetlenie pešej zóny na Obchodnej ulici



Obrázok č. 113 - Zdvojené svetelné miesta na námestí SNP

Osvetlenie vnútroblokových oblastí

Komunikácie vo vnútroblokoch sú širšie a zahŕňajú aj parkovacie miesta a chodníky, ktoré treba osvetliť. Preto aj pôvodné stožiare sú v týchto oblastiach vyššie. Pri vyšších stožiaroch je potrebné zabezpečiť vyššie príkony. Osvetlenie má potom patričnú kvalitu, čo sa dá subjektívne zhodnotiť aj z Obrázku č.

114 a Obrázku č. 115.



Obrázok č. 114 - Osvetlenie vnútroblokov na Koprivnickej ulici z vysokých stožiarov



Obrázok č. 115 - Vysoké stožiare vo vnútroblokových oblastiach na Belinského ulici

Osvetlenie komunikácií s parkovými svietidlami

Parkové stožiare nie sú najvhodnejšie na osvetlenie komunikácií pre motorizovanú (alebo zmiešanú) premávku, bližšie vysvetlenie je v kap. 2.6.1.5. Pri nočnej kontrole boli predpoklady jednoznačne potvrdené, subjektívne sa kvalita osvetlenia dá zhodnotiť aj zo zachytených fotografií na Obrázku č. 116 až Obrázku č. 120. Napríklad podľa súčasne platných noriem, ak uvažujeme pre vozovku jasové triedy osvetlenia M5 alebo M6, vyžaduje sa celková rovnomernosť osvetlenia 0,4. Na Chotárnej ulici je zreteľné typické pruhovanie s tmavými pruhmi medzi stožiarmi, pretože smerovanie svetelného toku nie je pre danú geometriu sústavy dostatočne široké. Výsledkom je nízka hodnota pozdĺžnej rovnomernosti osvetlenia. Stožiare sú relatívne nízke a majú štandardné alebo dokonca skrátené rozstupy (pod 25 m).



Obrázok č. 116 - Typické „pruhovanie“ so zhoršenou pozdĺžnou rovnomernosťou osvetlenia na Chotárnej ulici

Znížená kvalita osvetlenia je ešte viac zvýraznená na komunikáciách s parkovými svietidlami s guľovým difúzorom Kugel. Obrázok č. 119 a Obrázok č. 120 dokumentujú jednoznačne nevyhovujúci stav osvetlenia. Na Černockého ulici je charakter osvetlenia daný použitím parkových svietidiel s guľovým difúzorom, v kombinácii s ortuťovými výbojkami a stromoradiťmi. Takéto osvetlenie je však v Bratislave iba výnimočné.



Obrázok č. 117 – Parkové stožiare na Borinskej ulici



Obrázok č. 118 - Horšia rovnomernosť osvetlenia parkovými svetidlami na Alstrovej ulici



Obrázok č. 119 - Typické „pruhovanie“ so zhoršenou pozdĺžnou rovnomernosťou osvetlenia na Muránskej ulici



Obrázok č. 120 - Osvetlenie Černockého ulice so svietidlami s guľovým opálovým difúzorom
Osvetlenie komunikácií s distribučnými stožiarmi

V sústavách s distribučnými stožiarmi sa jednoznačné problémy s kvalitou osvetlenia dali očakávať v prípadoch, kde sú svietidlá inštalované len na každom druhom stožiar (Telocvičná, Priehradná, časť Podpriehradnej). Takýchto prípadov nie je veľa, sú ojedinelé. Keďže rozstupy svetelných miest sú

prakticky dvojnásobné, výsledkom je nízka úroveň osvetlenia, nízka celková aj pozdĺžna rovnomernosť osvetlenia.

Ďalším problémom niektorých distribučných stožiarov je ich väčšia vzdialenosť od okraja osvetľovanej komunikácie. Pri vzdialenosti stožiarov do 5 m bolo ešte osvetlenie dostatočne vyhovujúce (subjektívne) a predpoklady sa tak nepotvrdili. Výnimkou je Rajtáková ulica, kde sú distribučné stožiare umiestnené pri chodníku, svietidlá preto nedosvetia na vozovku.

Väčšina osvetľovacích sústav na distribučných stožiaroch má svietidlá inštalované na každom stožiar, stožiare nie sú ďaleko od kraja a ich rozstupy sú primerané. Tomu zodpovedá aj kvalita osvetlenia, ktorá je adekvátne charakteru osvetľovaných komunikácií (Obrázok č. 121).



Obrázok č. 121 - Dostatočne intenzívne a rovnomerné osvetlenie svietidlami na distribučných stožiaroch na Kováčovej ulici

Vážne problémy s kvalitou osvetlenia vykazujú osvetľovacie sústavy so svietidlami Trilux 9331, ktoré z dôvodu ostrých špičiek v krivkách svetivosti (Obrázok č. 98) spôsobujú na osvetľovaných komunikáciách ostré svetelné pruhy kontrastujúce s výslovne tmavými miestami. Svietidlá tohto typu sú použité iba na distribučných stožiaroch. Takéto osvetlenie je napr. na Biskupickej, Odeskej alebo Bulharskej ulici (Obrázok č. 122).



Obrázok č. 122 - Vysoko nerovnomerné osvetlenie svietidlami Trilux 9331 na Bulharskej ulici

Špecifická situácia je na Oráčskej ulici v MČ Rača, kde sú svietidlá umiestnené len na križovatkách a orientované sú do križujúcich komunikácií. Samotná Oráčska ulica tak nemá vlastné osvetlenie, čomu zodpovedá aj nízka kvalita osvetlenia (Obrázok č. 123). Riešením by mohlo byť pridanie svietidiel na existujúce stožiare a ich smerovanie na Oráčsku ulicu.

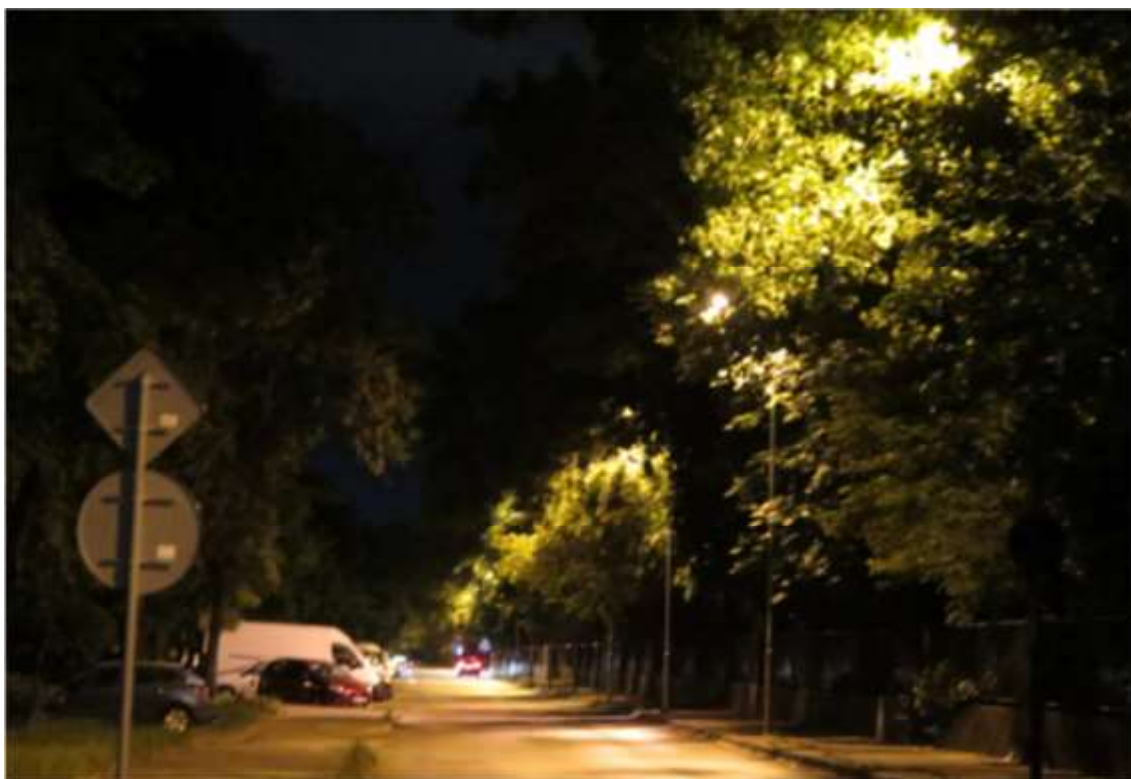


Obrázok č. 123 - Neosvetlená Oráčska ulica v oblasti s distribučnými stožiarom

Osvetlenie komunikácií so stromoradiám

Stromy na komunikáciách sú veľmi dôležité pre životné prostredie. Rozkošatené stromy však môžu brániť smerovaniu svetelného toku na cieľové komunikácie. Metodika výpočtu verejného osvetlenia v zmysle normy STN EN 13201-3^[A21] implicitne predpokladá, že smerovaniu svetelného toku nebránia žiadne prekážky. Univerzálne riešenie tohto problému však neexistuje, pretože životnosť stožiarov je vysoká (viac ako 20 rokov) a stromy rastú a menia sa oveľa rýchlejšie. Tak sa mení aj aktuálna situácia. Stožiare by zásadne mali byť umiestňované medzi stromami a nie v ich blízkosti, čo opačne platí aj pre výsadbu stromov (ak boli stožiare inštalované skôr). Pri štandardnom rozstupe stožiarov 30 m a vhodných závesných výškach sa dá nájsť vyhovujúce riešenie. Väčšina prípadov so stromoradiám však takýto prístup postráda. Dôležité je aj pravidelné zabezpečenie orezov. Svietidlá by nemali byť "utopené" v korunách stromov. Ak je to možné, najlepším riešením je umiestnenie stožiarov na jednej strane komunikácie a stromov na druhej strane.

Príkladom vyhovujúceho osvetlenia komunikácií so stromoradiám je ulica Maximilána Hella (Obrázok č. 124), kde sú svietidlá medzi korunami a z pohľadu vodiča ich nevidno, svetelný tok však dopadá aj medzi stožiare a rovnomernosť osvetlenia je pomerne dobrá, čo je z obrázku zrejmé. Na Studenohorskej ulici (Obrázok č. 125) sú svietidlá tesne pod korunami stromov a osvetlenie je subjektívne vcelku dobre hodnotené, iba lokálne sa vyskytujú tmavšie tieň. Naopak, na ulici Pri gaštanovej aleji sa na komunikácii vytvárajú výrazné tmavé tieň.



Obrázok č. 124 - Svietidlá v korunách stromov na ulici Maximilána Hella



Obrázok č. 125 - Svietidlá pod korunami stromov na Studenohorskej ulici



Obrázok č. 126 - Výrazné tmavé tieňe na komunikácii so stromoradiím (Pri gaštanovej aleji)

Osvetlenie prechodov pre chodcov



Obrázok č. 127 - Osvetlenie prechodu pre chodcov na ulici Palisády

Na osvetlenie prechodov pre chodcov (Obrázok č. 127) sú použité na to určené svietidlá so špecifickými fotometrickými vlastnosťami. Na prechode je výrazne zvýšená horizontálna osvetlenosť. Vertikálna osvetlenosť nebola hodnotená (ani vizuálne).

2.6.4 Zhrnutie

Nález:

- Systematické číslovanie svetelných miest a rozvádzačov, ktoré je párované medzi pasportom, GIS mapou a reálnymi prvkami v teréne, umožňuje jednoznačne a rýchlo identifikovať svetelné miesta pri správe, servise a údržbe.
- Svietidlá sú napriek veku blížiacemu sa menovitej životnosti stále v dobrom technickom stave. Vyznačujú sa len veľmi malým znečistením optických častí, ktoré nepodstatnou mierou znižujú svetelný tok vychádzajúci zo svietidla.
- Svietidlá Trilux 9901 majú nekvalitné uchytenie krytu optickej časti, ktorý zo svietidiel odpadáva a na svietidlách potom chýba, svetelný zdroj a optika svietidla nie sú patrične chránené pred poveternostnými vplyvmi.
- Pôvodné oceľové osvetľovacie stožiare sú bežne skorodované v spodnej časti, približne do výšky 1 m. Značná korózia je bežná na úplnom spodku stožiara, pri mieste votknutia do zeme a tiež pod zemou. Väčšina týchto stožiarov je v havarijnom stave a vyžaduje neodkladnú výmenu. Niektoré stožiare sú už tak porušené, že ich bolo nevyhnutné zrezať nad miesto zaslučkovania vedenia.
- Pozinkované stožiare, ktorých vek sa blíži k hranici menovitej životnosti 20 rokov, sú stále v dobrej kondícii a nevykazujú výraznejšie známky korózie. Slabá povrchová korózia bola zistená len ojedinele na tele niektorých stožiarov, nie v spodných častiach.
- Výložníky na distribučných stožiaroch sú skorodované.
- Staré vedenia typu AYAY vykazujú časté káblové poruchy.

- Nové káblové vedenia vykazujú káblové poruchy po alebo pri rozkopávkových prácach nedodržaním príslušných technologických postupov a nevyhnutnej opatrnosti.
- Na kontrolovanej trase bolo zistených 286 nefunkčných svetelných miest.
- Rozvádzače RVO sú v dobrom technickom stave.
- Osvetlenie prevažnej väčšiny miestnych komunikácií je subjektívne hodnotené veľmi pozitívne – dostatočná úroveň osvetlenia s dobrou celkovou aj pozdĺžnou rovnomernosťou.
- Osvetľovacie sústavy s parkovými stožiarmi poskytujú osvetlenie s horšou rovnomernosťou osvetlenia, s typickým striedaním svetlých a tmavých pruhov.
- Osvetľovacie sústavy s distribučnými stožiarmi sú väčšinou vyhovujúce, čomu pomáha nezvyčajne dobrá geometria distribučných stožiarov. Výnimky existujú na komunikáciách, kde sú svietidlá inštalované len na každom druhom stožiarí alebo kde sú iné geometrické anomálie.
- Výrazne kontrastné striedanie svetlých a tmavých pásov sa vyskytuje v sústavách s distribučnými stožiarmi, kde sú inštalované svietidlá Trilux 9331. Príčinou je nevhodná optika svietidla s ostrými špičkami v krivke svetivosti.
- Na niektorých uliciach so stromoradiám sa vyskytujú tmavšie tieň.

Hodnotenie:

- Stav osvetľovacích zariadení a kvalita osvetlenia rekonštruovaných a nových osvetľovacích sústav je v prevažnej väčšine prípadov plne vyhovujúca. Výnimky sú len ojedinelé a majú rôzne príčiny.
- Zásadné technické problémy majú pôvodné nerekonštruované osvetľovacie stožiare, ktoré sú z dôvodu korózie v havarijnom stave. Podobne aj staré typy podzemných káblových vedení sú z dôvodu častých káblových porúch v stave neekonomickej prevádzky.

Odporúčania:

- Doplniť čísla svetelných miest na stožiare, kde chýbajú. Systém číslovania svetelných miest zosúladiť na najnovší formát.
- Vymeniť poruchové a fotometricky nevyhovujúce svietidlá značky Trilux.
- Perspektívne vymeniť parkové svietidlá na komunikáciách pre motorovú a/alebo zmiešanú premávku za technické svietidlá s vhodnou krivkou svetivosti.
- Vymeniť všetky pôvodné oceľové stožiare za nové pozinkované stožiare. Pri stanovení výšky stožiarov a prípadne ich nových pozícií optimalizovať hospodárnosť osvetlenia pri dodržaní fotometrických požiadaviek na osvetlenie, vypracovať kvalitný svetelnotechnický návrh podložený svetelnotechnickým výpočtom!
- Vymeniť všetky staré typy podzemných káblov AYAY.
- Vymeniť všetky výložníky na distribučných stožiaroch za pozinkované výložníky. Dĺžky výložníkov a ich výšku stanoviť na základe svetelnotechnického návrhu s optimalizovanou hospodárnosťou osvetlenia pri dodržaní fotometrických požiadaviek na osvetlenie.
- Doplnenie svietidiel na každý distribučný stožiar tam, kde sú v súčasnosti inštalované svietidlá len na každom druhom stožiarí. Doplniť svietidlá na existujúce distribučné stožiare na Orácskej ulici v miestach križovania s inými komunikáciami.
- Sledovať vývoj rastu drevín na uliciach so stromoradiám, zabezpečovať pravidelné orezy korún.

2.7 Prevádzka a údržba sústavy verejného osvetlenia

2.7.1 Spínanie, riadenie a monitorovanie sústavy verejného osvetlenia

Prevádzkový čas verejného osvetlenia

Ročný prevádzkový čas verejného osvetlenia je daný diaľkovým spínaním osvetlenia systémom HDO z distribučnej spoločnosti elektriny. Spínací diagram je individuálne dohodnutý medzi prevádzkovateľom verejného osvetlenia a distribučnou spoločnosťou, konkrétne údaje neboli k spracovaniu auditu k dispozícii. Preto sa pri orientačnom určení ročného prevádzkového času osvetlenia vychádza z nižšie uvedených predpokladov.

Podmienky pre spínanie verejného osvetlenia udávala norma STN 36 0400^[A15], ktorá síce už neplatí, dá sa však na určenie časov spínania aplikovať (tieto požiadavky nie sú obsahom žiadneho aktuálne platného normatívneho dokumentu). Pri časovom, programovom alebo podobnom spínaní (t.j. nie na základe intenzity denného svetla) norma požadovala zapnutie osvetlenia 1/2 hodinu po západe slnka v zimnom období a 3/4 hodinu po západe slnka v letnom období. Rovnaké časové intervaly sa vzťahujú na vypnutie osvetlenia pred východom slnka.

Pre podmienky Slovenska, konkrétne pre Bratislavu, boli vykonané výpočty východu a západu slnka^[A42]. Tento rozsah definuje tzv. *astronomický čas* prevádzky verejného osvetlenia, ktorý sa počas roka mení a v celoročnom súčte predstavuje 4 357 hodín. Po západe slnka (a podobne pred východom slnka) je však ešte stále intenzita denného svetla dostatočná a umelé osvetlenie nie je potrebné. Norma STN 36 0400 napríklad pre systémy s fotobunkou požadovala nastavenie na zapnutie osvetlenia pri poklese intenzity denného svetla pod 80 lx v oblastiach hustej zástavby alebo na významných komunikáciách v ostatných prípadoch pri poklese intenzity pod 50 lx. Podľa súčasných predstáv sa tento čas má zosúladiť s požiadavkami noriem na úroveň osvetlenia pre príslušnú triedu komunikácie. Meraním parametrov osvetlenia bola zistená priemerná osvetlenosť väčšiny komunikácií okolo 30 lx, čo sa dá použiť ako východisková hodnota. Predpoklady o dostatočnej intenzite denného svetla boli potvrdené aj približne dvojročnými meraniami podmienok pri východe a západe slnka^[A40]. Napríklad v čase západu slnka je intenzita denného svetla rádovo stovky luxov, rýchlo však klesá. Na základe priebehov boli stanovené časy dosiahnutia rôznej intenzity osvetlenia v rôznych časových obdobiach. Ak by sa uplatnili časové hranice stanovené normou STN 36 0400, v celoročnom súčte by bol ročný čas prevádzky verejného osvetlenia pre Bratislavu presne **3 900 h**. Na Slovensku sa štandardne uplatňuje ročný čas prevádzky verejného osvetlenia 4 000 h. Treba upozorniť, že vyššie uvedené hodnoty platia pre nezatienený terén, za ktorý sa dá považovať aj územie mesta Bratislavy. V horských regiónoch tieto podmienky nemusia platiť.

Počas vizuálnej prehliadky verejného osvetlenia boli zaznamenané časy zapnutia verejného osvetlenia podľa Tabuľky č. 56. Na porovnanie je v tabuľke uvedený aj čas dosiahnutia 30 lx denného svetla na základe publikácie^[A40]. Úroveň 30 lx bola zvolená z dôvodu, že meraním intenzity osvetlenia na vybraných komunikáciách bola zistená približne táto priemerná hodnota osvetlenosti. Z údajov v tabuľke vyplýva, že osvetlenie sa zapína skôr, než sa dosiahne úroveň poskytovaná umelým osvetlením. Treba ale počítať aj s nábehom svetelného toku približne 5 minút.

Rozdiel pre dátum najbližší k dátumu merania predstavuje približne 15 minút. Ak je tento čas symetrický aj pri východe slnka, denne predstavuje rozdiel 0,5 hodiny a za predpokladu rovnakých podmienok počas roka môže byť rozdiel v ročnom čase svietenia 182 hodín v porovnaní s uvažovaným prevádzkovým časom osvetlenia 3 900 h, t.j. môže dosahovať ročný čas svietenia **4 082 hodín**. Uvedené čísla však platia len za stanovených predpokladov, počas roka môžu byť rozdiely odlišné. Presné údaje o ročnom prevádzkovom čase verejného osvetlenia sa dajú odvodiť len zo spínacích kriviek systému HDO.

Tabuľka č. 56 - Čas zapnutia verejného osvetlenia v kontrolných dňoch

Dátum	Čas zapnutia osvetlenia	Čas dosiahnutia 30 lx ¹¹
24.5.2016	20:50	21:18
29.5.2016	20:56	
31.5.2016	21:00	
2.6.2016	21:02	

Spôsob riadenia časového postupu spínania osvetlenia

Spínanie verejného osvetlenia je zabezpečené systémom hromadného diaľkového ovládania HDO, kde sa riadiace signály posielajú vo forme telegramov po silovej elektrickej sieti. Signály spracúvajú prijímače HDO umiestnené v rozvádzačoch RVO (Obrázok č. 128). Signál je vysielaný distribučnou spoločnosťou (ZSD) na základe požiadaviek prevádzkovateľa.



Obrázok č. 128 - Prijímače signálu HDO

Aby zapnutie verejného osvetlenia neprebehlo súčasne v celom meste, čo predstavuje viac ako 5 MW inštalovaného príkonu, ovládanie systému HDO je rozdelené do 7 stupňov, ktoré sa spínajú postupne.

Zapínanie iluminácie objektov je spojené s verejným osvetlením. Niektoré iluminované objekty sú vypínané na základe špeciálneho telegramu.

V súvislosti so zavádzaním systémov inteligentného merania sa uvažuje s ukončením prevádzky systému HDO. Z tohto dôvodu bude potrebné v budúcnosti zmeniť spôsob spínania verejného osvetlenia.

Ovládanie systémom HDO sa postupne dopĺňa o GSM moduly pripojené k riadiacemu systému. Po ukončení poskytovania signálu HDO je tak zaručená kontinuita ovládania verejného osvetlenia. Počas auditu neboli zistené podrobnejšie údaje o spôsobe určenia času zapnutia a vypnutia osvetlenia, ktoré sa sprostredkujú cez GSM do jednotlivých rozvádzačov RVO.

¹¹ Čas dosiahnutia 30 lx intenzity denného svetla 16. júna (deň merania)

Monitorovanie

Prevádzka rozvádzačov RVO sa monitoruje prostredníctvom riadiaceho systému Simatic. Systém je prepojený s centrálou prevádzkovateľa prostredníctvom siete mobilného operátora. V niektorých rozvádzačoch sa meria prúd a informácie spracúva riadiaci systém. Riadiaci systém tiež zaznamenáva otvorenie dvierok rozvádzača a informáciu odosiela do centrály prevádzkovateľa.

Dispečing verejného osvetlenia



Janka Alexyho

Kremeľská

Kremeľská

Obrázok č. 129 - Informačné tabule s kontaktnými údajmi na hlásenie porúch

Hlavný prevádzkový dispečing verejného osvetlenia sa nachádza v sídle prevádzkovateľa VO. Poruchy sa dajú telefonicky nahlasovať aj prostredníctvom správcu verejného osvetlenia (Obrázok č. 129, Obrázok č. 130), ktorý poruchy následne zadáva prostredníctvom terminálu do systému hlavného prevádzkového dispečingu. Každú hodinu sa nahlasuje 5 až 6 porúch verejného osvetlenia.



Obrázok č. 130 - Štítok s telefonickým kontaktom pre hlásenie porúch

Servisný dispečing sa nachádza na prevádzkovom pracovisku, pričom preberá údaje o nahlásených poruchách z hlavného dispečingu a sprostredkúva hlavnému dispečingu výsledky zásahov. Servisný dispečing slúži na komunikáciu a chronologickú evidenciu zásahov na servisnej úrovni.

Prevádzkový dispečing verejného osvetlenia je autonómne fungujúci systém, do ktorého sa udalosti zaznamenávajú automaticky alebo ručne. Systém je umiestnený u prevádzkovateľa verejného

osvetlenia. Prístup k údajom je ale distribuovaný a pracovníci s definovanými prístupmi pracujú s údajmi prostredníctvom mobilných zariadení (tablet, smartfón a pod.).

2.7.2 Spôsob stanovenia udržiavacieho činiteľa

Udržiavací činiteľ je stanovený jednotne pre celé územie mesta Bratislava bez zohľadnenia stupňa znečistenia a zložiek udržiavacieho činiteľa vychádzajúcich z charakteristík svetelných zdrojov. Udržiavací činiteľ bol stanovený v rámci modernizácie osvetlenia v rokoch 1996-2003 a je súčasťou svetelnotechnických výpočtov. Stanovenie udržiavacieho činiteľa nie je vykonané v súlade so smernicou CIE 154, ktorá bola vydaná až v roku 2003. Udržiavací činiteľ je určený v súlade s prístupmi používanými v čase spracovania svetelnotechnických výpočtov, ako je to implementované aj vo výpočtovom programe SiSTRA III. Udržiavací činiteľ má hodnotu **0,80** a skladá sa z týchto zložiek:

- prevádzkový činiteľ (*Praxisfaktor*): **0,95**
- činiteľ poklesu svetelného toku (*Verminderungsfaktor*): **0,85**

2.7.3 Plán údržby

Z hľadiska prevádzky a údržby verejného osvetlenia je územie hlavného mesta SR Bratislavy rozdelené do 5 celkov a na 110 homogénnych lokalít. Ulice sú očíslované a priradené mestským častiam.

Prevádzkovateľ VO v rámci prevádzky a údržby poskytuje tieto služby:

- PS** – poruchová služba
- HS** – havarijná služba
- DSZ** – dokladovanie svetelných zdrojov (po výmene)

Prevádzkovateľ VO má vypracovaný plán údržby, ktorý pozostáva z viacerých samostatných dokumentov tvoriacich ucelenú dokumentáciu:

- Prevádzkový poriadok (Zásady prevádzky verejného osvetlenia)
- Technologické postupy
- Pravidlá BOZP
- Revízny poriadok (Plán OpaOS vyhradeného technického zariadenia)
- Kontrolný systém

Tieto dokumenty sa pravidelne aktualizujú. Podrobnejšie informácie o obsahu týchto dokumentov sú v kap. 2.1. Kontrolný systém má k dispozícii každý kontrolór.

Svetelné zdroje sa nevymieňajú skupinovo, ale individuálne. Vo všeobecnosti je skupinová výmena svetelných zdrojov efektívnejšia, pri individuálnej výmene zdrojov nie je zabezpečená výmena výbojok, ktorých svetelný tok klesol pod stanovenú hranicu. Špecifikom verejného osvetlenia v hlavnom meste je však veľmi rýchla cyklácia výbojok z rôznych dôvodov (vysoká miera vandalizmu, otrasy od intenzívnej dopravy, značné otrasy na trolejových stožiaroch). Výbojky sa tak zvyčajne vymenia skôr ako sa dosiahne potreba výmeny z dôvodu poklesu svetelného toku.

Každý rok sa vymení približne 40 % svetelných zdrojov, pričom pôvodne bola miera výmeny okolo 30 %. Výmena svetelných zdrojov sa vykonáva asi trikrát za rok. Raz za desať rokov sa vypracúva analýza sústavy verejného osvetlenia, ktorá okrem iného analyzuje aj príčiny porúch a dá sa z nej vyčítať miera vandalizmu.

Skupinová výmena svetelných zdrojov sa realizuje na mostoch a v podchodoch. Vo väčšom počte sú v týchto aplikáciách inštalované žiarivkové svietidlá. Vážnym problémom je vandalizmus, svietidlá sú relatívne prístupné pre verejnosť a aj napriek mechanickému krytiu sú vystavené intenzívnemu

vandalizmu. Z dôvodu vandalizmu sa každý rok vymení aj cca 60 % svetelných zdrojov vo svietidlách na parkových stožiaroch, ktoré majú výšku iba 4 m a sú tak prístupnejšie.

Pri takejto frekvencii výmeny svetelných zdrojov sa nedosiahne pokles svetelného toku pod hranicu efektívnej prevádzky (zložka LLMF udržiavacieho činiteľa), preto sa toto hľadisko pri údržbe verejného osvetlenia neberie do úvahy.

Ak sa vyskytne výpadok svetelných zdrojov na susedných svetelných miestach, zvyčajne to indikuje systémová porucha – napr. zlé prevádzkové podmienky, napätie mimo tolerancie, káblová porucha a pod.

Každý servisný zásah sa eviduje. Preto aj každá výmena svetelných zdrojov je evidovaná dátumom výmeny a dá sa dohľadať prevádzkový čas výbojok.

Pri kontrole vybraných vzoriek boli zistené prevádzkové časy výbojok, ktoré už prekročili bežné trojročné cykly výmeny.

Pre plánovanú obnovu jednotlivých prvkov verejného osvetlenia prevádzkovateľ VO uvažuje menovité hodnoty životnosti podľa nasledujúcej tabuľky.

Obrázok č. 131 - Menovitá životnosť vybraných prvkov verejného osvetlenia stanovená prevádzkovateľom na základe odborných skúseností

Technický prvok	Menovitá životnosť
Uličné svietidlá zatvorené	10 rokov
Uličné svietidlá otvorené	5 rokov
Stožiare a výložníky VO oceľové	20 rokov
Stožiare betónové	30 rokov
Elektrovýzbroj stožiarov	10 rokov
Elektrické vedenie vonkajšie pre napojenie VO	20 rokov
Podzemné káblové vedenie pre napojenie VO	30 rokov

Hodnoty menovitej životnosti sú určené na základe skúseností. Súčasná technologická úroveň technických prostriedkov však dáva predpoklad pre dlhšiu menovitú životnosť – napríklad pri kvalitných uličných svietidlách sa dá predpokladať menovitá životnosť 20 rokov (uplatňovanie 10-ročnej životnosti pri obnove verejného osvetlenia by bolo ekonomicky neefektívne), uvedená životnosť oceľových stožiarov sa dá uplatňovať aj pre tenkostenné pozinkované stožiare (prípadne aj dlhšia) a dlhšia životnosť sa dá predpokladať aj pre podzemné vedenia vyhotovené z kvalitných celoplastových káblov. Snaha oceniť technickú životnosť prvkov verejného osvetlenia sa musí hodnotiť veľmi pozitívne, pretože v súčasnosti nie sú v tomto smere dohodnuté žiadne normatíva a plán cyklov obnovy jednotlivých prvkov musí vychádzať práve z takýchto predpokladov.

2.7.4 Prevádzka cudzích inštalácií

V rámci merania elektrických parametrov boli identifikované odbery nesúvisiace s verejnými osvetlením:

- Z rozvádzača RVO-0002 bola napájaná dopravná signalizácia. Signalizácia mala odber 3 A jednofázovo,
- Z rozvádzača RVO-0012 bola napájaná dopravná signalizácia. Signalizácia mala odber trojfázový odber $I_{L1} = 2,9 \text{ A}$; $I_{L2} = 10,4 \text{ A}$; $I_{L3} = 17,6 \text{ A}$,
- Z rozvádzača RVO-0291 boli v minulosti napájané telefónne búdky. V súčasnosti je odber odpojený (vypnutý istič).

V prípade striktného oddelenia dopravnej signalizácie od verejného osvetlenia bude nutné zabezpečiť samostatné merané napájanie.

Vianočné osvetlenie si objednávajú priamo mestské časti u prevádzkovateľa verejného osvetlenia. V súčasnosti sa na slávnostné osvetlenie používajú úsporné zdroje svetla (najmä LED), pripojený príkon preto nie je veľký. Niekde sa ešte na osvetlenie používajú aj žiarovky. Odber na slávnostné osvetlenie sa nemeria, meranie by bolo technicky komplikované a neefektívne, spotreba energie sa stanovuje na základe pripojeného príkonu a prevádzkového času osvetlenia. Svetelné prvky a systémy sa pripájajú priamo k svietidlám verejného osvetlenia alebo k elektrovýzbroji stožiarov.

Podľa vyjadrenia prevádzkovateľa verejného osvetlenia existujú prípady napájania zariadení iných subjektov z rozvádzačov verejného osvetlenia. Ide najmä o situácie, kedy by budovanie elektrickej prípojky bolo nákladné alebo ak ide o krátkodobý odber:

- Napájanie automatov na predaj cestovných lístkov MHD. Tieto odbery nie sú merané a fakturované.
- Osvetlenie niektorých prístreškov pre zastávky MHD a reklamných plôch. Tieto zastávky sú majetkom firmy JC Decaux Slovakia na základe zmluvy s Magistrátom hlavného mesta SR Bratislavy. Tieto odbery nie sú merané a fakturované.
- Dočasné odbery napr. počas konania spoločenských akcií. Tieto odbery sú fakturované na základe merania alebo paušálne.

2.7.5 Zhrnutie

Nález:

- Spínanie osvetlenia sa vykonáva prostredníctvom telegramov hromadného diaľkového ovládania HDO, ktoré po silovej sieti šíri distribučná spoločnosť elektriny.
- Spínanie verejného osvetlenia je odstupňované (7 stupňov) z dôvodu, aby nedochádzalo k skokovému pripojeniu veľkej inštalovanej záťaže (okolo 5 MW).
- Kontaktným údajom pre nahlasovanie porúch verejného osvetlenia je telefónne číslo na dispečing (pevná linka). Väčšie informačné tabule sú sporadicky rozmiestnené na niektorých stožiaroch verejného osvetlenia. Nalepovacie štítky sú však prakticky na každom stožiar, kde je umiestnený aj štítok s označením svetelného miesta.
- Udržiavací činiteľ je stanovený podľa starších prístupov (používaných v čase modernizácie osvetlenia) jednotne na hodnotu 0,80.
- Z dôvodu vandalizmu je cyklovanie výmeny svetelných zdrojov veľmi rýchle. Svetelné zdroje sa preto vymieňajú individuálne a nie skupinovo. Štatisticky sa predpokladá, že svetelné zdroje sa vymenia skôr, ako nastane pokles svetelného toku pod hranicu ekonomickej životnosti.
- Prevádzkovateľ verejného osvetlenia má na základe skúsenosti stanovenú menovitú živostnosť vybraných prvkov.
- Napájanie cudzích inštalácií z rozvádzačov verejného osvetlenia nie je merané. Je fakturované na základe času prevádzky a inštalovaného príkonu (vianočné osvetlenie) alebo nie je fakturované vôbec (dopravná signalizácia, osvetlenie prístreškov MHD).

Hodnotenie:

- Spínanie pomocou systému HDO je pomerne spoľahlivou metódou. V súčasnosti sa však od nej ustupuje z dôvodu vyšších prevádzkových nákladov a nástupu iných technológií.
- Veľmi dobre dostupné kontaktné údaje pre nahlasovanie porúch verejného osvetlenia sú takmer na každom stožiar.
- Plán údržby pozostáva z viacerých dokumentov a je veľmi dobre rozpracovaný.

- Pri systéme individuálnej výmeny svetelných zdrojov sa nedá garantovať, že individuálne niektoré svetelné zdroje nebudú v stave pod hranicou ekonomickej životnosti (pokles svetelného toku pod 85 % počiatočnej hodnoty).

Odporúčania:

- Distribučná spoločnosť má v pláne ukončiť prevádzku HDO. Preto treba uvažovať nad alternatívnym spôsobom spínania verejného osvetlenia a zachovať pritom časovo odstupňované spínanie.
- Telefonický kontakt pre nahlasovanie porúch by bolo vhodné doplniť o kontaktný e-mail a SMS.
- Aktualizovať hodnoty menovitej životnosti prvkov sústavy verejného osvetlenia. Pre moderné svietidlá, pozinkované stožiare a kvalitné káble sa dá predpokladať dlhšia menovitá životnosť.

2.8 Návrh racionalizačných opatrení a odhad možných úspor energie

2.8.1 Všeobecne

2.8.1.1 Návrh etapovitosti modernizácie osvetlenia

Modernizáciu osvetľovacej sústavy sa odporúča rozložiť na viacero etáp s päťročnými cyklami. Zložitejšie alebo finančne a technicky náročnejšie opatrenia je vhodné riešiť priebežne, so záťažou rozloženou na jednotlivé etapy.

Tabuľka č. 57 - Prehľad racionalizačných a modernizačných opatrení

ETAPA	ROKY	ZÁMER
1	5	2.8.2.1 Výmena svietidiel s ortuťovými výbojkami 2.8.2.2 Výmena svietidiel so sodíkovými výbojkami do 70 W (časť 1) 2.8.2.4 Výmena výložníkov na betónových stožiaroch 2.8.2.3 Výmena osvetľovacích stožiarov (časť 1) 2.8.2.6 Výmena vonkajších rozvodov 2.8.2.5 Výmena podzemných káblových vedení (časť 1) 2.8.2.7 Riadenie osvetlenia (časť 1) Audit verejného osvetlenia (čiastkový)
2	10	2.8.2.2 Výmena svietidiel so sodíkovými výbojkami do 70 W (časť 2) 2.8.2.3 Výmena osvetľovacích stožiarov (časť 2) 2.8.2.5 Výmena podzemných káblových vedení (časť 2) 2.8.2.7 Riadenie osvetlenia (časť 2) Audit verejného osvetlenia (komplexný)

3	15	Výmena svietidiel so sodíkovými výbojkami nad 70 W (perspektíva)
		2.8.2.7 Riadenie osvetlenia (časť 3)
		Audit verejného osvetlenia (čiastkový)
4	20	Audit verejného osvetlenia (komplexný)
5	25	Obnova osvetľovacej sústavy (perspektíva)
6	30	Obnova osvetľovacej sústavy (perspektíva)

2.8.1.2 Klasifikácia racionalizačných opatrení

V rámci technického auditu verejného osvetlenia, vychádzajúc zo zistení štúdiom podkladových materiálov a vizuálnou prehliadkou a s ohľadom na rozsah záberu auditu, boli vytypované racionalizačné opatrenia, ktorých cieľom je zabezpečiť trvalo udržateľnú a energeticky efektívnu službu verejnosti v podobe verejného osvetlenia. To predpokladá investície a opatrenia, ktoré sa z hľadiska prínosov dajú charakterizovať dvomi kategóriami:

Druh	Popis
------	-------

- | | |
|---|---|
| I | Infraštruktúrne: Sú nevyhnutné na udržanie správnej a optimálnej funkčnosti sústavy verejného osvetlenia. Sú smerované do infraštruktúry osvetľovacej sústavy (stožiare, vedenia, rozvádzače). Modernizácia týchto prvkov nepredstavuje zvýšenie energetickej efektívnosti (prípadne toto zlepšenie efektívnosti je zanedbateľné), avšak bez infraštruktúry nie je možné danú službu poskytovať. |
| E | Na zvýšenie energetickej efektívnosti: Opatrenia zamerané na zlepšenie energetickej efektívnosti osvetlenia (svetelné zdroje, svietidlá, riadenie osvetlenia), pričom týmto opatrením sa súčasne zabezpečí obnova techniky a príp. aj morálne zastaralých prvkov. |

2.8.1.3 Spôsob návrhu racionalizačných opatrení

DÔLEŽITÉ UPOZORNENIE
Vzhľadom na charakter a rozsah auditu sú vymedzené špecifikácie (počty, dĺžky, štruktúry) a cenové relácie použité na odhad nákladov potrebných na modernizáciu alebo rekonštrukciu výlučne orientačné. Za nižšie uvedeníých predpokladov sa dajú aplikovať ako rámcové.

Racionalizačné opatrenia sú navrhnuté na základe identifikácie kľúčových problémov v sústave verejného osvetlenia a tiež na základe zistenej technologickej úrovne prvkov, ktoré v sebe skrývajú možný potenciál úspor energie príp. nákladov na údržbu. Vytypovaný zoznam racionalizačných opatrení nemusí predstavovať všetky technicky a/alebo ekonomicky realizovateľné možnosti a riešenia. Vybrané opatrenia sú technicky homogénne; neriešia sa balíčky ani kombinácie opatrení. Takéto kombinácie odporúčame, ale nevyhodnotíme ich číselne.

Špecifikácie (počty, dĺžky, štruktúry) pre jednotlivé racionalizačné opatrenia sú stanovené na základe podkladových materiálov a/alebo odhadom tam, kde nebolo možné za daných podmienok získať presnejšie informácie. Náklady sú uvádzané bez DPH.

2.8.2 Návrh racionalizačných opatrení

2.8.2.1 Výmena svietidiel s ortuťovými výbojkami

ETAPA:	1	DRUH:	E
--------	---	-------	---

POPIS:

Výmena všetkých svietidiel s ortuťovými výbojkami na existujúcich svetelných miestach. Celkový počet svietidiel na výmenu **1 376 ks** je stanovený na základe zdrojovej štruktúry^[B1]. Ortuťové výbojky v súčasnosti patria medzi najmenej hospodárne svetelné zdroje vo verejnom osvetlení, ich merný výkon je približne 50 lm/W, čo je asi 50 % merného výkonu porovnateľných svetelných zdrojov v segmente sodíkových výbojok. Ortuťové výbojky sú okrem toho predmetom zákazu uvádzania na trh v súlade so smernicou o ekodizajne ^{[A25]–[A27]} (2. etapa), čo znamená, že od 13.04.2015 po vypredaní skladových zásob už nebude možné výbojky tohto druhu zaobstaráť ani na bežnú údržbu, t.j. výmenu výbojok v existujúcich svietidlách. To platí aj pre sodíkové výbojky s Penningovou zmesou (3. etapa, zákaz od 12.4.2017), ktoré boli dočasne určené ako priama náhrada ortuťových výbojok. Repasácia vnútornej elektrovýzbroje svietidla takisto nie je dovolená. Z uvedených dôvodov je potrebné tieto svietidlá vymeniť čo najskôr. Návrh uvažuje s aplikáciou moderných LED svietidiel.

PREDPOKLADY:

Prevažná väčšina svietidiel s ortuťovými výbojkami je parkového typu, s difúzorom guľového tvaru. Tieto svietidlá slúžia na osvetlenie parkových oblastí, námestí a iných spevnených plôch, komunikácií pre chodcov a výnimočne aj niektorých komunikácií s motorizovanou dopravou.

Výmena svietidiel musí rešpektovať požiadavky na osvetlenie príslušných komunikácií, čo vyžaduje spracovanie svetelnotechnického výpočtu samostatne pre každú komunikáciu. Na odhad nákladov a úspor energie sa uvažuje s príkonovým zložením podľa nižšie uvedenej tabuľky. Nové LED svietidlá sa nesmú prevádzkovať v sieťach s regulovaným napätím.

Tabuľka č. 58 - Príkonové zloženie svietidiel pre stav pred modernizáciou

Súčasný stav		
Príkon (W):	80	125
Počet (ks):	133	1243
Celkový príkon svietidiel (kW):		199,22

Tabuľka č. 59 - Príkonové zloženie svietidiel ore stav po modernizácii

Stav po modernizácii			
Príkon (W):	22	38	70
Počet (%):	20	70	10
Počet (ks):	275	963	138
Celkový príkon svietidiel (kW):			52,30

DOPADY:

Po výmene svietidiel budú inštalované nové svietidlá s menovitou životnosťou 20 rokov. Súčasne teda dôjde k technickej obnove príslušnej časti sústavy. Pred výmenou svietidiel je potrebné zvážiť technický stav stožiarov a ich prípadnú výmenu v súlade s opatrením 2.8.5. Odporúča sa, aby sa vymenili všetky oceľové stožiare bez pozinkovania. Pri inštalovaní nových stožiarov treba upresniť ich umiestnenie a počet tak, aby spolu s príkonom a optikou svietidiel vytvorili optimálne rozloženie a využitie svetelného toku.

FINANČNÁ NÁROČNOSŤ:

Odhad nákladov zahŕňa: svietidlá, práca (demontáž a montáž svietidiel), likvidácia svietidiel, plošina, dopravné náklady, inžinierske činnosti. **Orientačný rozpočet:** 1.252.000 € (bez DPH)

POTENCIÁL ÚSPOR ENERGIE:

Energetická bilancia	
Úspora inštalovaného príkonu (kW):	146,91
Úspora inštalovaného príkonu (%):	73,75
Úspora energie za rok (MWh) pri 4000 h svietenia:	587,66

2.8.2.2 Výmena svietidiel so sodíkovými výbojkami do 70 W

ETAPA:	1 – 2	DRUH:	E
--------	-------	-------	---

POPIS:

Výmena všetkých svietidiel so sodíkovými výbojkami 50 W a 70 W na existujúcich svetelných miestach. Celkový počet svietidiel na výmenu **24 442 ks** je stanovený na základe zdrojovej štruktúry ^[B1]. Návrh uvažuje s aplikáciou moderných LED svietidiel.

LED svietidlá v porovnaní so sodíkovými výbojkami 50 W a 70 W poskytujú efektívnejšie osvetlenie najmä z týchto dôvodov:

- v rozsahu príkonov (a im zodpovedajúcich svetelných tokov) sú LED svietidlá podstatne variabilnejšie, na výber je široký sortiment rôznych príkonov (svetelných tokov), ktoré sa dajú optimálne prispôsobiť situácii na riešenej pozemnej komunikácii
- optika LED svietidiel (zvyčajne šošovka pred čipom) sa vzhľadom na veľmi malé rozmery svetelného zdroja dá navrhnuť tak, aby optimálne osvetľovala komunikáciu medzi stožiarmi (pološiroká až široká krivka v rovine C0-180, pozdĺžne s osou komunikácie) a súčasne aj po šírke komunikácie (asymetrická krivka v rovine C90-270, priečne na os komunikácie).

Primárne teda prednosťou LED svietidiel nie je merný výkon (účinnosť) tohto typu svetelného zdroja, aj keď porovnaním merného výkonu svietidiel (t.j. s uvážením optickej účinnosti výbojkových svietidiel a príkonu predradníka) môžu byť LED svietidlá hodnotené ako efektívnejšie (treba však zvážiť aj životnostné charakteristiky – pokles svetelného toku počas života, mieru predčasných zlyhaní a pod.). K 50 W výbojkám ešte uvedme, že ich merný výkon okolo 81 lm/W ich značne znevýhodňuje v porovnaní s merným výkonom 70 W výbojok okolo 93 lm/W.

Jedná sa o pomerne značný rozsah výmeny svietidiel. Uvažuje sa časť svietidiel (40 %), kde príkon resp. svetelný tok nebudú znížené. Táto časť opatrenia neprinesie žiadne úspory energie, bude však potrebná z technického hľadiska. Opatrenie je preto rozdelené na dve časti – najskôr sa vymenia svietidlá prinášajúce úspory energie (etapa 1), následne sa odporúča vymeniť zvyšok svietidiel (etapa 2).

Čo sa týka svietidiel s vyšším príkonom (100 W, 150 W a vyššie), možnosti úspor energie sú zásadne odlišné. Pri týchto svietidlách sa stiera rozdiel medzi merným výkonom aj účinnosťou osvetlenia, obmedzené sú aj možnosti na zisk vyplývajúci z rozdielov v rade menovitých príkonov výbojok. Možné úspory energie sa dajú dosiahnuť pri súčasnej výmene stožiarov a pri takej optimalizácii osvetľovacej sústavy (vrátane geometrie sústavy), ktorá prinesie lepšie využitie svetelného toku. Tieto prípady sa ale musia zvážiť individuálne pre každú komunikáciu (svetelnotechnickým výpočtom) a nie sú preto riešené v tomto audite.

PREDPOKLADY:

Uvažuje sa s úplnou výmenou všetkých sodíkových výbojok s príkonom 50 W a 70 W, vrátane parkových svietidiel.

Výmena svietidiel musí rešpektovať požiadavky na osvetlenie príslušných komunikácií, čo vyžaduje spracovanie svetelnotechnického výpočtu samostatne pre každú komunikáciu. Na odhad nákladov a úspor energie sa uvažuje s príkonovým zložením podľa nižšie uvedenej tabuľky. Nové LED svietidlá sa nesmú prevádzkovať v sieťach s regulovaným napätím.

Tabuľka č. 60 - Príkonové zloženie svietidiel pre stav pred modernizáciou

Súčasný stav		
Príkon (W):	50	70
Počet (ks):	82	24 360
Celkový príkon svietidiel (kW):		2 051,16

Tabuľka č. 61 - Príkonové zloženie svietidiel po modernizácii

Stav po modernizácii					
Príkon (W):	28	38	45	55	70
Počet (%)	10	15	20	15	40

Počet (ks):	2 444	3 666	4 888	3 667	9 777
Celkový príkon svietidiel (kW):					1 313,78

DOPADY:

Po výmene svietidiel budú inštalované nové svietidlá s menovitou životnosťou 20 rokov. Súčasne teda dôjde k technickej obnove príslušnej časti sústavy. Pred výmenou svietidiel je potrebné zvážiť technický stav stožiarov a ich prípadnú výmenu v súlade s opatrením 2.8.5. Odporúča sa, aby sa vymenili všetky oceľové stožiare bez pozinkovania. Pri inštalovaní nových stožiarov treba upresniť ich umiestnenie a počet tak, aby spolu s príkonom a optikou svietidiel vytvorili optimálne rozloženie a využitie svetelného toku.

V rámci tohto opatrenia sa vymení aj cca **3 025 ks** svietidiel typu Trilux, ktoré sú všeobecne v zlom technickom stave a/alebo poskytujú značne nerovnomerné osvetlenie.

FINANČNÁ NÁROČNOSŤ:

Odhad nákladov zahŕňa: svietidlá, práca (demontáž a montáž svietidiel), likvidácia svietidiel, plošina, dopravné náklady, inžinierske činnosti. **Orientačný rozpočet:** 19.450.000 € (bez DPH)

POTENCIÁL ÚSPOR ENERGIE:

Tabuľka č. 62 - Odhadovaný potenciál úspor energie pre výmenu svietidiel so sodíkovými výbojkami 50 – 70 W

Energetická bilancia	
Úspora inštalovaného príkonu (kW):	737,39
Úspora inštalovaného príkonu (%):	35,95
Úspora energie za rok (MWh) pri 4 000 h svietenia:	2 949,54

2.8.2.3 Výmena osvetľovacích stožiarov

ETAPA:	1 – 2	DRUH:	I
--------	-------	-------	---

POPIS:

V dôsledku veku (30 – 45 rokov) a technického stavu (pokročilá korózia, najmä častí pod zemou a v mieste votknutia stožiara) predstavuje veľký počet osvetľovacích stožiarov hroziace riziko pádu. Potrebne je vymeniť všetky oceľové osvetľovacie stožiare, ktoré nie sú chránené pozinkovaním, v odhadovanom počte **17 650 ks** podľa štruktúry stožiarov^[B2/2]. Nové stožiare budú žiarovo pozinkované. Výmenou stožiarov sa súčasne optimalizuje geometria osvetľovacej sústavy (výškou stožiara a dĺžkou výložníka).

Jedná sa o značný rozsah výmeny stožiarov. Opatrenie je preto rovnomerne rozdelené na dve etapy. V skorších etapách je potrebné vymeniť tie stožiare, ktoré sú v najhoršom stave, majú najpokročilejšiu koróziu. Na tento účel má prevádzkovateľ verejného osvetlenia spracované merania korózie – úbytok hrúbky steny stožiarov a mapu priorit sanácie stožiarov, ktorá rozlišuje tri stupne ohrozenia bezpečnosti: havarijný stav (úbytok materiálu viac ako 80 %), kritický stav (úbytok materiálu viac ako 50 %) a nebezpečný stav (úbytok materiálu viac ako 20 %). Havarijný a kritický stav stožiarov je v časti Petržalky, v Karlovej Vsi, Dúbravke, Podunajských Biskupiciach a v časti Rače.

PREDPOKLADY:

Počet stožiarov na výmenu je stanovený odhadom nasledovne:

- počet stožiarov pred rekonštrukciou (stav k 31.12.2003): 42.080 ks

• počet stožiarov vymenených v rámci rekonštrukcie:	13.190 ks
• počet betónových stožiarov distribučnej sústavy:	6.301 ks
• počet trakčných stožiarov (odhad):	4.935 ks

• POČET STOŽIAROV NA VÝMENU:	cca 17.654 ks
------------------------------	---------------

Stožiare inštalované v rámci nových úsekov po roku 2003 sa považujú za vyhovujúce. Skorodované trakčné stožiare tento audit nerieši.

Výmena stožiarov musí rešpektovať požiadavky na osvetlenie príslušných komunikácií, čo vyžaduje spracovanie svetelnotechnického výpočtu samostatne pre každú komunikáciu. Výpočtom sa musí určiť vhodná výška stožiara aj vhodná dĺžka výložníka, so zohľadnením vzdialenosti každého stožiara od okraja osvetľovanej komunikácie. Na odhad nákladov sa uvažuje s výškovým zložením podľa nižšie uvedeného tabuľky a s dĺžkami výložníkov 2 m. Predpokladá sa vyšší podiel stožiarov väčších výšok, pretože stožiare na výmenu sú predovšetkým na hlavných komunikáciách (zistené vizuálnou prehliadkou).

Tabuľka č. 63 - Výškové zloženie stožiarov pre stav pred a po rekonštrukcii

Súčasný stav					
Výška (m):	4 – 5	6	8	10	12
Výška (%):	25	20	20	5	30
Počet (ks):	4 412	3 530	3 530	883	5 295
Stav po modernizácii					
Výška (m):	5	6	8	10	12
Výška (%):	15	25	30	15	15
Počet (ks):	2 647	4 413	5 295	2 648	2 647

Ak sa pri výmene stožiarov súčasne budú vymieňať aj vedenia (opatrenie 2.8.2.5), rozstupy stožiarov sa môžu optimalizovať, zväčšiť, a tak počet potrebných stožiarov môže byť nižší ako je súčasný stav!

DOPADY:

Aplikáciou tohto opatrenia budú inštalované nové stožiare s menovitou životnosťou 20 rokov. Ide o investície do infraštruktúry bez priameho potenciálu úspor energie. Menší príspevok k úsporám energie sa dá dosiahnuť v dôsledku optimalizovania geometrie osvetľovacej sústavy. V niektorých miestach (vnútroblokové oblasti, komunikácie so stromoradiám a pod.) sa predpokladá možnosť zníženia závesnej výšky svietidiel, a tak lepšie a efektívnejšie využitie svetelného toku s menšími stratami. Eliminuje sa riziko pádu skorodovaných stožiarov, ktoré je hrozbou veľkého počtu súčasných stožiarov. Zvýši sa bezpečnosť pred zásahom elektrickým prúdom, pretože nové stožiare budú mať lepšie krytie dvierok, poskytujúce lepšiu ochranu.

FINANČNÁ NÁROČNOSŤ:

Odhad nákladov zahŕňa: stožiare, výložníky, elektrovýzbroj, vnútorné vodiče, stožiarové základy, práca (demontáž a montáž svietidiel, demontáž a montáž stožiarov, demontáž a montáž vnútornej elektrovýzbroje), likvidácia kovového šrotu, plošina, žeriav, dopravné náklady, inžinierske činnosti.

Orientačný rozpočet: 22.720.000 € (bez DPH)

2.8.2.4 Výmena výložníkov na betónových stožiaroch

ETAPA:	1	DRUH:	I
--------	---	-------	---

POPIS:

Výmena všetkých výložníkov v počte **6 301 ks** na podperných bodoch distribučnej sústavy nn. Výložníky sú pôvodné, oceľové, úplne skorodované. Uvažuje sa s inštalovaním nových výložníkov, ktorých ochrana proti korózii je riešená žiarovým zinkovaním. Výložníky budú na stožiaroch upevnené kovovou páskou alebo strmeňom na dvoch miestach, všetky prvky majú byť žiarovo pozinkované. V súlade so všeobecnými požiadavkami distribučných spoločností na sústavy verejného osvetlenia umiestnené na podperných bodoch distribučnej siete nn sa svietidlá z prevádzkových dôvodov umiestnia pod vedením distribučnej siete nn.

PREDPOKLADY:

Počet výložníkov je určený z počtu distribučných stožiarov podľa druhovej štruktúry stožiarov^[B2/2].

Výmena výložníkov musí rešpektovať požiadavky na osvetlenie príslušných komunikácií, čo vyžaduje spracovanie svetelnotechnického výpočtu samostatne pre každú komunikáciu. Výpočtom sa musí určiť vhodná dĺžka výložníka, so zohľadnením vzdialenosti každého stožiara od okraja osvetľovanej komunikácie. Na obmedzenie mechanického namáhania pri dynamickom zaťažení (od vetra) sa neodporúča inštalovať výložníky dlhšie ako 3,0 m. Na odhad nákladov sa uvažuje s dĺžkovým zložením podľa nižšie uvedenej tabuľky.

Tabuľka č. 64 - Dĺžkové zloženie výložníkov pred modernizáciou

Súčasný stav				
Výška (m):	0 – 0,5	1 – 1,5	2 – 2,5	3
Výška (%):	30	25	40	5
Počet (ks):	1 890	1 575	2 520	316

Tabuľka č. 65 - Dĺžkové zloženie výložníkov po modernizácii

Stav po modernizácii				
Výška (m):	0	1	2	3
Výška (%):	20	10	60	10
Počet (ks):	1 260	630	3 780	631

DOPADY:

Aplikáciou tohto opatrenia budú inštalované nové výložníky s menovitou životnosťou 20 rokov. Ide o investície do infraštruktúry bez priameho potenciálu úspor energie. Menší príspevok k úsporám energie sa dá dosiahnuť v dôsledku optimalizovania geometrie osvetľovacej sústavy.

FINANČNÁ NÁROČNOSŤ:

Odhad nákladov zahŕňa: výložníky, práca (demontáž a montáž výložníkov), likvidácia kovového odpadu, plošina, dopravné náklady, inžinierske činnosti.

Orientačný rozpočet: 1.316.000 € (bez DPH)

2.8.2.5 Výmena podzemných káblových vedení

ETAPA:	1 – 4	DRUH:	I
--------	-------	-------	---

POPIS:

Opatrenie je smerované do infraštruktúry v podobe napájacích vedení pre svietidlá verejného osvetlenia. Vek podzemných káblov je zvyčajne zhodný s vekom stožiarov, keďže boli predmetom výstavby v rovnakom období. Súčasná kvalita káblov je na vysokej technickej úrovni a dá sa uvažovať o nominálnej životnosti presahujúcej 30 až 40 rokov, prípadne viac. To je vek väčšiny terajších káblových vedení, stále prevádzkovaných, ale už vykazujúcich vyššiu mieru káblových porúch z dôvodu veku a súvisiaceho technického stavu. Treba však brať do úvahy skutočnosť, že v čase výstavby bola kvalita plastových plášťov podstatne nižšia. K najproblémovejším a najstarším káblom sa radia káble typu AYAY (identifikovateľné podľa staršieho farebného značenia žil), ktoré je potrebné vymeniť čo najskôr v plnom rozsahu.

Toto opatrenie je ideálne spojiť s výmenou stožiarov (opatrenie 2.8.2.3), keď sa zemné práce môžu uskutočniť súbežne. Priority riešenia obnovy káblových vedení spočívajú v týchto mestských častiach: Karlova Ves, Dúbravka, Podunajské Biskupice, Rača. Takisto je potrebné koordinovať rozkopávky s inými infraštruktúrnymi sieťami.

V rámci opatrenia sa inštalujú nové káblové vedenia z celoplastových káblov typu CYKY 5x10 mm² v rozsahu **740 km**. Pôvodné vedenia sa odpoja, nie je potrebné ich vyberať.

Ide o značný rozsah rekonštrukcie. Opatrenie je preto rovnomerne rozdelené na dve etapy, ktoré sú zosúladené s výmenou osvetľovacích stožiarov. V skorších etapách je potrebné uprednostniť výmenu vedení typu AYAY.

PREDPOKLADY:

Dĺžky podzemných káblov na výmenu sú stanovené odhadom nasledovne:

- dĺžka káblových vedení (stav k 30.6.2008): 1.512 km
- rekonštruované vedenia (1997 – 2003), odhad: cca 465 km • nové vedenia (2003 – 2008), odhad: cca 300 km

• ZOSTÁVAJÚCE VEDENIA V PŮVODNOM STAVE:	747 km
---	--------

- | | |
|--|-----------|
| • počet stožiarov určených na výmenu: | 17 650 ks |
| • uvažované priemerné rozstupy svetelných miest: | 35 m |
| • dĺžka vedenia na stožiar pri zapojení slučkovaním: | 3 m |
| • dĺžkové navýšenie (odbočenia, úsek k RVO atď.): | 10 % |

-
- DĚLKA KÁBLOV NA VÝMENU: 738 km

Z porovnania uvedených predpokladov je stanovený rozsah káblových vedení na výmenu **738 km**. Z toho sa uvažuje 60 % (440 km) v spevnenom povrchu a 40 % v nespevnenom povrchu (300 km).

Rekonštruované vedenia v období 1997 – 2003 a vedenia inštalované v rámci nových úsekov po roku 2003 sa považujú za vyhovujúce. Napájanie úsekov s trakčnými stožiarmi tento audit nerieši.

DOPADY:

Opatrenie prinesie výrazné zlepšenie infraštruktúry s vysokou menovitou životnosťou. Prínosom je zníženie nákladov na údržbu v súvislosti s odstraňovaním káblových porúch. Výsledkom bude spoľahlivá funkčnosť napájania s nízkymi stratami.

FINANČNÁ NÁROČNOSŤ:

Odhad nákladov zahŕňa: kábel, pásový uzemňovač, svorky, práca (výkopy a zához, zaťahovanie a zapojenie káblov), mechanizácia, dopravné náklady, inžinierske činnosti.

Orientačný rozpočet: 47.000.000 (bez DPH)

2.8.2.6 Výmena vonkajších rozvodov

ETAPA:	1	DRUH:	I
--------	---	-------	---

POPIS:

Cieľom tohto opatrenia smerujúceho do infraštruktúry je zlepšiť prevádzkovú spoľahlivosť napájacích vedení na vonkajších rozvodoch distribučnej sústavy nn a oddelenie siete verejného osvetlenia od tejto distribučnej siete. Oddelenie sa vyžaduje aj zo strany distribučnej spoločnosti, predovšetkým ukončenie spoločného využívania vodiča PEN, z dôvodu vzájomného ovplyvňovania elektrických charakteristík. Závesné káble alebo izolované vodiče sú kompaktné a spoľahlivejšie. Sú však vystavené vonkajším vplyvom (tepelné pôsobenie slnečného žiarenia, pôsobenie UV zložky slnečného žiarenia, námraza, mechanické namáhanie vetrom, biologické vplyvy), dá sa preto predpokladať kratšia menovitá životnosť týchto vedení v porovnaní s podzemnými káblami. V rámci opatrenia sa inštalujú nové závesné káble alebo izolované vodiče (napr. AYKYz, AES, N2FX atď.).

PREDPOKLADY:

Dĺžky vzdušných vedení na výmenu sú stanovené odhadom nasledovne:

- dĺžka vzdušných vedení (stav k 30.6.2008): 192 km
- predpokladaný rozsah rekonštrukcie vzdušných vedení: 40 %
- predpokladaný rozsah rekonštrukcie vzdušných vedení: 77 km

• DĹŽKA VEDENÍ NA VÝMENU: 115 km

Rozsah vzdušných vedení na výmenu je stanovený na **120 km**.

DOPADY:

Opatrenie prinesie výrazné zlepšenie infraštruktúry s vyššou menovitou životnosťou. Prínosom je zníženie nákladov na údržbu v súvislosti s odstraňovaním porúch a výpadkov (napr. v dôsledku pôsobenia vetra). Výsledkom bude spoľahlivejšia funkčnosť napájania.

FINANČNÁ NÁROČNOSŤ:

Odhad nákladov zahŕňa: závesný kábel, armatúry (kotviace svorky, nosné svorky, oká a pod.), zapojovacie svorky (odbočné, prepichovacie), práca (montáž armatúr a vedení, zapojenie odbočení, pripojenie svietidiel), plošina, dopravné náklady, inžinierske činnosti.

Orientačný rozpočet: 764.000 € (bez DPH)

2.8.2.7 Riadenie osvetlenia

ETAPA:	1 – 3	DRUH:	E
--------	-------	-------	---

POPIS:

Riadenie osvetlenia môže priniesť dodatočné úspory energie obmedzením času svietenia a úrovne osvetlenia v súlade s aktuálnymi potrebami. V prvom rade je to čas prevádzky osvetlenia, kde čas zapnutia a vypnutia má byť prispôsobený úrovni denného svetla (po západe alebo pred východom slnka) s ohľadom na úrovne osvetlenia vyžadované pre príslušné triedy osvetlenia. Potom je to stmievanie osvetlenia v čase zníženej intenzity premávky. V rámci tohto opatrenia sa uvažujú dva prístupy:

- použitie nových LED svietidiel s autonómnym stmievaním v čase zníženej premávky
- inštalovanie inteligentného riadenia s pomocou snímačov

Prvý prístup je vhodné realizovať v súčinnosti s výmenou svietidiel v rámci etáp 1 až 3, pričom riadiaci systém je už zahrnutý vo svietidlách. V závislosti od konkrétneho systému sa môže vyžadovať aj komunikačná jednotka, programátor a pod. v rozvážačoch alebo na dispečingu alebo sú tieto prvky nadštandardným vybavením.

Pre druhý prístup odporúčame realizovať pilotný projekt v etape 2 alebo 3, kde by sa najprv odskúšala prevádzková funkčnosť a spoľahlivosť tohto spôsobu riadenia.

PREDPOKLADY:

Stmievanie osvetlenia v čase zníženej intenzity premávky musí byť doložené zatriedením komunikácie do tried osvetlenia zvlášť pre normálnu a zvlášť pre zníženú premávku. Úroveň osvetlenia musí v oboch režimoch vyhovovať normatívnym požiadavkám pre príslušnú triedu osvetlenia.

Na určenie potenciálu úspor energie sa uvažuje s týmito okrajovými podmienkami:

- **dvojúrovňový profil:** 2 175 hodín pri plnom príkone P a 1 825 hodín pri zníženom príkone 0,7.P s úrovňou osvetlenia zníženou na 50 %
- **trojúrovňový profil so snímačmi 1:** 2 175 hodín dvojúrovňového riadenia medzi 100 % a 60 % systémového príkonu s pravdepodobnosťou detekcie 80 % a 1 825 hodín zníženého dvojúrovňového riadenia medzi 20 % a 60 % systémového príkonu s pravdepodobnosťou detekcie 20 %
- **trojúrovňový profil so stmievačmi 2:** 2 175 hodín dvojúrovňového riadenia medzi 100 % a 60 % systémového príkonu s pravdepodobnosťou detekcie 80 % a 1 825 hodín zníženého dvojúrovňového riadenia medzi 10 % a 60 % systémového príkonu s pravdepodobnosťou detekcie 5 % (v obytných zónach, kde je v nočných hodinách veľmi nízka pravdepodobnosť výskytu osôb alebo vozidiel)

DOPADY:

Úroveň osvetlenia prispôsobená aktuálnym potrebám. Zníženie spotreby energie reguláciou osvetlenia.

FINANČNÁ NÁROČNOSŤ:

Autonómne stmievanie osvetlenia je zahrnuté v nákladoch na svietidlá v rámci opatrení 2.8.2.1 až 2.8.2.3 So samostatnými položkami ako komunikátory, programátory a pod. sa vzhľadom na diverzitu rôznych systémov v tejto fáze neuvažuje.

POTENCIÁL ÚSPOR ENERGIE:

Za stanovených predpokladov je vypočítaný prevádzkový činiteľ osvetlenia Cop:

- 14 %** pre dvojúrovňový riadiaci profil (autonómne stmievanie)
- 62,8 %** pre trojúrovňový profil so snímačmi 1
- 55,7 %** pre trojúrovňový profil so stmievačmi 2

Za stanovených predpokladov je odhadom určený potenciál úspor energie nasledovný:

- 14,0 %** pre dvojúrovňový riadiaci profil (autonómne stmievanie)

37,2 % pre trojúrovňový profil so snímačmi 1

44,3 % pre trojúrovňový profil so snímačmi 2

2.8.2.8 Zhrnutie

Zhrnutie navrhovaných racionalizačných opatrení je uvedené v tab. 8.9. Dali by sa identifikovať aj ďalšie racionalizačné opatrenia, ako napr. výmena žiarivkových svetidiel na mostoch a v podchodoch, výmena iluminačných svetlometov a pod. Ekonomický prínos z týchto opatrení v porovnaní s rozsahom celej sústavy verejného osvetlenia nie je veľký, na zabezpečenie služby je však potrebné udržiavať sústavu osvetlenia v prevádzkyschopnom stave, preto aj v týchto prípadoch je potrebné uvažovať s modernizáciou osvetľovacích prostriedkov.

Tabuľka č

. 66 - Zhrnutie racionalizačných opatrení

Opatrenie	Etap	Druh	Rozpočet	Úspory
2.8.2.1	1	E	1.252.000 €	73,8 %
2.8.2.2	1 – 2	I/E	19.450.000 €	36,0 %
2.8.2.3	1 – 2	I	22.720.000 €	-
2.8.2.4	1	I	1.316.000 €	–
2.8.2.5	1 – 4	I	47.000.000 €	–
2.8.2.6	1	I	764.000 €	–
2.8.2.7	1 – 3	E	-	14,0 %
Spolu			92.502.000 €	

V navrhovaných racionalizačných opatreniach nie je zahrnutá výmena svietidiel so sodíkovými výbojkami 100 – 150 W v celkovom počte svietidiel 16 862 ks. S výmenou týchto svietidiel však takisto treba počítať. Náklady na výmenu sa dajú orientačne odhadnúť na 17.000.000 €.

Odhad celkových nákladov na výmenu svietidiel (vrátane svietidiel s príkonom 100 – 150 W), stožiarov, výložníkov a vedení v rozsahu vyššie uvedených predpokladov je **110 mil. €**.

2.8.3 Odporúčania pre modernizáciu a rekonštrukciu osvetlenia

2.8.3.1 Orientácia na energeticky efektívne LED osvetlenie

Porovnanie LED technológie so sodíkovou

Súčasný verejný osvetlenie v Bratislave je založené na sodíkovom osvetlení, využíva vysokotlakové sodíkové výbojky (najmä rúrkové). Sodíkové výbojky patria ešte aj dnes k najúčinnnejším svetelným zdrojom, dosahujú vysoké hodnoty merného výkonu. Ak však chceme porovnať navzájom nie svetelné zdroje ale svietidlá, treba jednoznačne zohľadniť menovitý príkon svietidla a nie výbojky (príkon svietidla zahŕňa aj predradník), optickú účinnosť svietidla so sodíkovou výbojkou (pri LED svietidle sa uvažuje priamo svetelný tok svietidla a nie LED zdroja, preto je optická účinnosť 100 %) a v neposlednom rade teplotu chromatickosti LED svietidla.

Výhody a nevýhody LED svietidiel sú uvedené v Tabuľke č. 67. Porovnanie LED svietidiel s výbojkovými svietidlami je v Tabuľke č. 68. Na porovnanie sú vybrané dva základné príkonové varianty 70 W a 150 W, pričom 100 W sa dá považovať za medzistupeň medzi týmito dvoma príkonovými verziami. Z tabuľky vyplýva, že pri 3 000 K a vyšších príkonoch sa rozdiely v mernom výkone stierajú, avšak pri vyššej teplote chromatickosti sú LED svietidlá výrazne účinnejšie a takisto pri 3 000 K a nižších príkonoch sú rozdiely v mernom výkone významné. K tomu treba dodať, že 3 000 K sa odporúča v obytných oblastiach s nižšími úrovňami osvetlenia, kde sa dajú uvažovať dokonca aj nižšie príkony svietidiel (sodíková technológia už pod 70 W neponúka žiadne efektívne riešenia) a 5 000 K sa odporúča napr. na hlavné ulice a mestské radiály, kde sa predpokladajú vyššie úrovne osvetlenia, a teda aj vyššie príkony svietidiel. Údaje v Tabuľke č. 68 boli spracované pre typový rad svietidiel SR 100 (v súčasnosti najpočetnejší typ svietidla vo verejnom osvetlení Bratislavy) a pre zodpovedajúce typové rady LED svietidiel rovnakého výrobcu.

Z porovnaní vyplýva: Súčasný svietidlá so sodíkovými výbojkami predstavujú efektívne riešenie osvetlenia aj v súčasných podmienkach, svietidlá sa dajú naďalej prevádzkovať. Menovitá životnosť svietidiel však postupne končí. Pri inštalovaní nových svietidiel sa jednoznačne treba orientovať na

Tabuľka č

moderné LED svietidlá. Modernizáciu osvetlenia pritom treba uvažovať komplexne alebo aspoň po ucelených oblastiach. Ďalšie rozdiely v energetickej efektívnosti sa dajú predpokladať v dôsledku účinnejšieho smerovania svetelného toku z LED svietidiel, z čoho sa dá čiastočne ťažiť pri výmene svietidiel na existujúcich stožiaroch ale oveľa viac sa dá získať optimalizáciou geometrie osvetľovacej sústavy (t.j. pri výmene stožiarov). Aplikovanie racionalizačných opatrení treba zväžiť v súvislosti s finančnou náročnosťou a možnými úsporami energie, ako sú odhadom vyčíslené v kap. 2.8.2.

. 67 - Porovnanie výhod a nevýhod LED svietidiel pre verejné osvetlenie

Výhody	Nevýhody
- vyšší merný výkon (účinnosť) svietidla - podstatne širšie možnosti výberu svetelného toku (tým aj príkonu), najmä v oblasti nižších svetelných tokov - lepšie a efektívnejšie smerovanie svetelného toku na cieľovú komunikáciu - poskytuje biele svetlo - na výber rôzne teploty chromatickosti - oveľa lepšie možnosti stmievania - možnosť riadenia na konštantnú svetlennosť - podstatne dlhšia životnosť s nízkym poklesom svetelného toku počas života a nižšou mortalitou	- citlivosť na vyššie prevádzkové teploty, nevyhnutnosť účinného chladenia vrátane zaistenia týchto podmienok chladenia počas celého života - vyššia citlivosť na rôzne prevádzkové podmienky, napr. prepätie v sieti, indukované napätie pri zásahu blesku v okolí atď. - otázna životnosť predradníka - vyššia cena

Tabuľka č. 68 - Porovnanie parametrov LED svietidiel so svietidlami pre sodíkové výbojky

Druh svetelného zdroja	70 W			150 W		
	HST	LED	LED	HST	LED	LED
Príkon svetelného zdroja (W)	70	70	70	150	149	149
Príkon svietidla (W)	83	70	70	176	149	149
Teplota chromatickosti (K)	2 200	3 000	5 000	2 200	3 000	5 000
Svetelný tok zdroja (lm)	6 600	6 200	7 760	17 500	13 180	16 490
Optická účinnosť svietidla (%)	83	100	100	84,7	100	100
Svetelný tok svietidla (lm)	5 478	6 200	<u>6 200</u> 110,9	14 822	13 180	16 490
Merný výkon svietidla (lm/W)	66,0	88,6		84,2	88,5	110,7

Modelové výpočty osvetlenia

Na ilustráciu rozdielov v sodíkovom a LED osvetlení s modernizáciou svietidiel na existujúcich svietidlách a so zmenou geometrie osvetlenia pri výmene stožiarov boli spracované modelové výpočty osvetlenia na jednej z mestských radiál – na Ružinovskej ulici. Výsledky sú prezentované v Tabuľke č. 44 až 46.

Tabuľka č

Ružinovská: Priechy profil zahŕňa vozovku šírky 8 m a súbežný chodník šírky 3 m. Uvažuje sa polovica symetrickej smerovo rozdelenej komunikácie bez stredového pásu.

Tabuľka č. 69 - Výsledky svetelnotechnického výpočtu pre Ružinovskú ulicu

	Vozovka					Chodník					
	L_{av} cd.m ²	E_{av} (lx)	U0 (-)	UI (-)	(%)	TI	SR (-)	E_{av} (lx)	E_{min} (lx)	$E_{sc,min}$ (lx)	
Požiadavka normy pre triedu					≤	≥	≥	≥	≥		
M3/P3	1,00		0,40	0,50		15		0,50	7,50	1,50	1,50
SR 100 – existujúca geometria	1,29	18	0,47	0,50		5		0,53	9,33	5,94	1,55
SL 10 – existujúca geometria	1,21	16	0,61	0,83		8		0,73	9,62	7,25	2,61
SR 100 – nová geometria	1,03	17	0,43	0,61		8		0,67	8,89	5,40	1,81
SL 10 – nová geometria	1,02	13	0,56	0,77		9		0,70	7,78	5,30	1,59

. 70 - Geometria osvetľovacej sústavy pre Ružinovskú ulicu

	Závesná výška (m)	Rozstup (m)	Presah ¹⁹ (m)	Uhol (°)
SR 100 – existujúca geometria	11	25	1,5	0
SL 10 – existujúca geometria	11	25	1,5	0
SR 100 – nová geometria	10	25	1,5	0
SL 10 – nová geometria	10	32	1,5	0

Tabuľka č. 71 - Geometria osvetľovacej sústavy pre Ružinovskú ulicu

	Svetelný zdroj ²⁰	Optika	Príkon svietidla (W)	Sv.tok svietidla (lm)	PDI (mW.lx ⁻¹ . .m ⁻²)	AECI (kWh.m ⁻²)
SR 100 – existujúca geometria	HST 100 W	LPV = 45 RP = 1	118	9 202	27,44	1,716
SL 10 – existujúca geometria	LED 5000 K	ST1.2 P1.0	84,6	10 320	21,57	1,231
SR 100 – nová geometria	HST 100 W	LPV = 45 RP = 4	118	9 202	29,02	1,716

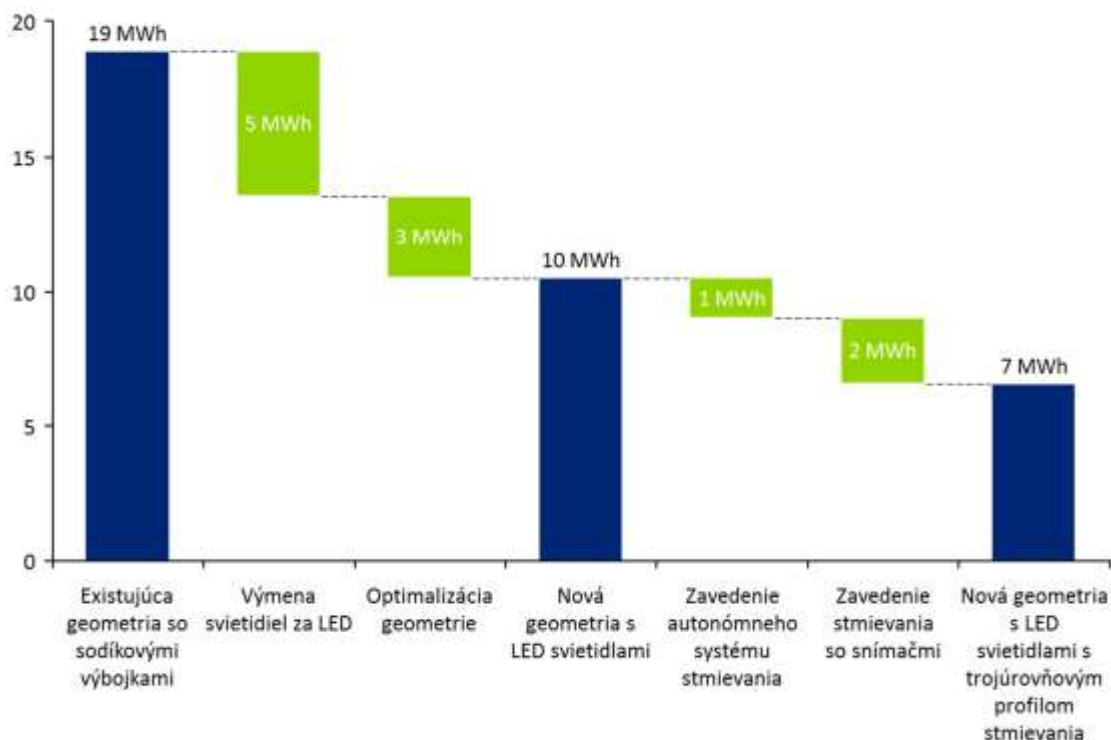
Tabuľka č

SL 10 – nová geometria	LED 5000 K	ST1.2 P1.0	84,6	10 320	20,76	0,961
------------------------	---------------	---------------	------	--------	-------	-------

Porovnanie energetickej hospodárnosti osvetlenia je zrejmé predovšetkým z hodnôt PDI a AECI, toto porovnanie však nezahŕňa technicko-ekonomické ukazovatele vrátane nákladov na modernizáciu alebo rekonštrukciu osvetlenia. Preto je hodnota PDI horšia pre sodíkové osvetlenie po výmene stožiarov oproti pôvodnej geometrii osvetľovacej sústavy, nové stožiare budú mať výšku len 10 m a sú výhodnejšie. Zásadné rozdiely však v prípade sodíkového osvetlenia nebudú, lebo súčasná geometria je pre daný typ svietidla vyhovujúca. Pre výpočet bol však zvolený optimálny typ svietidla s optimálnou optikou, s ktorou sa dá dosiahnuť trieda osvetlenia M3. Aj teraz sú inštalované svietidlá s príkonom výbojky 100 W, ale osvetlenie vyhovuje len triede osvetlenia M4.

¹⁹ Rozdiel medzi dĺžkou výložníka a vzdialenosťou stožiara od okraja komunikácie

²⁰ HST = vysokotlaková sodíková výbojka



Obrázok č. 132 - Odhadovaná ročná spotreba 1 km dlhého úseku jedného profilu Ružinovskej ulice

V ročnom zúčtovaní osvetlenie 1 km dlhého úseku jedného profilu Ružinovskej ulice pri súčasnej geometrii (40 svetelných bodov) pomocou 100 W sodíkových výbojok spotrebuje odhadom 18,88 MWh elektrickej energie¹². Výmenou svetidiel za LED s príkonom 84,6 W je možné dosiahnuť ročnú úsporu 5,32 MWh ročne (pri dosiahnutom náraste svetelného toku). V prípade, ak bude toto opatrenie kombinované s výmenou stožiarov a optimalizáciou geometrie (32 svetelných bodov na 1 km dlhom úseku) je možné dosiahnuť dodatočnú ročnú úsporu 3,07 MWh elektrickej energie. Bez uvažovania stmievania tak môže 1 km dlhý úsek jedného profilu Ružinovskej ulice tak môže spotrebovať ročne 10,49 MWh elektrickej energie, pri zachovaní požadovanej úrovne osvetlenia. Zavedenie dvojúrovňového profilu stmievania (podľa kapitoli 2.0.2.7) môže priniesť ďalšiu úsporu 1,47 MWh ročne. Pri uvažovaní trojúrovňového profilu stmievania so snímačmi je možné dosiahnuť celkovú ročnú spotrebu modelového úseku 6,59 MWh elektrickej energie.

Treba zdôrazniť, že v prípade modelovej komunikácie ide o vyššiu triedu osvetlenia širokej vozovky, kde efektívnosť LED osvetlenia oproti sodíkovému osvetleniu nie je výrazne vyššia. Napriek tomu sú získané výsledky v prospech LED osvetlenia nepochybne pozitívne. V prípade nižších tried osvetlenia a/alebo užších komunikácií, kde príkon LED svetidla môže byť nižší ako 70 W, sa dajú predpokladať oveľa výraznejšie rozdiely.

2.8.3.2 Orientácia na inteligentné riadenie osvetlenia

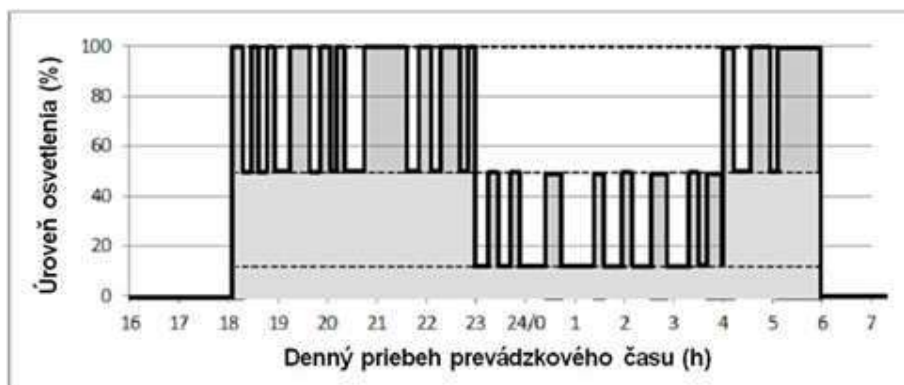
LED technológia ponúka okrem vysokej energetickej efektívnosti osvetlenia ďalšie možnosti úspor energie v podobe viacúrovňového riadenia osvetlenia, vrátane adaptívneho. Motiváciou na riadenie osvetlenia však v súčasnosti nie sú len energetické úspory, ale možnosť individuálneho nastavenia

¹² Uvažovaná štandardná doba svietenia 4000h

úrovne osvetlenia podľa aktuálnych miestnych a časových potrieb. Inteligentné riadenie osvetlenia (tzv. „smart“ osvetlenie) sa môže napríklad postarať o zvýšenie lokálnej úrovne osvetlenia pri výskyte dopravnej nehody, v prípade prác na ceste a pod.

Inteligentné resp. adaptívne riadenie je v súčasnosti len vo vývoji, avšak existujú referencie o úspešnom využívaní týchto technológií. Preto sa odporúča spočiatku vyskúšať technológiu „smart“ riadenia osvetlenia na pilotných projektoch rôznych typov komunikácií a ak sa osvedčia, uvažovať o plošnom nasadení. Inteligentné osvetlenie predpokladá systémové riešenia a z tohto dôvodu vyžaduje aj strategické rozhodnutia. Je zrejmé, že ak sa inteligentné riadenie má rozširovať postupne, musia byť splnené určité technické predpoklady. Takým je schopnosť svietidiel individuálnej komunikácie so systémom externého riadenia, preto sa odporúča, aby svietidlá vymieňané v rámci modernizácie disponovali komunikačným rozhraním. A aby schopnosť komunikácie nebola obmedzená na výrobcu svietidla, na komunikáciu sa musí použiť univerzálny, všeobecne akceptovaný protokol. Nedá sa predpokladať a nie je ekonomicky efektívne inštalovať dodatočné riadiace vodiče, preto systém inteligentného riadenia osvetlenia musí byť buď bezdrôtový (napr. GSM, ZigBee, najnovšie aj LiFi) alebo modulovaný na sieťové vedenie využívané súčasne na napájanie svietidiel.

Z hľadiska časového profilu riadenia osvetlenia uvidíme príklad riadenia osvetlenia pomocou snímačov vozidiel a osôb (Obrázok č. 133): Ak sa na riadenie osvetlenia využívajú snímače prejazdu vozidiel a pohybu osôb, plný alebo viacúrovňový regulovaný riadiaci profil sa „vyrezáva“ v časoch, keď premávka nie je detekovaná. Svietidlá sa vtedy prepínajú do nižšej úrovne osvetlenia. V nočných hodinách sa za týmto účelom definuje nová, tretia úroveň osvetlenia, ktoré predstavuje bezpečnostné minimum (napr. na bezpečný pohyb v prípade straty detekcie, pri pohľade z okien von aby nebola tma), a ktorá takto aj udržiava svietidlá v pohotovostnom stave svietenia. Tento režim sa zvlášť hodí pre LED svietidlá, ktoré sa dajú veľmi ľahko riadiť na rôzne úrovne. Výrezy na Obrázok č. 132 závisia od detekcie a nie sú periodické.



Obrázok č. 133 - Trojúrovňový regulovaný riadiaci profil so snímačmi

Pri výpočte číselných ukazovateľov hospodárnosti verejného osvetlenia sa musí uvažovať s pravdepodobnosťou vyššej úrovne v časoch detekcie pre každú z úrovní osvetlenia. Príklad možných úspor energie v modelových prípadoch je uvedený v kap. 2.8.2.8.

2.8.3.3 Nevyhnutné fotometrické podmienky návrhu nového osvetlenia

Návrh verejného osvetlenia musí byť potvrdený svetelnotechnickým výpočtom podľa normy STN EN 13201-3 pre každý úsek miestnej komunikácie. Výsledky svetelnotechnického výpočtu musia vyhovovať svetelnotechnickým parametrom podľa normy STN EN 13201-2 pre triedy osvetlenia priradené jednotlivým úsekmi miestnych komunikácií. Nevyhnutnou podmienkou realizácie návrhu

osvetlenia je preto zatriedenie miestnych komunikácií do tried osvetlenia, čo je vstupnou podmienkou – zadaním pre projektanta osvetlenia. Zatriedenie komunikácií do tried osvetlenia sa odporúča vykonať komisionálne, postupom podľa TNI CEN/TR 13201-1 so zohľadnením osobitných podmienok pre jednotlivé úseky komunikácií, ak je to potrebné alebo účelné.

Kvantitatívne požiadavky na osvetlenie miestnych komunikácií sú odstupňované v závislosti od dopravnej a vizuálnej situácie. Pre motorovú dopravu je návrhovým kritériom jas, pre peších alebo zmiešanú dopravu zase horizontálna osvetlenosť. V niektorých špecifických prípadoch je dôležitá aj vertikálna či semicylindrická osvetlenosť. Uvedené veličiny sú z fotometrického hľadiska kvalitatívne rôzne, podľa náročnosti situácie je potom odstupňovaná ich kvantitatívna hodnota.

S chodníkmi vedúcimi paralelne s vozovkou sa posudzuje tzv. relevantný dopravný priestor pre rôzne situácie a väčšinou sa požaduje, aby boli chodníky hodnotené osobitne. To znamená, že sa musí riešiť osvetlenie vozovky a chodníkov samostatne – čo sa týka vyhodnotenia fotometrických parametrov. Je prirodzenou snahou zabezpečiť osvetlenie vozovky aj chodníka jednou osvetľovacou sústavou.

Postupy podľa TNI CEN/TR 13201-1 vyžadujú posúdenie dopravnej, bezpečnostnej aj svetelnotechnickej situácie. V ideálnom prípade to znamená spoluprácu viacerých zainteresovaných odborníkov. Ťažisko by však malo ležať na svetelnom technikovi, lebo v konečnom dôsledku sú vizuálne podmienky prednostné a zatriedenie podľa TNI CEN/TR 13201-1 sa využíva výlučne na účely svetelnej techniky. Podrobnejšie odporúčania sú uvedené v kap. 2.3.1.

Triedy osvetlenia pre motorizovanú premávku (M) sú určené pre vodičov motorových vozidiel na dopravných ťahoch prípadne aj v obytných oblastiach, pri stredných a vysokých návrhových rýchlostiach. Kritériá pre výber tried osvetlenia M sú v Tabuľke č. 72.

Stupeň triedy osvetlenia M sa určí ako $M = 6 - VWS$, kde VWS je súhrnný váhový činiteľ za všetky kritériá uvedené v Tabuľke č. 72. To znamená, že jednotlivé kritériá sa posudzujú samostatne a váhové činitele za jednotlivé kritériá sa spočítajú. Stupne triedy osvetlenia M musia byť v rozsahu 1 (najvyšší) až 6 (najnižší). Preto pri súčte $VWS < 0$ sa použije $VWS = 0$ a v prípade $M \leq 0$ sa použije trieda M1. Ak situácia neumožňuje hodnotenie jasu povrchu vozovky, namiesto tried M sa majú vybrať triedy osvetlenia C. Pre krajnice vozoviek (ak je to relevantné) a pre parkovacie pruhy sa vyberajú triedy osvetlenia P.

Tabuľka č. 72 - Kritéria pre triedu osvetlenia M

Parameter	Možnosti	Popis*		Váhový koef. V_w
Návrhová rýchlosť alebo rýchlostné obmedzenie (km/h)	Veľmi vysoká	$v \geq 100$		2
	Vysoká	$70 < v < 100$		1
	Stredná	$40 < v \leq 70$		-1
	Nízka	$v \leq 40$		-2
Intenzita premávky (% z maximálnej intenzity)	Rýchlostné a dvojpruhové komunikácie			
	Vysoká	> 65 %	> 65 %	1
	Stredná	35 – 65 %	15 – 45	0
	Nízka	< 35 %	< 15 %	-1
Zloženie účastníkov premávky	Zmiešané, vysoký podiel nemotorovej premávky			2
	Zmiešané			1

	Iba motorizovaná premávka		0
Smerové rozdelenie komunikácie	NIE		1
	ÁNO		0
Hustota hlavných križovatiek		Úrovňové (počet na km)	Mimoúrovňové (vzdialenosť v km)
	Vysoká	> 3	< 3
	Stredná	≤ 3	≥ 3
Parkujúce vozidlá	ÁNO		1
			0
			1
			0
			1
	NIE		
Jasnosť okolia	Vysoká	Výklady, svetelné reklamy, športoviská, stanice, skladiská	
	Stredná	Bežné prípady	0
	Nízka		-1
Orientácia v premávke	Veľmi ťažká		2
	Ťažká		1
	Ľahká		0

Triedy osvetlenia pre konfliktné oblasti (C) sú určené pre konfliktné oblasti na dopravných komunikáciách s prevažne motorovou premávkou. Konfliktné oblasti sú tam, kde sa vzájomne pretínajú toky vozidiel alebo kde motorové vozidlá prenikajú do oblasti s hustým výskytom chodcov, cyklistov a iných užívateľov komunikácie. Aj oblasti, kde dochádza k zúženiu vozoviek alebo k zníženiu počtu jazdných pruhov, sa považujú za konfliktné oblasti. V takýchto prípadoch rastie potenciálne riziko zrážky alebo inej dopravnej nehody.

Pre konfliktné oblasti sa jas odporúča ako návrhové kritérium. Nie vždy sa to však dá. Tam, kde sú pozorovacie vzdialenosti príliš krátke, alebo kde iné dôvody neumožňujú pracovať s jasom, sa ako návrhové kritérium môže použiť osvetlenosť, a to na príslušnej časti riešenej komunikácie prípadne aj na celom úseku tejto komunikácie. Vzájomný vzťah medzi jasom a priemernou horizontálnou osvetlenosťou závisí od svetlosti povrchu komunikácie vyjadrenej hodnotou Q_0 tohto povrchu. V Tabuľka č. 73 sú uvedené porovnateľné triedy osvetlenia M a C pre rôzne hodnoty Q_0 .

Tabuľka č. 73 - Triedy osvetlenia M a C porovnateľných úrovni osvetlenia pre rôzne hodnoty Q_0 povrchu komunikácie

Q_0 (cd.m ⁻² .lx ⁻¹)	Triedy osvetlenia					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
$Q_0 \leq 0,05$	C0	C1	C2	C3	C4	C5

$$0,05 < Q_0 \leq 0,08$$

C0 C1 C2 C3 C4 C5 C5

$$Q_0 > 0,08$$

C0 C1 C2 C3 C4 C5 C5 C5

Keďže triedy osvetlenia C sú určené pre tých istých užívateľov komunikácie ako triedy osvetlenia M, Tabuľka č. 73 má slúžiť predovšetkým pre výber tried osvetlenia C v konfliktných oblastiach. V konfliktnej oblasti nemá byť trieda osvetlenia nižšia ako najvyššia trieda osvetlenia príslušná ktorejkoľvek komunikácii, ktorá vedie do tejto konfliktnej oblasti. Odporúča sa, aby trieda osvetlenia konfliktnej oblasti bola o stupeň vyššia ako najvyššia trieda nadväzujúcej komunikácie.

Tabuľka č. 74 - Kritéria pre triedu osvetlenia C

Parameter	Možnosti	Popis*	Váhovací koef. V_w
Návrhová rýchlosť alebo rýchlostné obmedzenie (km/h)	Veľmi vysoká	$v \geq 100$	3
	Vysoká	$70 < v < 100$	2
	Stredná	$40 < v \leq 70$	0
	Nízka	$v \leq 40$	-1
Hustota premávky	Vysoká		1
			0
	Stredná		
	Nízka		-1
			2
Zloženie účastníkov premávky	Zmiešané, vysoký podiel nemotorovej premávky		
	Zmiešané		1
	Iba motorizovaná premávka		0
Smerové rozdelenie komunikácie	NIE		1
	ÁNO		0
Jasnosť okolia	Vysoká	Výklady, svetelné reklamy, športoviská, stanice, skladiská	1
	Stredná	Bežné prípady	0
	Nízka		-1
Orientácia v premávke	Veľmi ťažká		2
	Ťažká		1
	Ľahká		0

Triedy osvetlenia C sa dajú samostatne určiť prostredníctvom Tabuľky č. 74. Takto sa dá postupovať pre určité konfliktné oblasti ako sú napr. centrá miest alebo ak komunikácie vedúce do konfliktných oblastí nie sú osvetlené (a nemajú tak stanovenú triedu osvetlenia, od ktorej by sa dala odvodiť trieda osvetlenia konfliktných oblastí).

Stupeň triedy osvetlenia C sa určí ako $C = 6 - VWS$, kde VWS je súhrnný váhový činiteľ za všetky kritériá uvedené v tab. 8.17. To znamená, že jednotlivé kritériá sa posudzujú samostatne a váhové činitele za jednotlivé kritériá sa spočítajú. Stupne triedy osvetlenia C musia byť v rozsahu 0 (najvyšší) až 5 (najnižší). Preto pri súčte $VWS \leq 0$ sa použije $VWS = 1$ a v prípade $C < 0$ sa použije trieda C0.

Triedy osvetlenia pre chodcov a oblasti s nízkou dopravnou rýchlosťou (P) sú určené najmä pre chodcov na chodníkoch a pre cyklistov na cyklistických chodníkoch, takisto pre vodičov motorových vozidiel v obytných oblastiach s nízkou dopravnou rýchlosťou, pre krajnice vozoviek a parkovacie pruhy ako aj iné oblasti ležiace mimo vozoviek alebo pozdĺž vozoviek.

Zrakové nároky a potreby chodcov sa v mnohých ohľadoch líšia od nárokov a potrieb vodičov. Rýchlosť pohybu je vo všeobecnosti oveľa nižšia a pozorované objekty sú bližšie ako tie, ktoré sú dôležité pre vodičov motorových vozidiel. To sa odráža v posudzovaných kritériách a parametroch pri výbere tried osvetlenia P, ako sú uvedené v Tabuľka č. 75.

Stupeň triedy osvetlenia P sa určí ako $P = 6 - VWS$, kde VWS je súhrnný váhový činiteľ za všetky kritériá uvedené v Tabuľka č. 75. To znamená, že jednotlivé kritériá sa posudzujú samostatne a váhové činitele za jednotlivé kritériá sa spočítajú. Stupne triedy osvetlenia P musia byť v rozsahu 1 (najvyšší) až 6 (najnižší). Preto pri súčte $VWS < 0$ sa použije $VWS = 0$ a v prípade $P = 0$ sa použije trieda P1.

Tabuľka č. 75 - Kritéria pre triedu osvetlenia P

Parameter	Možnosti	Popis*	Váhový koef. V_w
Rýchlosť premávky	Nízka	$v \leq 40$	1
	Veľmi nízka	Rýchlosť chôdze	0
Intenzita využitia	Rušná		1
			0
	Bežná		-1
Zloženie premávky	Kľudná		-1
	Chodci, cyklisti a motorizovaná premávka		2
	Chodci a motorizovaná premávka		1
	Iba chodci a cyklisti		1
	Iba chodci		0
Parkujúce vozidlá	Iba cyklisti		0
	ÁNO		1
	NIE		0

Jasnosť okolia	Vysoká	Výklady, svetelné reklamy, športoviská, stanice, skladiská	1
	Stredná	Bežné prípady	0
	Nízka		-1

Triedou osvetlenia sa chápe sústava fotometrických požiadaviek, ktoré sú zamerané na zrakové potreby užívateľov nachádzajúcich sa v daných oblastiach komunikácií a v danom prostredí. Pre jednotlivé triedy osvetlenia sú v norme STN EN 13201-2 predpísané parametre osvetlenia. Význam fotometrických parametrov v Tabuľke č. 76 – 53 je nasledovný:

- L_m - udržiavaná hodnota jasu povrchu vozovky
- U_0 - celková rovnomernosť jasu alebo intenzity osvetlenia
- U_l - pozdĺžna rovnomernosť jasu
- f_{TI} - prahový prírastok (*Threshold Increment*)
- R_{EI} - pomer krajných osvetleností (*Edge Illuminance Ratio*)
- E_m - udržiavaná hodnota horizontálnej intenzity osvetlenia
- E_{min} - najmenšia hodnota intenzity osvetlenia
- E_{sc} - minimálna hodnota polvalcovej (sc = semicylindrickej) intenzity osvetlenia
- E_v - minimálna hodnota vertikálnej intenzity osvetlenia

Pozdĺžna rovnomernosť (U_l) je pri lineárnych štruktúrach dôležitá na posúdenie fotometrických vlastností opakovanej vzorky svetlých a tmavých pásov na dlhých neprerušovaných úsekoch komunikácie. Pri dlhšej jazde môže striedanie pásov viesť k zrakovéj únave.

Prahový prírastok (f_{TI}) vyjadruje mieru obmedzujúceho oslnenia, ktoré závisí od typu použitých svietidiel, svetelných zdrojov a geometrického usporiadania osvetľovacej sústavy.

Požiadavky na pomer krajných osvetleností (EIR) vychádzajú z potreby osvetliť aj priľahlé pásy k hlavnému dopravnému priestoru. Ak by napr. vozovka bola dobre osvetlená len od okraja (obrubníka) po okraj a miesta za okrajom by boli tmavé, vodič by nemusel vidieť chodca, ktorý má zámer vkročiť na vozovku. Osvetlením priľahlých pásov sa zabezpečí primeraná viditeľnosť osôb a objektov za hranicou relevantného priestoru. Kritérium EIR sa má uplatňovať len tam, kde pozdĺž riešenej komunikácie (napr. vozovky) nie sú priľahlé žiadne iné súbežné komunikácie (napr. chodníky) s vlastnými požiadavkami na osvetlenie.

Tabuľka č. 76 - Požadované parametre pre triedy osvetlenia M

Trieda	L_m (cd.m ⁻²) (najmenšia udržiavaná hodnota)	U_0 (najmenšia hodnota)	U_l (najmenšia hodnota)	f_{TI} (%) (najväčšia hodnota)	R_{EI} (najmenšia hodnota)
M1	2,00	0,40	0,70	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	20	0,30

Tabuľka č. 77 - Požadované parametre pre triedy osvetlenia C

Trieda	E_m (lx) (najmenšia udržiavaná hodnota)	U_0 (najmenšia hodnota)
C0	50	0,40

C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

Tabuľka č. 78 - Požadované parametre pre triedy osvetlenia P

Trieda	Horizontálna osvetlenosť		Doplnkové požiadavky, ak je potrebné rozlišovať tvár	
	E_m (lx) (najmenšia udržiavaná hodnota)	E_{min} (lx) (najmenšia hodnota)	$E_{v,min}$ (lx) (najmenšia udržiavaná hodnota)	$E_{sc,min}$ (lx) (najmenšia hodnota)
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	neurčená veľkosť	neurčená veľkosť	neurčená veľkosť	neurčená veľkosť

* Na zabezpečenie určitej rovnomernosti osvetlenia hodnota udržiavanej osvetlenosti nemá byť väčšia ako 1,5-násobok udržiavanej osvetlenosti požadovanej pre danú triedu osvetlenia podľa tejto tabuľky.

2.8.3.4 Osvetlenie vo vzťahu k požiadavkám na obmedzenie rušivého svetla

Požiadavky na zábranu a obmedzenia vyplývajúce z rušivého svetla sú zakotvené v týchto dokumentoch:

Vyhláška MZ SR č. 539/2007 Z. z. o podrobnostiach o limitných hodnotách optického žiarenia a požiadavkách na objektivizáciu optického žiarenia v životnom prostredí

CIE 150:2003 Smernice na obmedzenie účinku rušivého svetla zo sústav vonkajšieho osvetlenia

Na ochranu a zlepšenie nočného prostredia sa vyžaduje obmedzenie rušivého svetla, ktoré môže predstavovať fyziologické a ekologické problémy pre okolité prostredie a ľudí.

Rušivé svetlo je neúčelne rozptýlené svetlo, ktoré svojimi kvantitatívnymi, smerovými alebo spektrálnymi vlastnosťami spôsobuje v určitej súvislosti podráždenie, nepohodu, rozptýlenie alebo zníženie schopnosti vnímať podstatné informácie.

Ide najmä o tieto problémy:

- **Zhoršenie podmienok astronomických pozorovaní:** svetlo smerujúce nahor sa v atmosfére rozptyľuje (tzv. *Rayleighov rozptyl*). Vzniká tak závojový jas, ktorý predstavuje svetelnú clonu a znižuje schopnosť vnímania alebo pozorovania objektov za touto clonou.
- **Rušenie obyvateľov nadbytočným svietením do okien:** Najmä ak sú neclonené svietidlá blízko okien, vnútri sa môže dosahovať relatívne vysoká osvetlenosť. Takéto svetlo obťažuje počas spánku, ale aj iných večerných aktivít.

- **Narušenie nočného ekosystému:** Počas noci fauna aj flóra vyžaduje tmavé prostredie. Narušenie prirodzene tmavého prostredia môže spôsobiť časovú a priestorovú dezorientáciu zvierat. Problémom je najmä to, že nočný život sa narušá aj svetlom, ktoré smeruje do dolného polpriestoru. Zvláštnym prípadom je koncentrácia hmyzu v okolí svetiel pri určitom spektrálnom zložení svetla.

Vyhláška MZ SR č.539/2007 Z. z. stanovuje tieto požiadavky na zábranu rušivého svetla:

Osvetľovacie zariadenia vo vonkajšom prostredí, ako sú reklamné pútače, osvetľovacie zariadenia nádvorí závodov, stavebných dvorov, parkovísk a podobné zariadenia okrem verejného osvetlenia sa navrhujú, realizujú a používajú tak, aby svetlo z týchto zariadení v čo najmenšej miere dopadalo na okná obytných miestností v ich okolí. Ak sa dopadu svetla z týchto zariadení na okná obytných miestností nedá zamedziť, nesmú byť prekročené limitné hodnoty rušivého svetla uvedené v tabuľke (§ 5 ods. 1) (Tabuľka č. 79).

Zmeny v intenzite a zmeny farby svetla zo zdrojov nesmú byť v obytnej miestnosti pozorovateľné, pričom pod zdrojmi sa rozumejú „osvetľovacie zariadenia vo vonkajšom prostredí, ako sú reklamné pútače, osvetľovacie zariadenia nádvorí závodov, stavebných dvorov, parkovísk a podobné zariadenia okrem verejného osvetlenia“ (§ 5 ods. 2). Zmeny intenzity a zmeny farby rušivých zdrojov svetla sa hodnotia subjektívne (§ 6 ods. 2).

Zmeny jasú zistené priamym pohľadom na vonkajšie zdroje rušivého svetla umiestnené nižšie ako okno obytnej miestnosti sa nehodnotia, ak nevyvolajú pozorovateľnú zmenu osvetlenia obytnej miestnosti.

Tabuľka č. 79 - Najvyššie prípustné hodnoty rušivého svetla z vonkajších osvetľovacích sústav

Zóna prostredia	Svetlo na objektoch		Svietivosť zdroja		Podiel horného toku		Jas	
	E_v (lx)		I (cd)		R_{UL} (%)	L_b (cd.m ⁻²)	L_s (cd.m ⁻²)	
	Mimo času V čase nočného pokoja ^{a)}		Mimo času V čase nočného pokoja	Priečelie Reklamné a nočného pokoja		nočného pokoja	nočného pokoja	
								tabule
E1	2	0	2 500	0	0	0		50
E2	5	1	7 500	500	5	5		400
E3	10	2	10 000	1 000	15	15		800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25		1 000

Zóna prostredia:

- E1** prirodzene tmavé územia (národné parky alebo chránené oblasti)
E2 územia s nízkym jasom oblasti (priemyselné alebo obytné vidiecke oblasti)
E3 územia so stredným jasom oblasti (priemyselné alebo obytné prímestské oblasti)
E4 územia s vysokým jasom oblasti (mestské centrá a obchodné zóny)

Legenda:

- E_v maximálna hodnota zvislej osvetlenosti na mieste imisie (lx)
 I svietivosť každého svetelného zdroja v smere možného rušenia (cd)

R_{UL}	pomerná časť svetelného toku svietidla (svietidiel), vyžiarená nad horizont v jeho (ich) inštalovanom mieste a polohe (%)
L_b	najvyšší priemerný jas priečelia budovy ($cd.m^{-2}$)
L_s	najvyšší priemerný jas reklamných a informačných tabúl ($cd.m^{-2}$)

a) Ak neexistujú predpisy o čase nočného pokoja, nesmú sa prekročiť vyššie hodnoty a nižšie hodnoty sa majú považovať za odporúčané.

Čas nočného pokoja je obdobie, počas ktorého platia prísnejšie požiadavky na kontrolu rušivého svetla. Často sa pri podmienkach aplikácie osvetlenia uplatňuje orgánmi štátneho dozoru alebo miestnou samosprávou. Za začiatok času nočného pokoja sa u nás spravidla považuje 22:00.

Tabuľka č. 80 - Najvyššie hodnoty prahových prírastkov svetelných zariadení okrem osvetlenia komunikácií

Triedy osvetlenia komunikácií ^{a)}	Prahový prírastok (TI) ^{b) c) d)}
Bez osvetlenia	15 %, vychádzajúc z adaptačného jasu $0,1 cd.m^{-2}$
M5	15 %, vychádzajúc z adaptačného jasu $1 cd.m^{-2}$
M4 / M3	15 %, vychádzajúc z adaptačného jasu $2 cd.m^{-2}$
M2 / M1	15 %, vychádzajúc z adaptačného jasu $5 cd.m^{-2}$

a) Triedy osvetlenia komunikácií podľa STN EN 13201-2

b) Výpočet TI podľa STN EN 13201-3

c) Limity platia tam, kde sú účastníci premávky vystavení zníženiu schopnosti vidieť podstatné informácie

d) Príslušné hodnoty závojevého jasu L_v sa dajú nájsť v publikácii CIE 150:2003

Na posúdenie a hodnotenie osvetľovacích sústav vo vzťahu k rušivému svetlu je zavedený špeciálny ukazovateľ – podiel horného toku ULR (symbol R_{UL} v Tabuľka č. 79). Je to časť Φ_U celkového svetelného toku zo svietidla (alebo svietidiel) Φ , ktorá je vyžarovaná nad horizont v mieste daného svietidla (t.j. do horného polpriestoru).

K svietidlám s najhorším podielom ULR patrí svietidlo s guľovým difúzorom, ktoré rozptyľuje vyžarované svetlo rovnomerne do všetkých smerov. Vyšší podiel ULR majú potom už len nepriamo svietidlá alebo svetlomety smerované nahor.

Pri návrhu verejného osvetlenia treba dodržať tieto zásady vo vzťahu k rušivému svetlu:

- vybrať také svietidlá, ktoré majú čo najnižší podiel horného toku ULR
- vybrať svetelné zdroje s vhodnou farbou svetla vo vzťahu k účinkom na nočný život zvierat a cirkadiánne rytmy obyvateľov
- obmedziť smerovanie svetelného toku na fasády obytných budov, najmä do okien
- reguláciou osvetlenia v nočných hodinách znížiť celkovú úroveň osvetlenia vo vonkajšom prostredí

Odporúča sa vypracovať pre územie Bratislavy zonáciu vo vzťahu k rušivému svetlu podľa Tabuľky č. 79. Tento dokument by mal byť záväzný pre akékoľvek inštalácie vonkajšieho osvetlenia.

2.8.3.5 Odporúčané kritériá a požiadavky na technické prostriedky osvetlenia

Minimálne požiadavky na technické parametre osvetľovacích prostriedkov

V Tabuľke č. 81 sú uvedené Odporúčané minimálne požiadavky na technické parametre osvetľovacích prostriedkov. Tieto odporúčania vychádzajú z technickej praxe a dajú sa použiť pri definovaní požiadaviek na výber osvetľovacích prostriedkov (napr. vo verejnom obstarávaní).

Tabuľka č. 81 - Odporúčané minimálne požiadavky na technické parametre osvetľovacích prostriedkov

Minimálne požiadavky na svietidlá	
Druh svetelného zdroja	Svetelná dióda LED
Merný výkon svietidla	min. 87 lm/W
Pokles svetelného toku	LLMF minimálne 0,80 (L80) pri 100 000 h
Mortalita svetelného zdroja	minimálne B50 alebo F10 pri 100 000 h
Udržiavanie svetelného toku	Svietidlo musí mať reguláciu na konštantnú osvetlenosť CLO (<i>Constant Light Output</i>)
Podiel horného toku ULR	= 0 % pre svietidlá v bezprostrednej blízkosti hvezdární ≤ 3 % pre uličné svietidlá ≤ 15 % pre svietidlá do parkov ≤ 25 % pre svietidlá do centier a obchodných zón
Teplota chromatickosti T_c	3 000 K – 4 000 K pre obytné oblasti, centrá a upokojené komunikácie 4 000 K – 6 000 K pre hlavné ulice a dopravné tepny
Index podania farieb Ra	≥ 70
Predradník	elektronický stmievateľný
Regulácia osvetlenia	predradník musí mať rozhranie pre všeobecne akceptovaný komunikačný protokol s možnosťou riadenia osvetlenia zvonka svietidla bez potreby dodatočného riadiaceho vodiča
Účinník svietidla $\cos \phi$	min. 0,95 bez regulácie
Ochrana proti prehriatiu	predradník musí odpojiť svetelný zdroj pri prekročení max. dovolenej teploty pre použitý typ svetelného zdroja
Prepät'ová ochrana	min. 4 kV
Stupeň krytia optickej časti	min. IP 65
Mechanická odolnosť	min. IK 08
Materiály	kovový nosný základ + UV stabilizované plasty
Montáž	univerzálne na parkový aj výložníkový stožiar s prípadným použitím adaptéra (príruby) pre priemery Ø 42, 60, 76 mm
Životnosť	25 rokov (100 000 h)

Minimálne požiadavky na stožiare	
Materiál	v žiari pozinkovaná oceľ
Druh	bezpäticový osvetľovací stožiar
Výška stožiara	5 – 6 – 8 – 10 – 12 m (odporúčaný výber) <u>Poznámka:</u> Výška pre konkrétne svetelné miesto musí byť stanovená na základe svetelnotechnického výpočtu pre jednotlivé miestne komunikácie.
Svorkovnica	zapúzdrená, s možnosťou slučkovania, pre sústavu TN-S, prierez pripájaných vodičov min. 25 mm ²
Elektrovýzbroj	poistka 10 A

Minimálne požiadavky na výložníky pre osvetľovacie stožiare	
Materiál	v žiari pozinkovaná oceľ
Počet ramien	1 – 2 (90°) – 2 (180°) – 3 (120°) – 6 (60°)
Uhol vyloženia	max. 5°
Dĺžka výložníka	1 – 1,5 – 2 – 2,5 – 3 m (odporúčaný výber) <u>Poznámka:</u> Dĺžka výložníka pre konkrétne svetelné miesto musí byť stanovená na základe svetelnotechnického výpočtu pre jednotlivé miestne komunikácie.
Priemer vstupnej rúrky	podľa špecifikácie osvetľovacích stožiarov (napríklad Ø 76 mm a Ø 89 mm)
Priemer výstupnej rúrky	Ø 60 mm

Minimálne požiadavky na výložníky pre distribučné stožiare	
Materiál	v žiari pozinkovaná oceľ
Počet ramien	1
Uhol vyloženia	max. 5°
Dĺžka výložníka	0 – 1 – 1,5 – 2 – 2,5 – 3 m (odporúčaný výber) <u>Poznámka:</u> Dĺžka výložníka pre konkrétne svetelné miesto musí byť stanovená na základe svetelnotechnického výpočtu pre jednotlivé miestne komunikácie.
Priemer rúrky	Ø 60 mm

Minimálne požiadavky na podzemné káble	
--	--

Typ	CYKY (medené jadro, PVC izolácia jadra a plášťa)
Počet žíl a prierez	4 x 10 mm ² (odporúča sa 5 x 10 mm ² pre systém TN-S)
Súbežný zemniaci vodič	FeZn 30x4

Minimálne požiadavky na závesné izolované vodiče alebo káble

Typ	vodič alebo kábel s hliníkovým jadrom a PVC izoláciou (napr. AES, NFA2X)
Počet žíl a prierez	4 x 25 mm ²

Minimálne požiadavky na technické údaje a informácie o osvetľovacích prostriedkoch

Pri výbere osvetľovacích prostriedkov treba vyžadovať presnú špecifikáciu údajov uvedených v Tabuľke č. 81 jednotlivo pre všetky navrhované typy osvetľovacích prostriedkov. Okrem toho treba vyžadovať informácie a doklady uvedené v Tabuľke č. 82. Tieto požiadavky sa dajú použiť napr. aj pri výbere osvetľovacích prostriedkov v rámci verejného obstarávania.

Tabuľka č. 82 - Odporúčané požiadavky na ostatné informácie a doklady k špecifikácii osvetľovacích prostriedkov

Minimálne požiadavky pre svietidlá

Fotometrické údaje svietidla v štandardnom výmennom formáte Eulumdat alebo IES

Protokol z merania fotometrických parametrov svietidla vydaný nezávislou akreditovanou skúšobňou v krajine EÚ

Fotografie svietidla

Počet LED

Napájací prúd (mA)

Svetelný tok (lm)

Príkony (W) s uvedením času, na ktoré sa vzťahujú (napr. na začiatku a na konci životnosti) Rozsah zmien príkonu musí byť špecifikovaný

Hmotnosť (kg)

Index odporu vetra (m²)

Popis možností a spôsobu regulácie osvetlenia

Možnosť výmeny bloku svetelného zdroja alebo predradníka

Vyhlasenia o zhode a certifikáty

Minimálne požiadavky pre stoličky a výložníky

2.8.3.6 Odporúčania pre spracovanie odbornej dokumentácie

Projekt osvetlenia

Pred akoukoľvek rozsiahlejšou modernizáciou alebo rekonštrukciou osvetlenia je potrebné spracovať **svetelnotechnický výpočet**, ktorý musí byť súčasťou projektovej dokumentácie (ako jej časť alebo najlepšie ako samostatný dokument). Jedine tak sa dá garantovať patričná úroveň osvetlenia. Je to veľmi dôležitý dokument. Svetelnotechnický výpočet pritom musí zohľadňovať aj prípadné riadenie osvetlenia a od roku 2016 má obsahovať aj výpočet číselných ukazovateľov energetickej hospodárnosti osvetlenia. Svetelnotechnický návrh (s výpočtom) by mal spracovať svetelný technik, t.j. absolvent tohto odborného zamerania či špecializácie, čo by mal dokladovať príslušným diplomom alebo potvrdením.

Pred spracovaním svetelnotechnického návrhu je potrebné definovať okrajové podmienky, to znamená:

- určiť triedy osvetlenia miestnych komunikácií (komisionálne, protokolárne)
- stanoviť vonkajšie vplyvy (komisionálne, protokolárne, povinná súčasť pre projekt elektroinštalácie)
- stanoviť stupeň znečistenia prostredia podľa CIE
- stanoviť environmentálnu zónu podľa platnej legislatívy (rušivé svetlo)
- určiť referenčné úseky resp. šírkový profil komunikácie

Meranie osvetlenia

Odporúča sa, aby po ukončení modernizácie alebo rekonštrukcie osvetlenia bola osvetľovacia sústava podrobená meraniu parametrov osvetlenia nezávislou akreditovanou skúšobňou alebo laboratóriom. Len meraním sa dá overiť, či cieľové parametre osvetlenia sú skutočne splnené. Lokálne obmedzenia (stromoradie, iné tieniace prekážky) sa dajú pri návrhu aj meraní osvetlenia rešpektovať. Vykonanie merania by mal zabezpečiť realizátor modernizácie/rekonštrukcie v rámci dodávky a protokol z merania by mal byť (tak ako revízne správy) odovzdaný v rámci preberacieho konania.

Audit osvetlenia

V pravidelných intervaloch, napr. po skončení etáp, sa odporúča vykonať audit stavu verejného osvetlenia, a to v týchto rozsahoch:

- **čiasťkový**: analýza vybraných častí alebo prvkov sústavy, s cieľom upresnenia postupu riešenia modernizácie a rekonštrukcie osvetľovacej sústavy, úpravy priorít atď.
- **komplexný**: vyhodnotenie realizovaných opatrení a ich dopadov, stanovenie nových plánov a úloh na dosiahnutie trvalo udržateľného funkčného stavu osvetľovacej sústavy

V rámci auditov je potrebné priebežne hodnotiť a riešiť aj tie časti sústavy verejného osvetlenia, ktoré sú v súčasnosti vo vyhovujúcom stave a v tomto audite nie sú zahrnuté medzi prioritné opatrenia. K takým patria napríklad rozvážače RVO.

Generel osvetlenia

Odporúča sa ešte pred akoukoľvek rozsiahlejšou modernizáciou alebo rekonštrukciou osvetlenia aktualizovať existujúci generel alebo vypracovať nový generel vonkajšieho osvetlenia. Generel by okrem iného mal riešiť:

- environmentálnu zonáciu na účely posudzovania rušivého svetla
- oblasťné rozsahy pre úrovne osvetlenia (napr. rozsahy tried osvetlenia pre mestské radiály, hlavné ulice, obslužné komunikácie, rezidenčné oblasti, vnútrobloky, parky, križovatky mimoúrovňové a úrovňové atď.)
- rozsahy pre jasy objektov na účely iluminácie

2.9 Súhrnné a štatistické ukazovatele

Tabuľka č. 83 - Základné údaje o meste

Základné údaje o meste¹:

Počet obyvateľov:	413 192
Rozloha:	36 758 ha
Počet ulíc:	1 930

Tabuľka č. 84 - Základné údaje o sústave verejného osvetlenia

Základné údaje o sústave verejného osvetlenia²:

Počet svetelných miest:	47 475
Počet rozvádzačov RVO:	804
Dĺžka vedení:	1 704 km
Inštalovaný príkon verejného osvetlenia:	5 117 kW
Ročná spotreba elektrickej energie na verejné osvetlenie:	22 500 MWh ¹³

Tabuľka č. 85 - Relatívne údaje o sústave verejného osvetlenia

Relatívne údaje o sústave verejného osvetlenia:

Počet obyvateľov na svetelné miesto:	8,70
Priemerný príkon svetelného miesta:	107,78 W
Počet svetelných miest na rozvádzač:	59,05
Priemerný inštalovaný príkon na rozvádzač:	6,36 kW
Prepočítaný rozostup svetelných miest:	35,90 m

¹³ Uvažovaná štandardná doba svietenia 4000 h

2.10 Zistenia vyplývajúce z analýzy technického stavu verejného osvetlenia

Technická časť auditu verejného osvetlenia bola zameraná na zistenie technologickej úrovne osvetľovacích prostriedkov, technický stav osvetľovacích prostriedkov, energetickú efektívnosť a hospodárnosť osvetlenia, úroveň starostlivosti o sústavu verejného osvetlenia a technickú dokumentáciu. Informácie boli získané štúdiom podkladov, vizuálnou prehliadkou, terénnym a laboratórnym meraním fotometrických a elektrických parametrov.

Sústava verejného osvetlenia bola komplexne modernizovaná a rekonštruovaná v období 1996 – 2003. V rámci modernizácie osvetlenia boli vymenené prakticky všetky svietidlá, následne pri rekonštrukcii boli vymenené takmer všetky rozvádzače RVO a určená časť osvetľovacích stožiarov spolu s vedeniami v príslušných úsekoch. Časť holých vonkajších rozvodov bola takisto vymenená za izolované vodiče. Od roku 2003, za posledných viac ako 10 rokov, sústava verejného osvetlenia bola rozširovaná o nové úseky, najmä v oblastiach novej výstavby, niektoré svetelné miesta boli vyradené a časť pôvodnej sústavy bola dodatočne rekonštruovaná. V uvedenom období narástol počet svetelných miest o približne 13 %. Stále však ešte existuje nemalá časť pôvodnej osvetľovacej sústavy, ktorej vek je ďaleko za hranicou predpokladanej životnosti, niekde až dvojnásobne.

Hromadná modernizácia a rekonštrukcia priniesla do sústavy verejného osvetlenia unifikáciu osvetľovacích prostriedkov a posunutie celkovej úrovne týchto prostriedkov na úroveň doby. Unifikácia je veľmi dôležitá z hľadiska prehľadnosti sústavy a náročnosti údržby.

Technologická úroveň modernizovaných osvetľovacích prostriedkov je vzhľadom na obdobie inštalácie veľmi vysoká a aj z dnešného pohľadu sa dá charakterizovať ako vysoká. Na osvetlenie sú v zásadnom počte použité vysokokvalitné svietidlá s účinnou optikou, ktorú tvorí radiálny fazetový reflektor, z odolných materiálov a s ďalšími pozitívnymi úžitkovými vlastnosťami. Vo svietidlách sa v súčasnosti používajú sodíkové výbojky rúrkového tvaru so zvýšeným svetelným tokom a predĺženými intervalmi výmeny. Osvetľovacie stožiare sú zo žiarovo pozinkovanej ocele podobne ako výložníky na týchto stožiaroch. Stožiare sú napájané podzemnými káblami s medeným jadrom, čo je oproti bežným hliníkovým káblom takisto pridaná hodnota.

Technický stav modernizovaných osvetľovacích zariadení je stále na veľmi dobrej úrovni, dajú sa prevádzkovať aj v ďalšom období. Na svietidlách badať len malé znečistenie v dôsledku degradovaného krytia optickej časti. Stožiare zatiaľ nevykazujú známky starnutia, badať len začínajúcu povrchovú koróziu na malom počte pozinkovaných stožiarov. Rozvádzače zatiaľ nevykazujú žiadne problémy.

Kvalita osvetlenia je takisto veľmi dobrá, čiastočne vďaka kvalitným svetelným zdrojom a svietidlám a čiastočne vďaka dobrej geometrii osvetľovacích sústav, a to vrátane tých na pôvodných osvetľovacích stožiaroch aj na distribučných a trakčných stožiaroch. Kvalita osvetlenia bola hodnotená subjektívne a na vybraných komunikáciách aj meraním jasů a osvetlenosti. Keďže osvetlenie bolo navrhované ešte

podľa starších noriem s obmedzeným počtom tried osvetlenia, úroveň osvetlenia je relatívne vysoká, osvetlenie je celkovo aj pozdĺžne rovnomerné, neoslňuje. Dobré sú osvetlené aj súbežné chodníky.

V modernizovanej časti sústavy verejného osvetlenia boli napriek celkovo dobrému hodnoteniu zistené aj niektoré menšie systémové nedostatky. Niektoré parkové svietidlá sa ešte prevádzkujú s neefektívnymi ortuťovými výbojkami. Fotometrické vlastnosti a stav dvoch špecifických typov svietidla na distribučných rozvodoch nespĺňa požiadavky na kvalitné a efektívne osvetlenie. Kvalita osvetlenia trpí aj na komunikáciách pre motorizovanú premávku, kde sú inštalované parkové svietidlá namiesto uličných, v prípadoch niektorých distribučných sústav, kde sú stožiare ďalej od kraja osvetľovanej komunikácie alebo kde sú svietidlá inštalované len na každom druhom stožiar, na komunikáciách so stromoradiím (kde to nie je z dôvodu problémov na strane osvetľovacích prostriedkov). Takýchto prípadov však nie je veľa.

Vážnym problémom sú pôvodné časti osvetľovacej sústavy, ktoré sú dedičstvom minulosti. Ide o oceľové osvetľovacie stožiare a k nim prislúchajúce napájacie podzemné káble. Stožiare sú v havarijnom stave. Korózia je taká pokročilá, že miestami sú stožiare deravé a padajú. Úbytok zdravého materiálu stožiara je kritický. Problém korózie vykazuje spodná časť stožiarov, vystavená pôsobeniu zimnej údržby a výlučkov, predovšetkým však miesto votknutia stožiara do zeme, kde sa zdržiava dažďová voda a kde časti stožiara sú pod zemou vystavené pôsobeniu pôdnej vlhkosti. Staré káblové vedenia vykazujú početné káblové poruchy. Vek stožiarov a vedení je až dvojnásobne za hranicou životnosti, nie sú a nebudú prevádzkyschopné.

Dokumentácia verejného osvetlenia, najmä prevádzková, je kvalitne a obsažne spracovaná. Časť dokumentácie je spracovaná elektronicky, ale značná časť je dostupná len vo fyzickej podobe, čo súvisí s obdobím spracovania. Postupne sa staršia dokumentácia digitalizuje alebo stráca platnosť. V dokumentácii má zásadný význam pasport svetelných miest a rozvádzačov. Pasportizačná databáza umožňuje vzdialený prístup. Detailnosť údajov je zatiaľ priemerná. Problémom je však dostupnosť, pretože je interne spracovaná prevádzkovateľom verejného osvetlenia pre vlastné potreby. Bez pasportu je pritom osvetľovacia sústava neudržiavateľná.

Svetelné miesta a rozvádzače sú systematicky číslované a čísla sú párované medzi pasportom, situačnou mapou a skutočnými prostriedkami v teréne. Systém číslovania významne uľahčuje a sprehľadňuje údržbu. Osvetľovacie stožiare v niektorých oblastiach však tieto čísla v teréne nemajú.

V súčasnosti sa už postupne začína naplňovať aj menovitá životnosť modernizovaných svietidiel a bude ich potrebné vymeniť. Vzhľadom na dnešnú technologickú úroveň a perspektívy je jednoznačným trendom nasadzovanie LED svietidiel, ktoré majú viacero pozitívnych prínosov. Halogenidové osvetlenie, ktoré sa určitý čas snažilo byť alternatívou LED osvetleniu, zrejme nie je perspektívne, naráža na technologické obmedzenia. Treba sa preto jednoznačne orientovať na LED technológiu. Výhody zahŕňajú vyšší merný výkon (účinnosť), lepšie smerovanie a využitie svetelného toku, veľmi dobré životnostné charakteristiky, nižšie náklady na údržbu, veľké možnosti regulácie osvetlenia vrátane aplikácie adaptívneho osvetlenia, ponúka biele svetlo s rôznou teplotou chromatickosti. Nevýhodou je zatiaľ vyššia cena svietidiel, ale prevažujú benefity, nielen tie kvantifikovateľné. Preto sú dnes LED svietidlá vo verejnom osvetlení veľmi populárne a plošne sa nasadzujú v mnohých mestách a obciach na Slovensku. Tým skôr by malo mať LED osvetlenie hlavné mesto SR Bratislava.

V audite sú navrhnuté rámcové racionalizačné opatrenia s odhadom prípadných úspor energie a s odhadom finančnej náročnosti ich realizácie. Opatrenia zahŕňajú výmenu parkových a uličných svietidiel s ortuťovými a sodíkovými výbojkami za moderné LED svietidlá, výmenu všetkých pôvodných starých stožiarov, výmenu všetkých pôvodných starých podzemných káblov, výmenu všetkých výložníkov na distribučných stožiaroch a výmenu zostávajúcich holých vonkajších vedení na distribučných rozvodoch. Celková finančná náročnosť týchto opatrení je odhadnutá na 110 mil. eur. Značná časť opatrení sa týka infraštruktúry, ktorá neprináša priame úspory energie, ale je nevyhnutná na zaistenie prevádzkyschopného stavu verejného osvetlenia.

Audit takisto odporúča zavádzať sofistikované spôsoby riadenia osvetlenia. Súčasné spínanie osvetlenia systémom HDO je neperspektívne, keďže sa na základe dostupných informácií uvažuje o ukončení poskytovania signálu HDO. Regulácia osvetlenia nasadená v menšej časti rozvážačov neprináša významné úspory energie či nákladov na energiu. LED technológia oproti tomu ponúka oveľa bohatšie možnosti stmievania osvetlenia s významne výraznejšími úsporami energie. Moderné osvetlenie by malo smerovať k adaptívnemu resp. inteligentnému riadeniu osvetlenia ako súčasť inteligentných dopravných systémov a v širších súvislostiach ako integrálna súčasť inteligentných miest, tzv. „smart cities“.

A naopak, osvetľovacia sústava nemusí byť predmetom riadenia, ale prostriedkom. Pomocou svetla sa dá vytvoriť telekomunikačné médium napr. na prístup do internetu, navigáciu v priestore a pod. Na tom je založený princíp LiFi (Light Fidelity) ako obdoby WiFi. Táto technológia sa v súčasnosti testuje už v terénnych podmienkach. Pilotné projekty vyžaduje aj adaptívne riadenie LED osvetlenia prostredníctvom detektorov vozidiel a osôb, než sa táto technológia v plnej miere nasadí do celej sústavy. Už pri výbere svetidiel však musia byť splnené niektoré technické predpoklady, preto už v štádiu prípravy budúcej modernizácie a rekonštrukcie verejného osvetlenia treba prijať strategické rozhodnutia o budúcom smerovaní verejného osvetlenia v Bratislave.

3 Návrhová časť – budúceho modelu prevádzky verejného osvetlenia v Bratislave

3.1 Strategické očakávania mesta

Ako mnoho oblastí spojených s ľudským životom aj život v meste prechádza svojím vývojom. Tento vývoj však musí byť strategicky riadený, nakoľko nesprávne nastavené pravidlá môžu spôsobiť štiepenie jednotlivých iniciatív a ich následné spájanie vyžaduje opätovné vynakladanie zdrojov a nekomplexnosť celého riešenia. Pre elimináciu tohto problému je vhodné vybudovanie celej myšlienky na jednotnej tzv. „Platforme inteligentného mesta“ (Smart City platforme). Takýto prístup by mal brať do úvahy všetky oblasti mesta a mestských organizácií, s ktorými môže človek nachádzajúci sa v danom meste prísť do kontaktu. V tomto kontexte je potrebné za človeka nachádzajúceho sa v meste považovať obyvateľa, ktorý dlhodobo býva v meste a jeho život je spojený s požiadavkami a službami daného mesta ale zároveň aj turistu, ktorý prišiel mesto navštíviť a má záujem vyťažiť zo svojej návštevy čo najviac pozitívnych zážitkov.

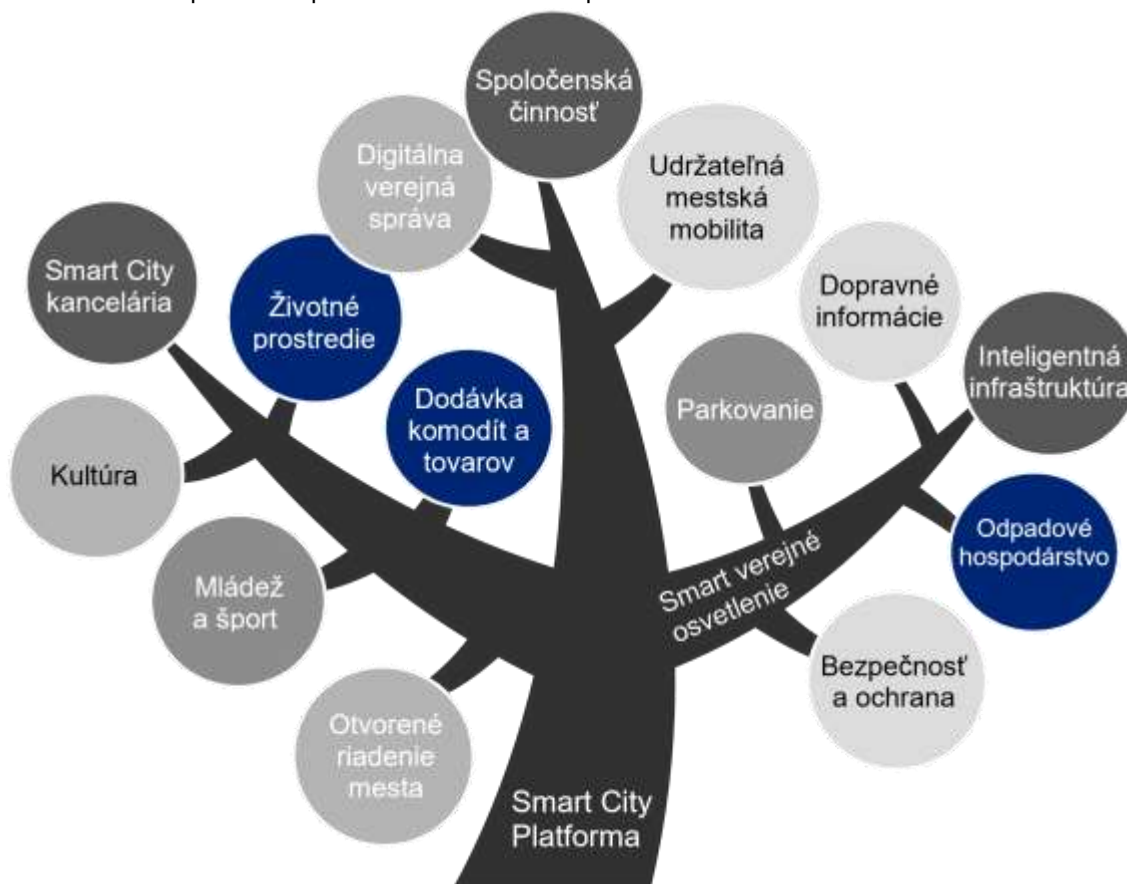
Po zohľadnení týchto aspektov je možné už v súčasnosti definovať minimálne 15 kľúčových oblastí spojených s pojmom moderného alebo inteligentného mesta, ktoré je možné vidieť na Obrázku č. 134. Z obrázka je zreteľne vidieť, že jadrom celej infraštruktúry je jedna integračná Smart City platforma, ktorá má za úlohu riadiť a monitorovať všetky na ňu napojené prvky Smart City. Definované kľúčové aktivity je možné rozdeliť na procesne orientované, to sú hlavne aktivity spojené s otvoreným riadením mesta, s životným štýlom v danom meste a s digitalizáciou a ďalej na technologické, ktoré si vyžadujú budovanie technologických sietí a s tým spojené značné investície do materiálnych prvkov.

Práve neustály technologický vývoj a pokles ceny senzorov a elektronických komponentov používaných v rámci inteligentných zariadení spôsobuje pohrávanie sa s myšlienkou automatizácie a zvýšenia efektivity v mnohých mestách sveta. Už teraz existuje niekoľko svetových ale aj európskych metropol, ktoré sa vydali cestou premeny svojho mesta na tzv. „Inteligentné mesto“ (Smart City). Bratislave najbližšie „inteligentné mesto“ je Seestadt Aspern, čo je konkrétne mestská štvrť pri Viedni.

Z toho vyplýva aj v súčasnosti budovaná koncepcia Smart Twins Bratislava – Viedeň, ako stratégia Smart City pre Bratislavu.

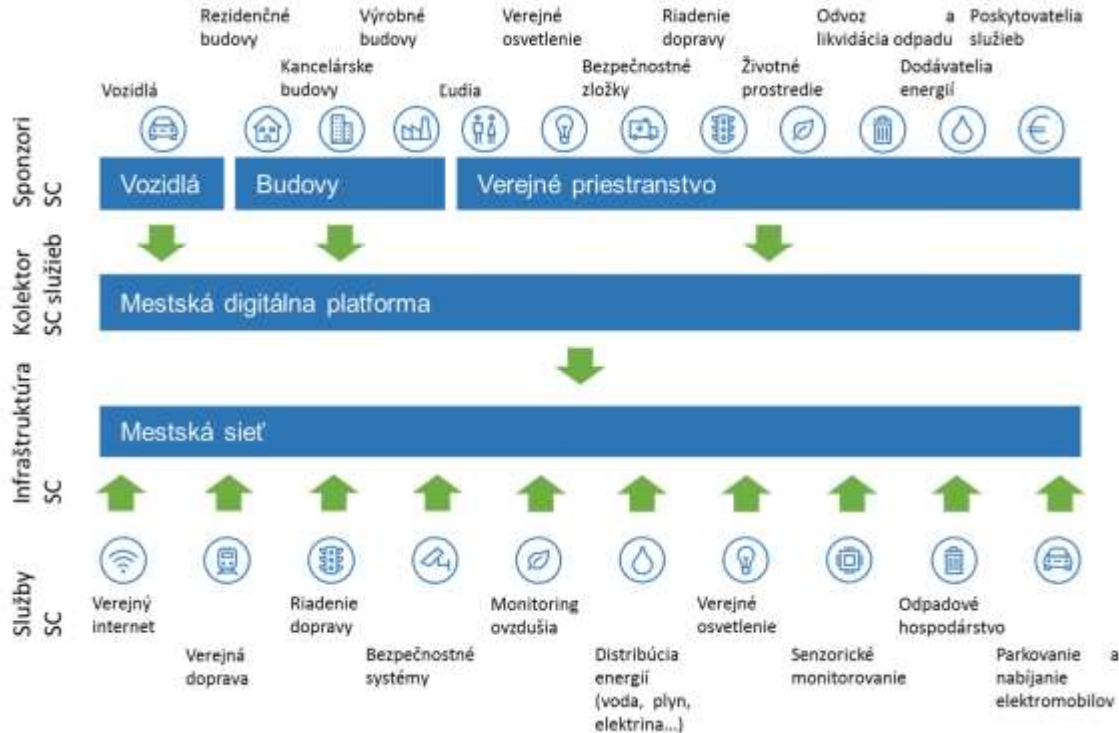
Výmena osvetlenia mesta by v 21. storočí nemala znamenať len jednoduchú výmenu svetelnej jednotky za efektívnejšiu majúcu jediný cieľ osvetľovania verejného priestranstva. Cieľom takejto aktivity by malo byť vybudovanie modulovo rozširiteľnej siete inteligentných zariadení, ktoré sa prepájajú pomocou verejného osvetlenia. Dôležitosť takéhoto prepojenia na verejné osvetlenie je vidieť aj na Obrázku č. 134 kde je Smart verejné osvetlenie znázornené ako podporný pilier pre ostatné aktivity. Dôvodov využívania verejného osvetlenia pre vytvorenie pripojovacej siete je niekoľko. Prvým a v podstate najdôležitejším je dostupnosť elektrickej energie bez akýchkoľvek dodatočných zásahov a nutnosti inštalácie solárnych článkov. Druhým dôvodom je existencia stĺpov verejného osvetlenia, ktorých priestor môže byť využitý na inštaláciu rôznych vysielateľov umožňujúcich vytváranie mestskej siete. Stožiare verejného osvetlenia je možné využiť priamo na inštaláciu senzorov, ktoré vďaka umiestneniu na stĺp dosiahnu lepšie pokrytie okolia a zároveň takáto inštalácia zhoršuje dostupnosť vandalov k samotnému senzoru. Ďalším dôvodom využitia siete verejného osvetlenia je možnosť dostupnosti internetového pripojenia buď prostredníctvom modulácie signálu v rámci silových vodičov alebo pri nových inštaláciách budovaním dátových sietí spoločne s ukladaním silových vodičov.

V rámci výmeny osvetľovacích modulov je vhodné pristúpiť k nasadeniu technológií popísaných v nasledujúcich kapitolách. Nie všetky varianty majú ekonomický význam avšak pri hodnotení je potrebné sa pozerieť na zvyšovanie zákaznickej skúsenosti a zážitku z mesta z pohľadu jeho obyvateľov alebo návštevníkov. V prípade neefektívnosti výmeny starých inštalácií je vhodné aspoň nastavenie pravidiel pre nové inštalácie, ktoré sa budujú alebo sa plánujú budovať nakoľko príchod takýchto moderných technológií do bežného života obyvateľov je nezvratným procesom a čím skôr sa mesto začne zaoberať myšlienkou vytvorenia inteligentného mesta, tým sa dosiahnu nižšie náklady, nakoľko nebude potrebné upravovať inštalácie ešte pred koncom životnosti.



Obrázok č. 134 - Kľúčové oblasti Smart City stratégie

Technologickú a ekonomickú vetvu Smart City stratégie popisuje Obrázok č. 135. Práve z neho je zreteľná potreba piliéra mestskej siete, ktorá je nevyhnutná pre pripájanie nových služieb Smart City. Táto sieť spája jednotlivé služby s Mestskou digitálnou platformou (Smart City platforma). Ako bolo spomenuté vyššie v texte je potrebné vybudovať takúto infraštruktúru súčasne s inštaláciou verejného osvetlenia a zároveň pripojiť na ňu čo najviac služieb generujúcich zisk. Z tohto obrázka je možné identifikovať aj konečných užívateľov výhod jednotlivých poskytovaných služieb a tým pádom aj platiacich používateľov a sponzorov nasadzovania Smart City v meste. Dobrým príkladom je napríklad vybudovanie inteligentného verejného osvetlenia generujúceho úsporu voči predchádzajúcemu stavu a toto verejné osvetlenie je zároveň aj sponzorom nových investícií práve z vygenerovaných úspor.

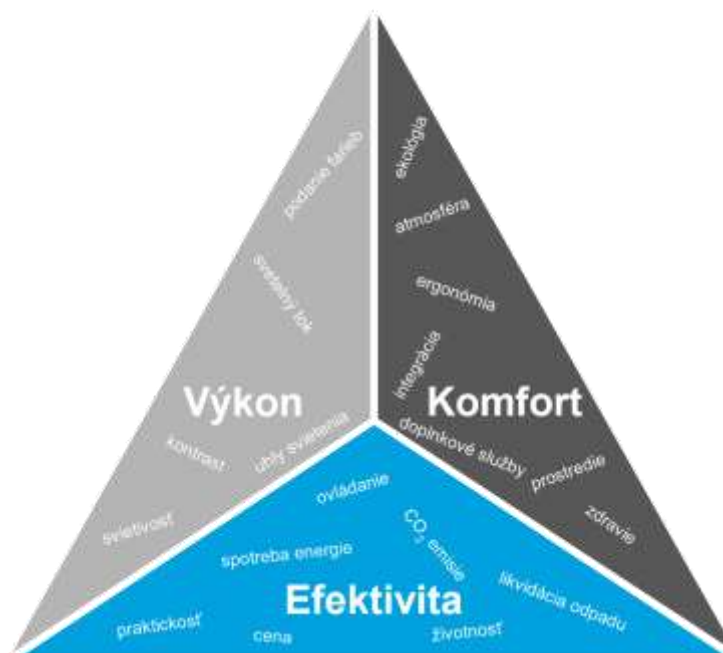


Obrázok č. 135 - Architektúra technologickej vetvy Smart City stratégie

Ciele budovanej inteligentnej infraštruktúry by mali byť postavené na otvorenosti a modularite riešenia, čo znamená použitie otvorených štandardov pre jeho možnú budúcu rozšíriteľnosť bez nutnosti významných licenčných poplatkov. Prínosom takéhoto riešenia je jednoduchšia možnosť zmeny dodávateľa a neviazanie sa na jednu technológiu, ktorej zmena by si vyžadovala ďalšie investície. Ďalším cieľom takýchto technológií by mala byť efektívnosť a ohľaduplnosť, ktoré by mali umožniť efektívne hospodárenie s energiami a ohľaduplnosť voči životnému prostrediu a obyvateľom mesta znížením znečistenia (svetelného, exhalátmi, výjazdy technikov a pod.). Celý koncept budúceho vývoja mesta a orientačný výber technológií je štandardne pre mnohé mestá definovaný v Smart City stratégii, ktorá by mala byť pripravená priamo na podmienky mesta. Okrem definovania takéhoto dokumentu je potrebné ich prenesenie priamo do hlavného strategického plánu mesta a súčasne aj do strategických plánov jednotlivých oblastí. Toto platí aj pre stratégiu verejného osvetlenia, ktorá by mala vo výsledku reflektovať celkový plán transformácie mesta na Smart City a mala by byť detailne popísaná v Genereli verejného osvetlenia.

3.2 Požiadavky na osvetlenie

Pri definovaní požiadaviek na osvetlenie by mali byť zohľadnené minimálne tri základné aspekty výkonnosti, efektivity a komfortu. Tieto hlavné aspekty v sebe zahŕňajú niekoľko vlastností, ktoré by mali



Obrázok č. 136 - Hlavné aspekty VO a ich vlastnosti potrebné brať do úvahy pri návrhu VO

byť pri dobrom návrhu osvetlenia zohľadnené. Mnoho vlastností uvedených na obrázku sa navzájom vylučuje a preto je potrebné identifikovať priority mesta a snažiť sa o čo možno najlepšie vyváženie prínosov jednotlivých technológií a elimináciu ich negatívnych stránok. Spomínané aspekty sú silne prepojené na skupiny, ktoré vo výsledku ovplyvňujú. Každá zo skupín dáva jednotlivým vlastnostiam iné priority a aj preto je pri výbere stratégie potrebné zohľadniť požiadavky všetkých zainteresovaných strán. Bližšia identifikácia a pohľad zainteresovaných strán je popísaný v kapitolách nižšie.

3.2.1 Zákaznícke (občania, magistrát)

Keďže definícia verejného osvetlenia hovorí o tom, že sa jedná o službu vo verejnom záujme, jedným zo zákazníkov sú teda občania a návštevníci mesta. Pri prevádzke verejného osvetlenia je preto potrebné brať do úvahy aj ich potreby a prípadne zvýšiť benefity, ktoré občanom verejné osvetlenie prináša, čo znamená prípadné rozšírenie služieb poskytovaných infraštruktúrou verejného osvetlenia a zároveň je cieľom minimalizácia vplyvov osvetlenia na život občanov.

Na základe posúdenia sociálnych a ekonomických prínosov a nákladov existujúcich riešení by malo mesto zvážiť ich prioritu a následne zahrnutie do svojej stratégie rozvoja verejného osvetlenia.

3.2.1.1 Minimalizácia rušivého svetla

Pri zlom návrhu verejného osvetlenia dochádza k tvorbe rušivého svetla (svetelného smogu), ktorý následne ovplyvňuje život obyvateľov mesta a zároveň má vplyv na celkové životné prostredie v meste. Najčastejším problémom osvetlenia je stav kedy svetelný lúč zo svetelných hlavíc nie je usmernený a zbytočne osvetľuje priestor, ktorý nie je vo všeobecnosti potrebné osvetľovať, napríklad pouličná lampa svieti so širokým rozptylom a množstvo svetla uniká na osvetľovanie oblohy. V tomto prípade nastáva

najmä strata energie spotrebovaná na osvetlenie a zároveň sa intenzívne stráca pohľad na nočnú oblohu. Iným podobne nevhodným prípadom je osvetlenie v obytných lokalitách, kedy svetelný lúč zasahuje priamo do okien príbytkov obyvateľov, čím sa degraduje komfort ich spánku. Riešením takýchto problémov je výber a inštalácia svetelných bodov so správnym uhlom svietenia na základe posúdenia reálnych potrieb. Takéto úpravy pri existujúcom osvetlení si však vyžadujú nemalú počiatočnú investíciu, ktorej nevýhoda je, že sa v úspore energie prejaví len minoritne možnosťou zníženia inštalovaného výkonu. Podrobnejší popis problematiky inštalácie nevhodného verejného osvetlenia je možné vidieť v predchádzajúcej kapitole 2.8 Návrh racionalizačných opatrení a odhad možných úspor energie, kde sa dokument odvoláva na konkrétne normy a požiadavky kladené na prevádzku verejného osvetlenia.

Aj v prípade inštalácie vhodných tienidiel verejného osvetlenia sa počas noci vytvára rušivé svetlo produkované odrazom od osvetľovaného okolia. Na elimináciu takéhoto rušivého svetla je možné použiť elektronické riadenie, ktorého úlohou je zníženie intenzity osvetlenia. Takýmto opatrením je možné pomerne výrazne ušetriť energie a zároveň znížiť množstvo rušivého svetla. Na reguláciu intenzity osvetlenia je možné použiť rôzne riadiace metódy, ktoré majú odlišnú úroveň vyspelosti a s tým spojenú výšku potrebných prvotných investícií.

- **Stmievanie verejného osvetlenia na základe senzora intenzity osvetlenia**

Vypelost' technológie	Výška prvotnej investície	Výška úspor
		

Tento spôsob stmievania berie do úvahy aktuálnu intenzitu osvetlenia pochádzajúcu od prirodzených zdrojov osvetlenia. Senzor berie do úvahy zníženie viditeľnosti počas búrku, zvýšenie jasu pri snehovej pokrývke a zároveň nie je nevyhnutná inštalácia hodinového spínania. Pri voľbe inštalácie senzora tohto druhu je nevyhnutné jeho vhodné umiestnenie tak, aby nebol rušený inými umelými zdrojmi svetla prípadne tienieniami.

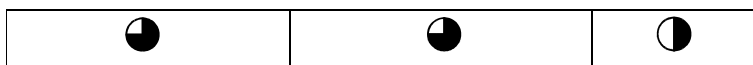
- **Stmievanie verejného osvetlenia na základe riadenia modulom umelej polnoci**

Vypelost' technológie	Výška prvotnej investície	Výška úspor
		

Tento spôsob stmievania je určený pre zmenu intenzity verejného osvetlenia na základe meniacej sa dĺžky noci v priebehu roka. Riadiaca jednotka meria dĺžku svietenia z predchádzajúcej noci na základe čoho identifikuje stred prevádzky, inak povedané umelú polnoc. Na základe takejto riadiacej jednotky je možné v okolí umelej polnoci znížiť výkon osvetlenia. Výhodou takejto technológie je automatické prispôsobenie sa stmievania astronomickým hodinám bez nutnosti manuálneho definovania harmonogramov intenzity svietenia pre rôzne obdobia. Jedná sa o pomerne jednoduchý riadiaci modul avšak dokáže významne znížiť spotrebu elektrickej energie a zároveň úroveň svetelného smogu znížením svetelného výkonu v čase, kedy je osvetľované okolie pravdepodobne málo využívané.

- **Zmena intenzity verejného osvetlenia na základe senzora pohybu**

Vypelost' technológie	Výška prvotnej investície	Výška úspor

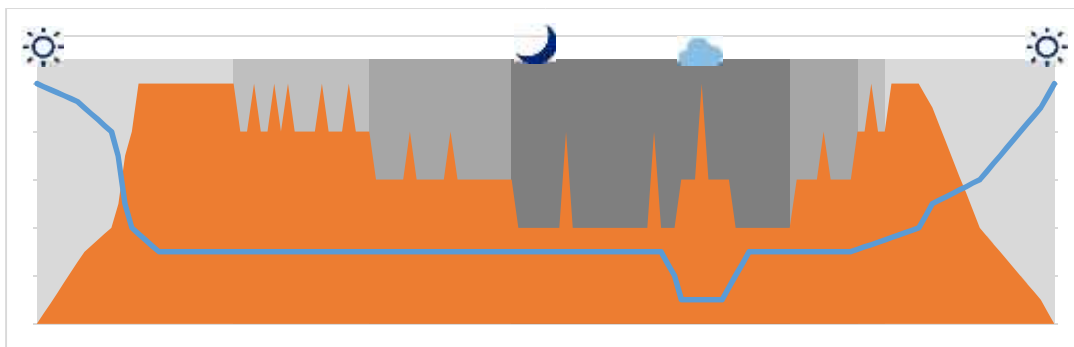


Spôsob riadenia verejného osvetlenia na základe senzora pohybu by mal byť len doplnkovým riešením k inému spôsobu riadenia. Úlohou takéhoto senzora je čo najviac sa prispôbiť reálnej potrebe verejného priestranstva a prispôbovať intenzitu osvetlenia reálnym potrebám na základe identifikácie pohybu alebo identifikácie prítomnosti osoby. V tomto prípade je potrebné, aby senzor dokázal odlíšiť zvieratá od ľudí a tým zabránil zbytočnému zvyšovaniu intenzity verejného osvetlenia. Rovnako je potrebné, aby boli spínacie časy nastavené čo najvhodnejšie pre dané osvetľované miesto a čo najviac sa obmedzil stav, kedy sa osoba bez väčšieho pohybu nachádza v osvetľovanom priestranstve a zároveň sa zníži intenzita osvetlenia.

- **Kombinácia viacerých riešení**

Vyspelosť technológie	Výška prvej investície	Výška úspor
●	●	●

Vyššie popísané technológie je možné spojiť do jedného kooperujúceho celku, ktorý má za úlohu dosiahnutie maximálnych úspor pri zachovaní vhodného sveteleného komfortu na verejnom priestranstve a zároveň pri maximálnom znížení rušivého svetla produkovaného verejným osvetlením. Príklad osvetlenia ulice počas noci je možné vidieť na nasledujúcom obrázku. Modrá čiara vyjadruje intenzitu prirodzeného osvetlenia, ktorá je meraná senzorom intenzity osvetlenia. Jeho aktivitu pri riadení osvetlenia je možné vidieť pri zapínaní a vypínaní osvetlenia a zároveň počas búrky, kedy je znížená viditeľnosť. Šedé pozadie rozdeľuje noc do kategórií na základe spínača umelej polnoci. Pohybový senzor má za úlohu zvýšenie intenzity počas prítomnosti osôb na verejnom priestranstve.



Obrázok č. 137 - Pribeh intenzity VO počas noci s využitím stmievania a dostupných senzorov

3.2.1.2 Farba osvetlenia

Farba osvetlenia výrazne ovplyvňuje človeku vnímanie okolia, preto by sa pri návrhu osvetlenia nemalo zabúdať ani na tento aspekt. Mnohé mestá inštalujú osvetlenie, pri ktorých je možné meniť farbu osvetlenia na základe tematiky osláv konajúcich sa v okolí. Takéto osvetlenie je vhodné najmä do častí mesta prevažne určených na cestovný ruch. Takýmto opatrením sa zvyšuje atraktivita mesta a s tým spojené nepriame príjmy, avšak investícia bude vždy len nákladová a nemá žiadny priamy finančný prínos.

Významným parametrom svetelného bodu je index farebného podania (CRI), ktorý vyjadruje percentuálne zastúpenie všetkých farieb oproti slnku. Čím je hodnota CRI bližšie k 100 je vernosť pozorovaných farieb okolia kvalitnejšia. Pozorovateľ vníma osvetlenie pri rovnakej intenzite s lepším indexom farebného podania ako celkovo intenzívnejšie voči osvetleniu s nižším indexom farebného podania. Pre zlepšenie kvality osvetlenia by mali byť preto vybrané svetelné zdroje s čo možno najlepším indexom farebného podania.

3.2.1.3 Poskytovanie doplnkových služieb

Využitím verejného osvetlenia ako existujúcej siete umožňujúcej pripojenie dátových a energetických spojení je možné vybudovanie doplnkových služieb. Tieto služby rozšíria inak jednostranne orientované poskytovanie verejného osvetlenia, ktoré samo o sebe je vždy len nákladovou položkou v rozpočte. Doplnkové služby verejného osvetlenia môžu zvyšovať význam mesta z turistického pohľadu, ale aj z pohľadu súčasných a nových obyvateľov. Ďalším pozitívnym prínosom môže byť generovanie príjmu z takýchto doplnkových služieb a následné znižovanie celkových nákladov.

Možnosti poskytovaných služieb je možné rozdeliť do troch kategórií zobrazených na nasledujúcom obrázku. Spadá sem oblasť bezpečnosti, služieb poskytovaných jednotlivcom alebo súkromným spoločnostiam a služby poskytované vo verejnom záujme. Medzi bezpečnostné prvky verejného osvetlenia je možné zaradiť kamerové a zvukové systémy schopné automatickej detekcie nebezpečných udalostí. Bezpečnostné systémy spojené s kvalitou života občanov sú napríklad senzory na monitoring ovzdušia. Komerčne nasadzovanou technológiou slúžiacou jednotlivcom za odplatu je napríklad vytvorenie mestskej bezdrôtovej internetovej siete určenej prevažne turistom navštevujúcim dané mesto. Pre obyvateľov mesta môže byť zaujímavejšia služba vytvárajúca sieť nabíjajúcich staníc pre budúci nárast využívania elektromobilov. Medzi spoločensky prospešné služby je možné zaradiť napríklad efektívne riadenie odpadového hospodárstva, implementácia inteligentného spôsobu parkovacej politiky a s tým spojené riadenie dopravy v meste.



Obrázok č. 138 - Ilustrácia doplnkových služieb verejného osvetlenia

3.2.2 Technické

Technické požiadavky na verejné osvetlenie podrobne popisujú aktuálne platné technické normy. Tieto normy však vo veľkej miere definujú len základné technické požiadavky avšak technologické riešenia musia byť identifikované na strane prevádzkovateľa verejného osvetlenia. V rámci tejto kapitoly sú identifikované základné ukazovatele technickej stránky verejného osvetlenia vrátane stručného popisu. Podrobný popis niektorých technických noriem a kritérií je možné nájsť v kapitole 2.8 Návrh racionalizačných opatrení a odhad možných úspor energie.

3.2.2.1 Energetická efektívnosť

Pri návrhu verejného osvetlenia je najsledovanejším faktorom porovnanie energetickej efektívnosti jednotlivých inštalovaných technológií. V tomto prípade je najväčším spotrebičom práve svetelný bod, avšak je potrebné nezabúdať aj na ostatné súčasti siete, ktoré majú síce minoritnú spotrebu ale z

dlhodobého hľadiska nie sú náklady na ich prevádzku zanedbateľné. Jedná sa hlavne o straty na vedení, spotrebu samotných riadiacich a monitorovacích prvkov a iných prídavných senzorov. Pri pohľade na energetickú efektívnosť svietidla je potrebné si všímať okrem svetelného výkonu pripadajúceho na jeden watt energie aj škálovateľnosť danej technológie, čo znamená existenciu svetelnej jednotky so svetelným výkonom vhodným do danej lokality. Vďaka zohľadneniu takéhoto parametra škálovateľnosti je možné zohľadniť zbytočný inštalovaný výkon, ktorý prakticky len zbytočne presvetľuje okolie svetelného bodu a teda plytvá energiou. Pri celkovom výpočte efektívnosti technológie je preto potrebné nadmerný inštalovaný výkon zahrnúť do strát oproti optimálnemu svetelnému toku.

3.2.2.2 Optimalizácia infraštruktúry

Spolu so zvyšovaním efektivity je potrebné stanovenie optimálneho stavu sústavy s prihliadnutím na potrebné investície pre dosiahnutie optimálneho stavu a predpokladané úspory. Ako bolo spomenuté v predchádzajúcom odseku, optimálny technický stav sústavy verejného osvetlenia je dôležitý aj pri výpočte energetickej efektívnosti inštalovanej technológie. Takýto popis technického stavu by mal byť zameraný na určenie vhodného svetelného toku pre každé územie, mal by obsahovať identifikáciu vhodného tvaru svetelného lúča, identifikovanie riadiacich a senzorických komponentov, identifikáciu spínacích podmienok pre jednotlivé osvetľované oblasti samostatne. Čím vyššia granularita popisu územia bude zvolená, tým presnejšie je možné zvoliť vhodnú technológiu, nakoľko je veľmi pravdepodobné, že odlišné územia budú mať rôzne požiadavky na parametre verejného osvetlenia.

3.2.2.3 Ekologickosť

Nakoľko je poskytovanie verejného osvetlenia služba, ktorá počas svojho životného cyklu spotrebuje značný objem energií, je potrebné sa pri návrhu osvetlenia zaoberať aj stránkou ekologickosti celého systému. Myšlienka ekologickosti pomáha pri ochrane životného prostredia a obyvateľov mesta, ale zároveň je známkou pre mesto, ktoré sa vďaka dodržiavaniu a propagácii svojich ekologických krokov dokáže odlišiť od okolitých miest. Ekologickosť verejného osvetlenia je možné rozdeliť do štyroch základných etáp zobrazených na nasledujúcom obrázku. Vplyv jednotlivých etáp na životné prostredie je možné popísať nasledovne:

- **Nákup / Rozvoj** – Pre verejné osvetlenie by sa mali vyberať také prvky, ktoré neobsahujú nebezpečné látky a neboli pri výrobe takéto látky použité. Okrem nákupu svetelných prvkov by sa nemalo zabúdať ani na ostatné súčasti verejného osvetlenia, ktoré by mali tiež spĺňať zásady ekologickosti.
- **Prevádzka** – Najväčší objem zdrojov spotrebuje verejné osvetlenie počas prevádzky, a preto by sa mala brať do úvahy efektívnosť inštalovaných svietidiel a malo by byť inštalované svietidlo spĺňajúce všetky požiadavky kladené na verejné osvetlenie, ale zároveň by malo mať čo najnižšiu spotrebu elektrickej energie. Okrem efektivity svietenia je potrebné sa v rámci ekologickej prevádzky pozerieť aj na životnosť svietidla, nakoľko nízka životnosť znamená z pohľadu ekológie zvýšenú produkciu odpadu.
- **Údržba** – V rámci životného cyklu verejného osvetlenia je neoddeliteľnou súčasťou jeho údržba. V rámci tejto etapy je možné prispieť k zvýšeniu ekologickosti napríklad inštaláciou monitorovacích jednotiek, ktoré minimalizujú počet monitorovacích výjazdov servisných technikov. Alternatívou môže byť využívanie ekologických dopravných prostriedkov pri monitorovaní funkčnosti verejného osvetlenia. Zároveň so znižovaním exhalátov pri doprave je potrebné pri samotnom výkone údržby využívať ekologické materiály (farby, čistidlá a pod).
- **Likvidácia** – Životný cyklus verejného osvetlenia končí jeho ekologickou likvidáciou, čo predstavuje separáciu jednotlivých častí osvetlenia s cieľom oddelenia nebezpečných látok a ich odbornej likvidácie ale zároveň aj dosiahnutie čo možno najvyššieho pomeru znovu využiteľných materiálov.



Schéma č. 2 - Životný cyklus starostlivosti o majetok sústavy verejného osvetlenia

Veľmi často je dodržiavanie ekologických zásad spojené so zvýšenými nákladmi, ktoré je možné pri správnej komunikácii vykonaných ekologických krokov na verejnosti premietnuť do zlepšenia komfortu pre obyvateľov a zvýšenia záujmu zo strany turistov.

3.2.3 Prevádzkové (model riadenia siete)

Prevádzka verejného osvetlenia je najdlhšou aktivitou pri verejnom osvetlení a preto už pri návrhu a investícii je potrebné brať do úvahy náklady a úlohy spojené s budúcou prevádzkou. Vhodne navrhnutým prevádzkovým modelom je možné minimalizovať potrebu ľudskej činnosti a tým samozrejme znížiť vynaložené náklady.

3.2.3.1 Vzdialené riadenie a monitoring

Využívanie automatizácie pri prevádzke verejného osvetlenia si vyžaduje významné počiatkové investície, ktoré nemusia na konci svojej životnosti dosiahnuť návratnosť tejto investície. Pred realizáciou a výberom vhodnej technológie je preto potrebné vykonať ekonomické, ekologické a sociálne vyhodnotenia, ktoré identifikujú vhodnú mieru sofistikovanosti automatizácie. Okrem výberu spôsobu riadenia by mal byť zobrať na zreteľ parameter otvorenosti riadiaceho protokolu. Pri nasadení proprietárnych riešení riadenia verejného osvetlenia môže nastať problém počas rozširovania poskytovaných služieb z dôvodu uzavretosti a nerozšíriteľnosti nasadeného komunikačného a riadiaceho protokolu. Iný problém môže nastať pri zmene dodávateľa, ktorá by si vyžiadala zmenu všetkých nasadených technológií alebo samotnú nemožnosť prechodu k inému technologickému dodávateľovi.

Najčastejšie nasadzované úrovne automatizácie sú nasledovné:

- **Inštalácia riadiacej jednotky v každom svetelnom bode**

Vyspelosť technológie	Výška prvotnej investície
●	●

Jedná sa o najdrahšie ale najsofistikovanejšie riešenie modelu prevádzky verejného osvetlenia. V rámci takejto inštalácie každý svetelný bod obsahuje riadiacu jednotku, ktorá je schopná cielene riadiť práve jeden svetelný bod, ku ktorému je pridružená. V takomto prípade je možné spínanie verejného osvetlenia vykonávať na úrovni svetelných bodov. V praxi takáto možnosť znamená napríklad

prispôsobenie stmievania verejného osvetlenia potrebám jednorazových aktivít, prípadne dočasné zastúpenie susediaceho nefunkčného svetelného bodu zvýšením intenzity. Druhým prínosom inštalácie inteligentnej riadiacej jednotky je možnosť detekcie zlyhania daného svetelného bodu na základe zmeny odoberaného prúdu. Vďaka prítomnosti riadiacej jednotky je k nej možné jednoduchšie pripájať iné senzory, ktoré môžu využívať ku komunikácii alebo svojmu riadeniu práve jednu, pre svetelný bod spoločnú, riadiacu jednotku.

- **Inštalácia spínacej jednotky v každom svetelnom bode**

Vyspelosť technológie	Výška prvej investície
	

Na rozdiel od inštalácie inteligentnej riadiacej jednotky je možné takúto jednotku umiestniť do vysielача signálu (rádiového, káblového, a pod.) a jednotlivé svetelné body majú inštalovaný len jednotlivo alebo skupinovo adresovateľný spínač osvetlenia. Takáto inštalácia predstavuje minimálnu úroveň pre nasadenie dodatočných systémov napájaných prostredníctvom siete verejného osvetlenia a to z dôvodu, že umožňuje neustálu prítomnosť elektrického napätia v sieti bez nutnosti celodenného svietenia. Čo v praxi znamená, že sieť verejného osvetlenia ako celok je neustále pod napätím a samotný spínač sa nachádza v každom svetelnom bode. Nevýhodou takejto inštalácie je nemožnosť presnej detekcie zlyhania svetelného bodu, avšak takáto detekcia môže byť vykonávaná na úrovni riadiacej jednotky pre celý riadený úsek. Ďalšou slabinou riešenia je nutnosť inštalácie samostatných riadiacich jednotiek pre každý senzor rozširujúci služby verejného osvetlenia.

- **Spínanie na úrovni rozvádzača**

Vyspelosť technológie	Výška prvej investície
	

Tento spôsob spínania je najmenej sofistikovanou metódou, nakoľko sa stráca možnosť riadenia jednotlivých svetelných bodov a riadenie prechádza do riadenia celých vetiev. Pri takejto inštalácii nie je možné vykonávať osvetlenie a napájanie iných doplnkových senzorov z jedného rozvodu nakoľko rozvod VO je pod napätím len počas reálneho svietenia. V dôsledku takéhoto obmedzenia by muselo byť napájanie iných senzorov doplnené o batérie, ktoré by mali za úlohu zabezpečiť napájanie senzorov počas dňa. Alternatívou je vybudovanie samostanej siete pre pripojenie doplnkových služieb, ktorá by bola oddelená od verejného osvetlenia. Takéto riešenia však nie sú ekonomické a ani ekologické a je potrebné zvážiť ich reálne nasadenie. Ďalším obmedzením nasadenia tejto alternatívy riadenia z rozvádzača je komplikovanosť detekcie zlyhania osvetlenia na základe meraní elektrických veličín. Výhodou takejto inštalácie je však nízka prvotná investícia, ktorá sa však prejaví v budúcom rozširovaní siete vyžadujúcim opätovné investície a tým pádom zvýšením celkovej investície.

Najčastejšie používané technológie pre riadenie verejného osvetlenia:

- **Káblové**

Svetelné body môžu byť riadené pomocou existujúcej elektrickej infraštruktúry, kedy je riadiaci signál modulovaný priamo do silovej zložky energie. Alternatívou je inštalácia dátových vodičov súbežne so silovými a následne je riadenie vykonávané prostredníctvom týchto vodičov. V takomto prípade je možné využiť tieto vodiče aj na prenos dátovej prevádzky s väčším objemom.

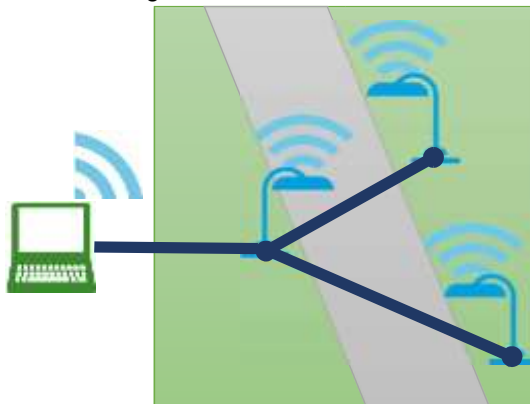
- **Rádiové**

Svetelné body môžu byť riadené pomocou infraštruktúry mobilných operátorov prostredníctvom štandardného napojenia na internetovú sieť. Okrem takéhoto štandardného pripojenia môžu byť využité služby nových sietí internetu vecí, ktoré sa špecializujú práve na

vzdialené riadenie a monitoring inteligentných zariadení. Inou alternatívou je vybudovanie vlastnej metropolitnej rádiovéj siete vo voľnom alebo platenom frekvenčnom pásme.

- **Optické**

Prepojenie medzi svetelnými bodmi môže byť vykonávané na krátku vzdialenosť aj prostredníctvom optickej komunikácie, ktorej nevýhoda je však vyššia miera nespoľahlivosti oproti predchádzajúcim technológiám.



Obrázok č. 139 - Ilustrácia možností riadenia svetelných bodov

3.2.3.2 Životnosť

Dôležitým ukazovateľom vstupujúcim do prevádzky je životnosť inštalovaných zariadení. Ako bolo spomenuté v texte vyššie, životnosť zariadenia vplyva na ekologickosť danej prevádzky, avšak okrem toho životnosť vplyva aj na ekonomickosť prevádzkovaného systému. Do ekonomickosti životnosti je potrebné zahrnúť samozrejme aj náklady spojené so servisným zásahom na výmenu alebo údržbu danej súčasti verejného osvetlenia. Z týchto dôvodov je potrebné požadovanie optimálnej životnosti inštalovaných komponentov.

Tabuľka č. 86 - Zoznam zistení a odporúčaní súvisiacich s budúcimi strategickými smerovaniami

Oblasť	Zistenie	Odporúčanie
Definovanie Smart City stratégie	Štandardom vyspelých svetových miest je mať definovanú víziu budúceho rozvoja z pohľadu prenikania moderných technológií do bežného života človeka. Magistrát hlavného mesta Bratislavy má referát stratégií, ktorý má jednu zo svojich činností „koordináciu činností hlavného mesta na úseku SMART city (zdroje, inovácie a kvalita života)“. Tento referát vyvíja aktivity pre definovanie takejto stratégie, avšak táto ešte nie je dostupná.	Pred rozhodnutím o vykonaní kľúčovej investície odporúčame definovať celkovú Smart City stratégiu, ktorá bude na základe očakávaní a plánmi mesta iniciovať kvalitu života.

General
verejného
osvetlenia

Strategický plán prevádzky a rozvoja verejného osvetlenia by mal reflektovať Smart City plány, nakoľko pre mnoho inteligentných inštalácií je práve verejné osvetlenie nosným prvkom a pri nesprávnom nastavení investícií môže nastať situácia nekoordinovaného riešenia problémov.

V prípade prenechania dodávateľovi voľnosti výberu technológie, môže nastať situácia kedy bude nasadená technológia neprenositelná na iného dodávateľa, prípadne ju nebude možné rozšíriť na iné oblasti.

Pred významnou investíciou do verejného osvetlenia odporúčame mestu definovanie General verejného osvetlenia, ktorý bude obsahovať požiadavky na nové a renovované úseky verejného osvetlenia. Tento plán by mal obsahovať konkrétne parametre požadované od nasadzovaných technológií. Jedným z cieľov definovania takéhoto plánu by malo byť zachovanie rozšíriteľnosti verejného osvetlenia a z toho dôvodu by mala byť požadovaná inštalácia rozšíriteľných otvorených štandardov.

3.3 Príklady z okolitých municipalít

Verejné osvetlenie je služba, ktorú jednotlivé mestá zabezpečujú už stovky rokov. Od počiatkov pouličného svietenia technológia verejného osvetlenia podlieha neustálemu vývoju. Pôvodné olejové a plynové lampy nahradili v minulom storočí elektrické, ktoré postupne tiež prešli niekoľkými vlnami vývoja (od prvých žiaroviek, cez rôzne typy výbojok až k najmodernejšej LED technológii). Rovnako aj prevádzkové modely postupne podliehali vývoju. Zatiaľ čo menšie mestá a obce si verejné osvetlenie zabezpečujú samy, v prípade väčších miest, vzhľadom na komplexitu celého systému, vznikla potreba presunutia starostlivosti o verejné osvetlenie na samostatnú spoločnosť.

Tabuľka č. 87 - prevádzkové modely a vybrané ukazovatele verejného osvetlenia vo vybraných mestách

Mesto	Počet obyvateľov	Prevádzkový model ¹⁴	Počet svetelných bodov (SB)	Počet hodín svietenia ročne	Ročná spotreba v MWh	Priemerná spotreba VO na jedného obyvateľa (Wh per capita)	Priemerný príkon svetelného bodu (W)
Brno	400,904	Verejný podnik	42,000	4,084	16,500	41	96
Praha	1,268,796	PPP	138,563	4,094	52,190	41	92
Viedeň	1,797,337	Verejný podnik	244,000	4,000 ¹⁵	51,800	29	53
Budapešť	1,774,000	Verejný podnik	198,731	4,146	85,330	48	107
Vilnius	542,664	PPP	37,933	4,000 ¹⁶	22,400	41	148
Tallinn	440,950	Servisný model/PPP	56,000	4,000 ¹⁷	30,000	68	134

¹⁴ Prevádzkový model je určený indikatívne na základe dostupných zdrojov, skutočný zmluvný vzťah sa od uvedeného môže líšiť

¹⁵ Počet hodín svietenia je odhadovaný

¹⁶ Počet hodín svietenia je odhadovaný

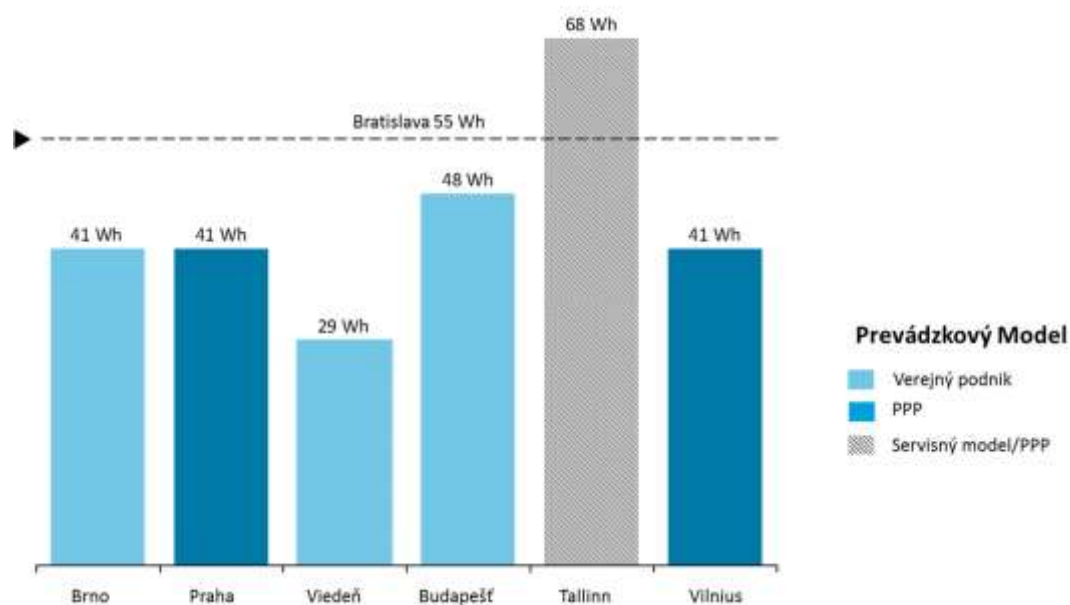
¹⁷ Počet hodín svietenia je odhadovaný

Bratislava	413,192	Servisný model	47,475	4107	22,654	55	108
------------	---------	----------------	--------	------	--------	----	-----

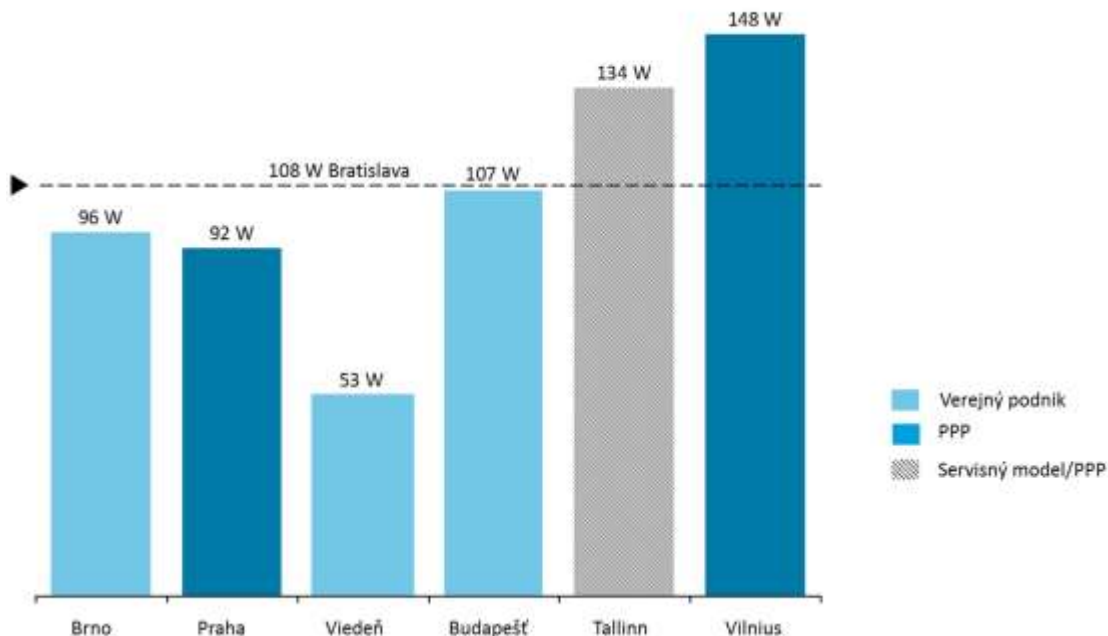
Mestá ako Brno, Viedeň alebo Budapešť založili samostatné verejné podniky, ktorých hlavnou úlohou (core businessom) je samotná prevádzka, údržba a rozvoj infraštruktúry verejného osvetlenia. Samotná infraštruktúra verejného osvetlenia je preto často vo vlastníctve daného mestského podniku.

Naopak mestá, ako Praha, Vilnius alebo Tallinn sa rozhodli túto úlohu delegovať na externú súkromnú spoločnosť. Táto externá spoločnosť je zmluvne viazaná k zabezpečeniu prevádzky, údržby, rozvoju a obnove infraštruktúry verejného osvetlenia. Prevádzkové modely a s nimi súvisiace práva a povinnosti externých dodávateľov sa v jednotlivých mestách líšia.

Každé mesto je svojim charakterom špecifické. Tieto mestá sa navzájom líšia rozlohou, počtom obyvateľov, hustotou zaľudnenia, rozsahom pamiatok, ktoré si vyžadujú slávnostné osvetlenie, ale aj charakterom komunikácií a potrebou ich nasvecovania. Dôležitý parameter odzrkadľujúci energetickú náročnosť infraštruktúry verejného osvetlenia je priemerná ročná spotreba verejného osvetlenia prepočítaná na jedného obyvateľa. Túto energetickú náročnosť Bratislavského verejného osvetlenia (55 Wh) prekračuje len mesto Tallinn, všetky ostatné sledované mestá môžeme považovať za energeticky efektívnejšie.



Obrázok č. 140 - Priemerná ročná spotreba verejného osvetlenia prepočítaná na jedného obyvateľa



Obrázok č. 141 - Priemerný príkon jedného svietidla v priebehu jeho prevádzky

Ďalším dôležitým parametrom odzrkadľujúcim energetickú efektívnosť použitej technológie svietidiel je priemerný príkon jedného svetelného bodu. Súčasná technológia s priemerným príkonom 108 W/SB radí Bratislavu medzi energeticky náročnejšie spomedzi sledovaných miest. Tento parameter je možné zlepšiť použitím technológie s lepším svetelným výkonom, znížením výkonu v lokalitách s nižšou potrebou svietenia alebo stmievaním verejného osvetlenia.

Z uvedeného vyplýva, že energetická náročnosť celej infraštruktúry verejného osvetlenia, ako aj použitej technológie je porovnateľná s okolitými mestami, existuje však stále priestor pre zlepšenie.

3.4 Popis modelov zabezpečenia služby verejného osvetlenia

3.4.1 Východiská úvodnej ekonomickej analýzy prevádzkových modelov

Zámerom vedenia Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy je zabezpečiť verejné osvetlenie v Bratislave v zmysle zákona 369/1990 Z.z. aplikovaním vhodného a efektívneho prevádzkového modelu, ktorý by ponúkal adekvátne služby jeho obyvateľom a návštevníkom pričom by podporil aj budúci rozvoj mesta a jeho služieb. Z ekonomického pohľadu, sú pre účely analýzy rozhodujúce nasledovné parametre modelu:

- Veľkosť svetelnej infraštruktúry (počet svetelných bodov, stožiarov, sieťových prvkov)
- Technologické riešenie (inštalovaný výkon, spotreba energie a ostatné technické parametre)
- Prevádzkový režim (doba svietenia)
- Prevádzkové náklady (osobné náklady, opravy a údržba, služby)
- Technický stav infraštruktúry (potreba korektívnej a preventívnej údržby)
- Kapitálové investície a dostupné formy financovania (udržiavacie a rozvojové investície)
- Rozdelenie kompetencií (vlastníctvo, prevádzka)
- Ostatné prevádzkové výnosy a náklady plochy (reklamy, príležitostné osvetlenie, vandalizmus)

Správne nastavenie vyššie uvedených parametrov prevádzkového modelu je dôležitým predpokladom pre dosiahnutie efektívnosti prevádzky verejného osvetlenia.

V súčasnej fáze prípravy strategického rozhodovania nebolo definitívne rozhodnuté o spôsobe obsluhy a prevádzky verejného osvetlenia pre nadchádzajúce obdobie. Z toho dôvodu nemožno vylúčiť ktorýkoľvek z dostupných prevádzkových modelov. Vo všeobecnosti sa jednotlivé prevádzkové modely odlišujú primárne mierou angažovanosti externého (súkromného) partnera a potenciálom efektívnosti daného modelu.

Vzhľadom na lokálne špecifiká, skúsenosti z iných miest boli analyzované tri prevádzkové modely:

Prevádzkový model s výlučným verejným vlastníctvom

- a) Verejný mestský podnik

Prevádzkové modely so spoluúčasťou externého (komerčného) partnera

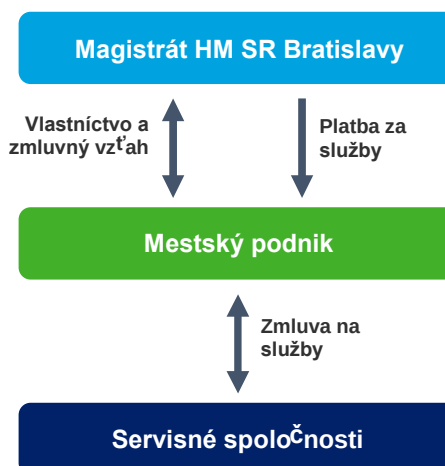
- b) Zmluvný model (porovnateľný s existujúcim modelom)
- c) Spoločný verejno-súkromný podnik (50:50, JV z angl. Joint-venture)
- d) Projekt verejno-súkromného partnerstva (PPP)

3.4.2 Procesný pohľad na vybrané prevádzkové modely

3.4.2.1 Verejný mestský podnik

Základná charakteristika modelu:

- zriadenie (špecializovaného) verejného mestského podniku so 100% účasťou mesta,
- prevod zodpovednosti za zabezpečenie verejného osvetlenia na verejný mestský podnik,
- verejné osvetlenie je zabezpečené priamo verejným mestským podnikom, prípadne prostredníctvom subdodávateľských zmlúv,
- platby sú nastavené formou fakturácie za dodaný objem služieb, typicky bez uplatnenia dlhodobých motivačných či penalizačných schém.



Hlavné výhody:

Vlastníkom infraštruktúry a poskytovateľom služieb verejného osvetlenia zostáva verejný

- Obnova / investície typicky nereflektujú subjekt životný cyklus infraštruktúry
- Obmedzené možnosti na postúpenie rizika
- Štandardný platobný mechanizmus ponúka len obmedzenú flexibilitu
- Bez mechanizmu penalizácie nízkej efektívnosti

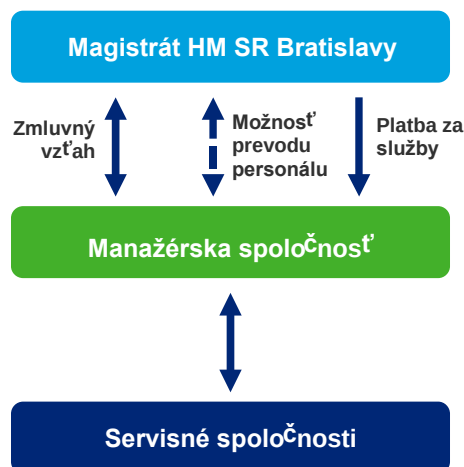
Hlavné nevýhody:

– Model bez konkurencie (chýbajúca motivácia)

3.4.2.2 Zmluvný model (prevádzka, údržba a správa)

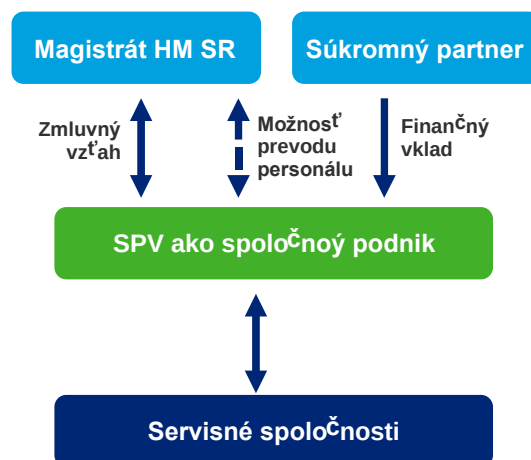
Základná charakteristika modelu:

- prenesenie riadiacej činnosti, prevádzky a údržby na súkromného partnera,
- poskytovanie definovaných služieb prevádzky a údržby za fixný poplatok,
- možnosť prevodu personálu do manažérskej spoločnosti,
- výmena starého osvetlenia a inštalácia nového ostáva často na municipalite,
- možnosť dosahovania efektivity prostredníctvom definovania dlhobehej motivácie.



Hlavné výhody:**Hlavné nevýhody:****3.4.2.3 Spoločný verejno-súkromný podnik****Základná charakteristika modelu:**

- Prenesenie poskytovania všetkých služieb do SPV
- Prevod Y% podielu na súkromného partnera
- Typicky viac ako 50 % podiel ostáva municipalite
- Možnosť prevodu majetku na súkromného partnera a hotovosti na municipalitu

**Hlavné výhody:**

Využitie know-how riadenia, prevádzky a údržby súkromného sektora

Získavanie efektivity prostredníctvom optimalizácie činností prevádzky a údržby

Možnosť prenosu rizika a definovanie dlhodobých motivačných cieľov, napr. energeticko-úsporných cieľov

- Obnova / investície typicky nereflektujú životný cyklus infraštruktúry
- Obmedzené možnosti na postúpenie rizika

Možný vplyv municipality prostredníctvom väčšinového podielu v SPV

Využitie know-how súkromného sektora pre všetky služby

Obnova / investície reflektujú životný cyklus infraštruktúry

Transfer podstatnej časti rizika

Možnosť optimalizácie všetkých služieb, možnosť dosiahnutia podstatnej efektivity a veľká hodnota za peniaze

Pozitívny efekt na rozpočet ak sa prevedú aktíva

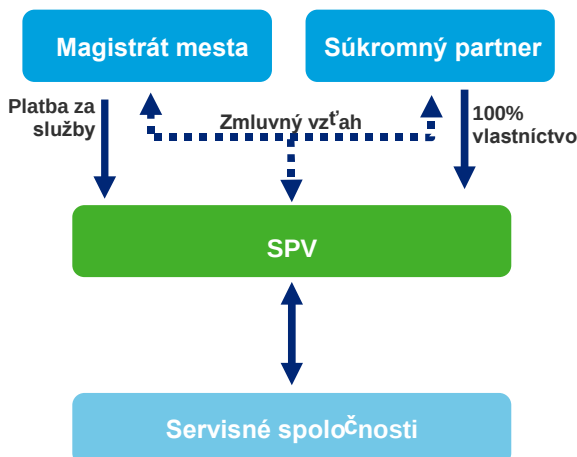
Hlavné nevýhody:

- Často nedochádza k dlhodobej optimalizácii verejného osvetlenia, prevádzky a údržby ako cieľu, ale optimalizujú sa manažérske kapacity a nie samotné služby
- Nedosiahnutie maximálnej možnej efektivity a hodnoty za peniaze
- Inštalácia nového osvetlenia ostáva na verejných subjektoch
- Väzby a riziká ostávajú na municipalite
- Zámerom môže byť iba aktivácia majetku a nie jeho udržiavanie, obnova a dosahovanie efektivity
- Zmiešané úlohy a záujmy verejného a súkromného partnera napriek jasnemu oddeleniu vlastníka a dodávateľa
- Limitácia dosahovania úspor a hodnoty za peniaze, ak súkromný partner musí jednať v súlade s politickými rozhodnutiami a nemôže optimalizovať projekt v záujme ekonomických cieľov
- Obmedzená konkurencia akonáhle je zmluva o spoločnom podniku podpísaná

3.4.2.4 Projekt verejno-súkromného partnerstva (PPP)

Základná charakteristika modelu:

- Verejné osvetlenie je zabezpečené súkromným partnerom
- Poskytovanie kompletných služieb prevádzky a údržby za fixný poplatok
- Dlhodobý kontrakt na poskytovanie služieb
- Výmena starého osvetlenia a inštalácia nového je na súkromnom partnerovi
- Vlastníctvo majetku ostáva municipalite
- Nový majetok prechádza do vlastníctva municipality po zaradení do používania



Hlavné výhody:

- Prenesenie zodpovednosti za služby na súkromného partnera
- Motivácia súkromného partnera zlepšovať služby počas celého životného cyklu v prospech municipality
- Prenos podstatnej časti rizika
- Zadefinovanie výstupov, dohôd o úrovni poskytovaných služieb a pokút za nevykonanie alebo nedostatočné služby –
- Dlhodobé zmluvy poskytujú stimuly pre nahradenie starého zariadenia a dlhodobú optimalizáciu prevádzky, údržby a energetickej spotreby

Hlavné nevýhody:

- Dlhodobé kontrakty predstavujú výrazný záväzok do budúcnosti
 - Dlhodobosť PPP partnerstva niekoľkonásobne presahuje politický cyklus a je ovplyvnené legislatívnymi zmenami
 - Vyššie poplatky ako pri iných druhoch spolupráce a prenos podstatnej časti nákladov do budúcnosti
 - Administratívne a časovo náročné

3.4.3 Ekonomický pohľad na vybrané prevádzkové modely

Prevádzkový model	Angažovanosť externého partnera	Prevádzkové charakteristiky	Flexibilita pri platobných mechanizmoch	Prevádzkové výdavky za verejné osvetlenie	Kapitálové financovania	Formy výdavky
A. Verejný mestský podnik	Bez účasti externého partnera	- poskytovateľ verejnej služby je verejný subjekt - prevádzka je financovaná primárne z verejných zdrojov - potenciálne dodatočné výnosy (marketing) sa používajú na krytie nákladov a potrieb	Penalizácia: bez možnosti Motivácia: limitované možnosti	Znáša v plnej miere municipalita	Zodpovednosť na strane municipality	Interné: - prevádzkové zdroje (limitovane) Externé: - verejné financie - grantové prostriedky - bankové financovanie (limitovane)
B. Servisný model	Čiastočná účasť prostredníctvom zmluvných vzťahov	- poskytovateľ verejnej služby je verejný subjekt v spolupráci s externými dodávateľmi - prevádzka je financovaná primárne z verejných zdrojov - potenciálne dodatočné výnosy (marketing a služby) sa používajú na krytie nákladov a potrieb	Flexibilita: motivačné a penalizačné nástroje sú obvyklou súčasťou	Znáša v plnej miere municipalita (refakturácia zo strany externých subjektov)	Zodpovednosť na strane municipality	Externé: - verejné financie - grantové prostriedky - bankové financovanie (limitovane)
C. Spoločný verejnosúkromný podnik	Spoluúčasť externého partnera podľa podielov v SPV	- poskytovateľ verejnej služby je samostatný komerčný subjekt, ktorý je odmeňovaný zo strany municipality podľa dohodnutého mechanizmu - beneficientami potenciálnych výnosov sú proporcionálne municipalita a externý subjekt podľa príslušných podielov	Flexibilita: možnosti penalizácie a motivácie závisia od podielov partnerov podniku	Znášajú obaja partneri v závislosti od podielov v spoločnom podniku	Znášajú obaja partneri v závislosti od podielov v spoločnom podniku	Interné: - prevádzkové zdroje Externé: - bankové financovanie

D. Projekt verejnósúkromného partnerstva (PPP)	Úplná účasť externého partnera počas definovaného obdobia	• poskytovateľ verejnej služby je samostatný komerčný subjekt, ktorý je odmeňovaný zo strany municipality podľa dohodnutého mechanizmu • beneficiármi potenciálnych výnosov je výlučne externý	Flexibilita: motivačné a penalizačné nástroje sú obvyklou súčasťou	Znáša v plnej miere súkromný partner	Zodpovednosť na strane externého partnera (počas definovaného obdobia)	• zdroje externého partnera
---	---	---	---	--------------------------------------	--	---

3.5 Ekonomická analýza vybraných prevádzkových modelov

3.5.1 Predpoklady použité pri zostavení analýz

Základný koncept a predpoklady ekonomickej analýzy vybraných prevádzkových modelov verejného osvetlenia vychádzajú z (i) analýzy aktuálneho prevádzkového modelu (Kapitola 1.1.5), (ii) očakávaní vedenia Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy ako aj z (iii) porovnania prevádzkových modelov aplikovaných v iných metropolách (Kapitola 3.3).

Pri vypracovaní ekonomickej analýzy boli použité nasledovné predpoklady:

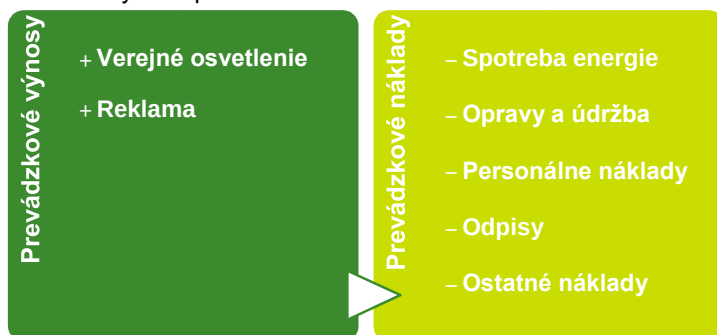
- Nakoľko vedenie Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy sa v súčasnej dobe rozhoduje o budúcom prevádzkovom modeli verejného osvetlenia, preferovaný model nebol v čase spracovania analýzy jednoznačne daný a preto bolo nutné pristúpiť k použitiu viacerých zjednodušení. Všetky predpoklady použité v priebehu modelovania sú uvedené v príslušnej časti tejto správy.
- Finančný model bol zostavený len v rozsahu prevádzky verejného osvetlenia na území Hlavného mesta SR Bratislava. Potenciálne dopady prevádzkového modelu verejného osvetlenia na ostatné prevádzkové činnosti ani iné potenciálne rozvojové aktivity týkajúce sa ostatných prevádzkových aktivít neboli zohľadnené.
- Ekonomická analýza bola zostavená s účelom poskytnúť vedeniu Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy informácie pre účely strategického rozhodovania. Analýza vybraných prevádzkových modelov verejného osvetlenia ukazuje možné dopady implementácie jednotlivých modelov (vlastný mestský podnik, prevádzkový kontrakt, spoločný verejnosúkromný podnik, verejno-súkromný projekt apod.), neprezentuje však najvhodnejšiu štruktúru spolupráce, resp. optimálnu alebo dosiahnuteľnú kombináciu týchto prevádzkových modelov.
- Ekonomická analýza zachytáva obdobie prevádzky verejného osvetlenia po dobu 20 rokov – očakávaný prevádzkový horizont. Na základe predložených dokumentov a vzhľadom na aktuálny stav zmluvného vzťahu so spoločnosťou SIEMENS sa očakáva, že nový prevádzkový model by mal byť implementovaný k 1.januáru 2017.
- Očakávané hospodárenie verejného osvetlenia po implementácii nového prevádzkového modelu (t.j. na obdobie od 1.januára 2017 do 31.decembra 2036) bolo zostavené z podkladov poskytnutých od vedenia Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy a spoločnosti SIEMENS.
- Potenciálne benefity plynúce z vlastníctva súvisiaceho majetku po skončení očakávaného prevádzkového horizontu (po 20 rokoch) neboli individuálne analyzované ani zohľadnené. Je potrebné poznamenať, že pri aplikovaní ľubovoľného prevádzkového modelu by zostatková hodnota majetku mohla byť pri správnej údržbe stále nenulová. Avšak dá sa povedať, že všetky analyzované prevádzkové modely by mali zabezpečiť primeranú obnovu majetku a preto by stav majetku na konci prevádzkového horizontu mal byť porovnateľný.
- Ekonomická analýza bola zostavená na ročnej báze.
- Ekonomická analýza vyhodnocuje možný dopad implementácie alternatívnych technologických riešení (napr. zmena na LED) iba rámcovo pre model s účasťou externého (komerčného) subjektu. Z toho dôvodu, hlavné technické a prevádzkové predpoklady vychádzajú najmä z aktuálneho technologického riešenia založeného primárne na sodíkovej technológii.
- Ekonomická analýza zohľadňuje vybrané účtovné aspekty prevádzky verejného osvetlenia len zjednodušene, resp. od nich do určitej miery abstrahuje (napr. presná kvantifikácia výšky a zmeny pracovného kapitálu, vplyv odloženej dane alebo dane z pridanej hodnoty).

- Uvažované prevádzkové špecifiká vychádzajú z technických a prevádzkových parametrov dodaných vedením Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy a spoločnosti SIEMENS, prípadne odhadnutých na základe diskusie s relevantnými predstaviteľmi a súčasných trhových podmienok.

3.5.2 Predpokladané ekonomické charakteristiky prevádzky verejného osvetlenia

V súčasnej fáze strategického rozhodovania nebolo definitívne rozhodnuté o spôsobe obsluhy a prevádzky verejného osvetlenia po skončení aktuálneho zmluvného vzťahu so spoločnosťou SIEMENS. Z pohľadu rámcového ekonomického posúdenia nie je v úvodnej fáze potrebné zohľadňovať špecifiká konkrétneho prevádzkového modelu, dôraz sa typicky kladie na celkový ekonomický potenciál samotnej aktivity (služby verejného osvetlenia) z pohľadu izolovanej organizačnej jednotky. Vyhodnotením ekonomického potenciálu je možné z pohľadu Hlavného mesta odhadnúť celkovú nákladovosť zabezpečenia verejnej služby a tým posúdiť aj realizovateľnosť dostupných prevádzkových modelov (napr. potrebu finančnej spoluúčasti, výšku ročného poplatku za dostupnosť, potrebu a dostupnosť externých zdrojov financovania apod.) Následná ekonomická analýza vyhodnocuje výhody a nevýhody jednotlivých prevádzkových modelov a očakávané (prevádzkové) hospodárenie pri ich implementácií.

Na základe dostupných podkladov poskytnutých zo strany vedenia Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy a spoločnosti SIEMENS, bolo vyhodnotené hospodárenie organizačnej jednotky verejného osvetlenia vzhľadom na očakávané prevádzkové výnosy a náklady v rozsahu ako je uvedené v nasledovných kapitolách.



3.5.2.1 Prevádzkové výnosy

Výnosy z verejného osvetlenia

Vzhľadom na verejno-prospešný charakter prevádzky verejného osvetlenia by výnosy z tejto činnosti mali pokrývať súvisiace prevádzkové náklady, ktoré sú dané hlavne veľkosťou a rozsahom prevádzkovanej infraštruktúry ako aj investičnými požiadavkami. V prípade prevádzkového modelu s účasťou externého (komerčného) subjektu by výnosy z verejného osvetlenia by mal umožňovať aj dosiahnutie primeraného zisku.

Reklama

Výnosy z reklamnej činnosti predstavujú najmä výnosy z prenájmu reklamných plôch, pútačov a svetelných reklamných plôch, ktoré sú umiestnené na stožiaroch verejného osvetlenia. Na základe skúseností spoločnosti Technické sítě Brno, a.s. je možné dosiahnuť priemerný ročný výnos z reklamy približne na úrovni 20 EUR na 1 svetelný bod.

3.5.2.2 Prevádzkové náklady

Spotreba energií a materiálu

Kľúčovou zložkou prevádzkových nákladov verejného osvetlenia (až do výšky 40%) predstavujú typicky náklady na spotrebovanú elektrickú energiu, ktoré sa odvíjajú od:

a) Ročnej spotreby elektrickej energie, ktorá je daná najmä:

- počtom svetelných bodov (približne 47 530 bodov)
- priemerným inštalovaným príkonom (108 W na svetelný bod vrátane predradníka)

210

- počtom hodín svietivosti (3 900 hod za rok)
- priemernou nesvietivosťou v roku (do 2% za rok), a
- stratami v systéme (až do výšky 7-10%)

b) Jednotkovej ceny elektrickej energie, ktorá sa skladá z:

- Ceny za dodávku elektrickej energie
- Regulačných a distribučných poplatkov

V súčasnej dobe je jednotková cena elektrickej energie daná zmluvou uzatvorenou s SSE, pričom celková jednotková cena je zazmluvnená na 103,57 EUR na MWh. Vzhľadom na súčasný významný posun trhovými burzovými cenami elektrickej energie smerom nadol sa dá očakávať, že v prípade, ak by prevádzku verejného osvetlenia prevzal externý subjekt, koncová jednotková cena by pravdepodobne výraznejšie kopírovala vývoj na trhu.

Ostatná spotreba energií a materiálov bola pre účely tejto analýzy zjednodušene odhadnutá na úrovni 10% z celkových nákladov na energiu spotrebovanú pri prevádzke verejného osvetlenia.

Opravy a údržba

Na základe informácií poskytnutých pri diskusii s vedením Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy a spoločnosťou SIEMENS je zrejmé, že výška nákladov na údržbu a opravy infraštruktúry sa bude významne odvíjať od technického a funkčného riešenia zvoleného pre nevyhnutnú obnovu verejného osvetlenia v najbližších rokoch. Z toho dôvodu nie je v súčasnej dobe možné jednoznačne odhadnúť výšku týchto nákladov počas nadchádzajúceho prevádzkového horizontu (20r). Preto bolo pre účely tejto ekonomickej analýzy zjednodušene uvažované s priemernými ročnými nákladmi prepočítanými na údržbu a opravu 1 svetelného bodu na základe skúseností spoločnosti Technické sítě Brno, a.s. Tento predpoklad implicitne predpokladá, že súčasný investičný deficit, vyčíslený spoločnosťou SIEMENS na približne 19,8 mil. EUR bude na začiatku nového prevádzkového horizontu eliminovaný, čím sa technický stav infraštruktúry dostane do porovnateľného (dlhodobu udržateľného) stavu.

Personálne náklady

Výška personálnych nákladov súvisiacich s prevádzkou verejného osvetlenia je daná celkovým počtom technických, administratívnych a vedúcich pracovníkov a ich priemernou mzdou. Na základe dostupných podkladov boli uvažované nasledovné počty pracovníkov:

- Technicko-administratívny pracovníci: 73
- Vedúci pracovníci: 10

Na základe skúseností spoločnosti SIEMENS bolo v prípade prevádzkového modelu zahŕňajúceho externý (komerčný) subjekt uvažované s vyššou mierou efektívnosti – t.j. nižším počtom zamestnancov (cca. o 10 %).

Ostatné prevádzkové náklady

Vzhľadom na obmedzenú dostupnosť podkladov k ostatným prevádzkovým nákladom, ktoré v súvislosti s prevádzkou verejného osvetlenia v súčasnej dobe znáša spoločnosť SIEMENS, bola výška ostatných prevádzkových nákladov (napr. audit, účtovníctvo, právne služby a pod.) odhadnutá na základe skúseností spoločnosti Technické sítě Brno, a.s. približne na úrovni 144 tis. EUR ročne.

Rast cien tovarov a služieb (indexácia prevádzkových výnosov a nákladov)

Pre účely tejto ekonomickej analýzy bolo predpokladané, že rast prevádzkových výnosov a nákladov bude dlhodobo kopírovať očakávaný vývoj inflácie podľa predikcie Inštitútu pre finančnú politiku („IFP“).

Na základe vyššie uvedených predpokladov bola zostavená východisková projekcia prevádzkových nákladov organizačnej jednotky zabezpečujúcej verejné osvetlenie od začiatku nasledovného prevádzkového obdobia. Nižšie uvedená projekcia prezentuje odhad prevádzkových nákladov za predpokladu, že prevádzka verejného osvetlenia bude realizovaná bez účasti externého (komerčného) subjektu. Dá sa predpokladať, že v prípade participácie externého (komerčného) partnera by mohla organizačná jednotka zužitkovať skúsenosti partnera a dosiahnuť tým efektívnejšiu prevádzku. Tabuľka č. 88 - Projekcia prevádzkových nákladov

(v EUR tis.)	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Prevádzkové náklady	(5,727)	(5,875)	(6,039)	(6,209)	(6,384)	(6,565)	(6,752)	(6,945)	(7,144)	(7,350)
Náklady na spotrebovanú energiu a materiál	(2,423)	(2,466)	(2,518)	(2,571)	(2,625)	(2,680)	(2,736)	(2,794)	(2,853)	(2,912)
Personálne náklady	(1,715)	(1,791)	(1,870)	(1,952)	(2,038)	(2,127)	(2,221)	(2,319)	(2,421)	(2,527)
Náklady na údržbu	(1,011)	(1,029)	(1,051)	(1,073)	(1,096)	(1,119)	(1,142)	(1,166)	(1,190)	(1,215)
Náklady na služby	(433)	(441)	(450)	(460)	(470)	(479)	(489)	(500)	(510)	(521)
Ostatné prevádzkové náklady	(144)	(147)	(150)	(153)	(157)	(160)	(163)	(167)	(170)	(174)
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Prevádzkové náklady	(7,562)	(7,782)	(8,009)	(8,243)	(8,485)	(8,735)	(8,994)	(9,261)	(9,538)	(9,824)
Náklady na spotrebovanú energiu a materiál	(2,974)	(3,036)	(3,100)	(3,165)	(3,231)	(3,299)	(3,368)	(3,439)	(3,511)	(3,585)
Personálne náklady	(2,638)	(2,755)	(2,876)	(3,002)	(3,134)	(3,272)	(3,416)	(3,567)	(3,724)	(3,887)
Náklady na údržbu	(1,241)	(1,267)	(1,294)	(1,321)	(1,349)	(1,377)	(1,406)	(1,435)	(1,465)	(1,496)
Náklady na služby	(532)	(543)	(554)	(566)	(578)	(590)	(602)	(615)	(628)	(641)
Ostatné prevádzkové náklady	(177)	(181)	(185)	(189)	(193)	(197)	(201)	(205)	(209)	(214)

Pozn.: Vyššie prezentovaná projekcia prevádzkových nákladov prezentuje hypotetický modelový prípad zostavený na základe vyššie uvedených predpokladov a odhadov bez zohľadnenia potenciálnych optimalizácií nákladov, ktoré by mohlo priniesť angažovanie externého (komerčného) subjektu. Predmetom tejto analýzy nie je nezávislé potvrdenie predpokladov ani uistenie o vhodnosti, úplnosti alebo realizovateľnosti súvisiacich prevádzkových plánov. Treba vziať na vedomie, že ak sa prevádzkový plán alebo použité súvisiace predpoklady z akéhokoľvek dôvodu nenaplnia, môže to mať dopad na budúce hospodárenie organizačnej jednotky, čo môže viesť k záverom, ktoré budú odlišné od záverov uvedených v tejto správe. Tieto rozdiely môžu byť významné.

3.5.2.3 Majetok, kapitálové investície a pravdepodobné formy financovania

Odpisy

Odpisy z majetku významne ovplyvňujú hospodárenie každej spoločnosti. V súčasnej dobe je majetok súvisiaci s prevádzkou verejného osvetlenia (napr. stožiare, rozvody, rozvádzače a pod.) vo vlastníctve Hlavného mesta, pričom jeho zostatková účtovná hodnota bola k 31. Dec 2015 približne 18,5 mil. EUR. Pre účely tejto ekonomickej analýzy boli odpisy z existujúceho majetku odvodené z aktuálneho stavu inventúrneho súpisu poskytnutého vedením Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy. Potenciálne odpisy z nových investícií boli projektované vzhľadom na predpokladanú priemernú životnosť 30 rokov.

Majetok a kapitálové investície

Na základe diskusie s vedením Magistrátu hlavného mesta SR Bratislavy a spoločnosťou SIEMENS rozumieme, že súčasný stav infraštruktúry verejného osvetlenia je významne ovplyvnený výrazným investičným deficitom naakumulovaným od poslednej modernizácie/rekonštrukcie realizovanej v priebehu rokov 1996 až 2001. V súlade s investičným rozpočtom predloženým spoločnosťou SIEMENS boli celkové investičné náklady nevyhnutné na obnovu infraštruktúry odhadnuté na približne 19,8 mil. EUR.

Okrem nevyhnutných investičných nákladov bola analyzovaná aj výhodnosť dodatočných investícií do nového technologického riešenia, ktoré by mohlo viesť k výraznému zníženiu spotreby elektrickej energie (30% pokles inštalovaného príkonu). Výška dodatočných investícií bola odvodená na základe očakávanej priemernej investície vo výške 250 EUR na 1 svetelný bod. Radi by sme upozornili, že účelom tejto analýzy zahŕňajúcej dodatočné investície nie je porovnanie ani výber konkrétneho technologického riešenia, ale len vyčíslenie potenciálneho dopadu takejto investície na hospodárenie prevádzkového modelu. Vzhľadom na aktuálnu finančnú situáciu Hlavného mesta boli dodatočné investície analyzované iba v prevádzkových modeloch s účasťou externého (komerčného) partnera.

Na základe predbežnej analýzy dostupných foriem financovania je zrejmé, že v závislosti na zvolenom prevádzkovom modeli, bude najpravdepodobnejším variantom financovania kapitálových investícií kombinácia nasledujúcich foriem financovania:

- Verejné zdroje
- Prevádzkové zdroje
- Bankové financovanie (v závislosti od prevádzkového modelu)
- Grantové prostriedky (s obmedzeniami v závislosti od prevádzkového modelu)
- Vklad externého súkromného partnera (v závislosti od prevádzkového modelu)

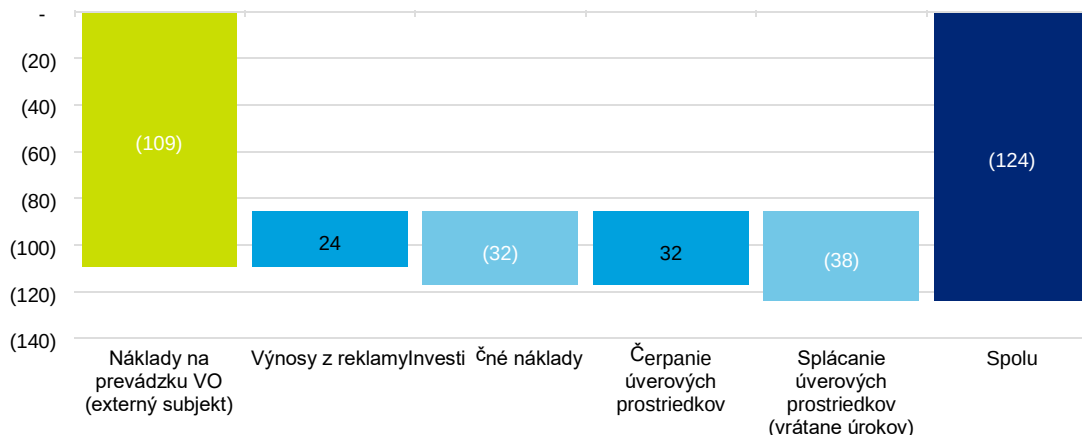
Podrobnejšia analýza jednotlivých foriem financovania je uvedená v Kapitole 3.7.

3.5.2.4 Indikatívne vyhodnotenie vybraných prevádzkových modelov

Je dôležité si uvedomiť, že z pohľadu Hlavného mesta predstavujú výnosy organizačnej jednotky zabezpečujúcej verejné osvetlenie (okrem výnosov z reklamy) náklad. Preto boli vybrané prevádzkové modely vyhodnotené prostredníctvom porovnania peňažných tokov, ktoré by prevádzka verejného osvetlenia pri aplikácii jednotlivých prevádzkových modelov prinášala v priebehu projektovaného horizontu (20r). Porovnaním (i) peňažných tokov implikovaných za predpokladu aplikácie vybraného modelu a (ii) peňažných tokov, ktoré by prinieslo pokračovanie prevádzky v súčasnom režime bol odhadnutý dopad prípadného zavedenia daného prevádzkového modelu. Výhodnosť a ekonomická realizovateľnosť jednotlivých prevádzkových modelov bola následne posúdená na základe diskontovaných peňažných tokov, respektíve prostredníctvom súčasnej hodnoty implikovanej daným modelom.

Východiskový stav (servisný model)

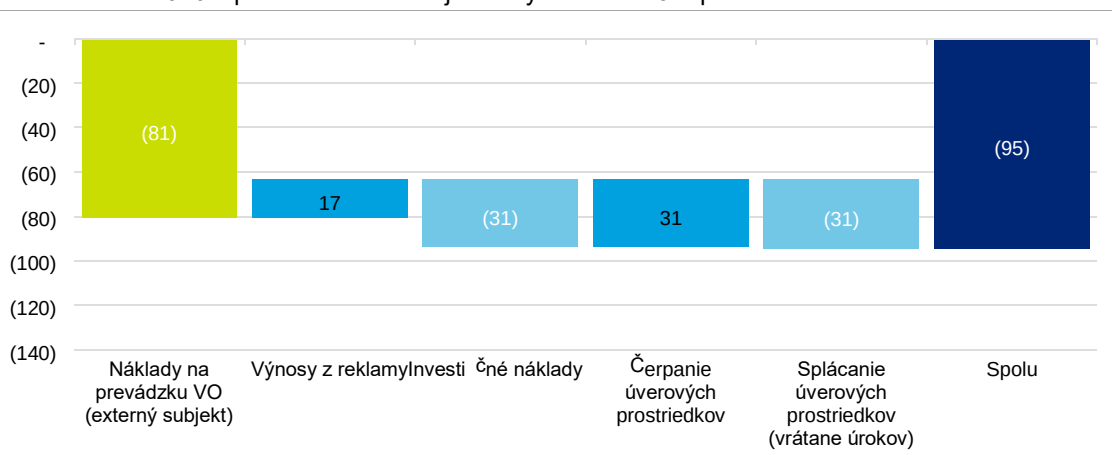
Pre účely tejto analýzy bolo uvažované, že v prípade pokračovania prevádzky prostredníctvom externého subjektu (servisný model), by výška fakturácie vychádzala z úrovne 5-ročného priemeru z realizovaných fakturácií medzi SIEMENS a Hlavným mestom, t.j. približne 5,5 mil. EUR p.a. Ďalej sa uvažovalo, že náklady súvisiace s nevyhnutnou obnovou ako aj náklady na dodatočné investície by boli prefinancované formou bankového úveru 50 % a úveru od externého partnera 50 % podobne ako tomu bolo v prípade modernizácie a rekonštrukcie realizovanej spoločnosťou SIEMENS. Nižšie priložený graf sumarizuje kumulatívnu nominálnu hodnotu implikovanú východiskovým prevádzkovým modelom počas uvažovaného prevádzkového horizontu (2017–2036).



Obrázok č. 142 - Komponenty nominálnej hodnoty Modelu, mil. EUR (Servisný model)

Pozn.: Pre účely tejto analýzy sa predpokladalo, že v prípade zachovania východiskového prevádzkového modelu (servisný model) by potenciálny externý (komerčný) partner realizoval aj dodatočné investície (bližšie popísané vyššie), čím by dosiahol zníženie spotreby elektrickej energie o 30%.

Očakávané nominálne peňažné toky boli pre účely porovnania diskontované na ich súčasnú hodnotu k 31. decembru 2016 s použitím diskontnej sadzby na úrovni 3% p.a.



Obrázok č. 143 - Komponenty súčasnej hodnoty Modelu, mil. EUR (Servisný model)

Nominálna (nediskontovaná) hodnota prevádzkového modelu za predpokladu pokračovania prevádzky prostredníctvom externého subjektu (servisný model) by v priebehu uvažovaného prevádzkového horizontu (2017–2036) dosiahla -124.1 mil. EUR. Súčasná hodnota takéhoto prevádzkového modelu k 31. decembru 2016 bola vyčíslená na -94.8 mil. EUR.

Alternatívne prevádzkové modely

Peňažné toky zodpovedajúce Hlavnému mestu boli v jednotlivých rokoch prevádzkového horizontu odhadnuté pri zohľadnení nasledovných položiek:

Hospodársky výsledok organizačnej jednotky (po dani)

- (+) Odpisy
- (–) Investičné náklady
- (+) Čerpanie externých prostriedkov
- (–) Splácanie externých prostriedkov

Voľné peňažné toky (organizačnej jednotky)

- (–) Náklady na zabezpečenie verejného osvetlenia

Voľné peňažné toky (Hlavné mesto)

Analýza alternatívnych prevádzkových modelov bola zostavená s použitím nasledovných predpokladov:

- Pre účely porovnania peňažných tokov boli budúce peňažné toky diskontované na ich súčasnú hodnotu s použitím očakávanej miery výnosnosti bezrizikových aktív na úrovni 3% p.a.
- Súčasná hodnota peňažných tokov bola vypočítaná k 31. decembru 2016.
- Pri kvantifikovaní daňových vplyvov súvisiacich s kapitálovými investíciami sa predpokladalo, že výška daňových a účtovných odpisov je totožná a teda abstrahuje sa od vplyvov odloženej dane. Finančné projekcie abstrahovali od dane z pridanej hodnoty.
- Vplyv pracovného kapitálu nebol pre účely tejto ekonomickej analýzy uvažovaný.
- Ekonomická analýza zachytáva 20 rokov prevádzky so začiatkom 1. januára 2017. Je pravdepodobné, že po uplynutí analyzovaného obdobia nebude hodnota majetku nulová. Na druhej strane sa dá predpokladať, že aby Hlavné mesto zachovalo funkčnosť a prevádzkyschopnosť infraštruktúry, bude musieť investovať do jeho obnovy. Rozsah tejto obnovy nie je v súčasnosti známy a predpokladá sa, že ekonomickú výhodnosť tejto dodatočnej investície bude potrebné zhodnotiť v čase jej prípravy. Pre účely porovnateľnosti sa uvažovalo, že všetky analyzované prevádzkové modely by mali zabezpečiť primeranú obnovu majetku a preto by stav majetku na konci prevádzkového horizontu mal byť porovnateľný. Z tohto dôvodu sa hodnota majetku, resp. peňažné toky, ktoré vzniknú po analyzovanom období, nezohľadňujú.

Dá sa očakávať, že pri implementácii prevádzkového modelu by bolo možné použiť aj kombináciu jednotlivých analyzovaných modelov. V súčasnosti nie je zjavné, aká bude presná charakteristika modelu. Pri tejto analýze boli preto vyhodnotené iba modelové (hraničné) prípady, ktoré názorne prezentujú vplyv vybraných prevádzkových modelov na celkový výsledok ekonomickej analýzy. Nasledovné sekcie bližšie popisujú vplyv nasledovných prevádzkových modelov:

a) Model s výlučným verejným vlastníctvom: Verejný mestský podnik

- b) **Model so spoluúčasťou externého partnera:** Projekt verejno-súkromného partnerstva (PPP)

3.5.3 Verejný mestský podnik (A)



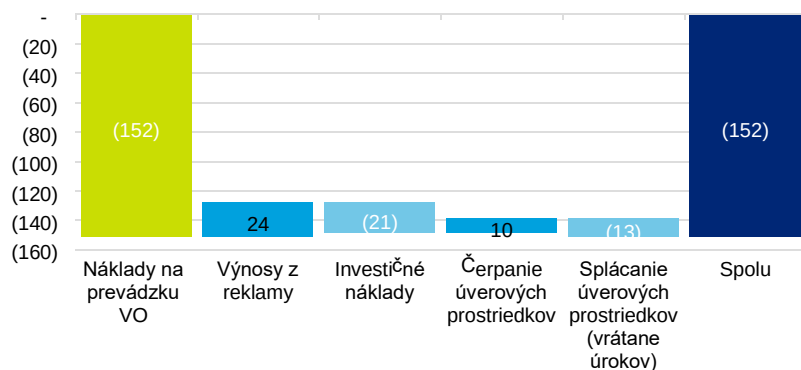
Hlavné predpoklady:

- 100% kontrola a vlastníctvo na strane Hlavného mesta
- Prevádzka verejného osvetlenia za účelom

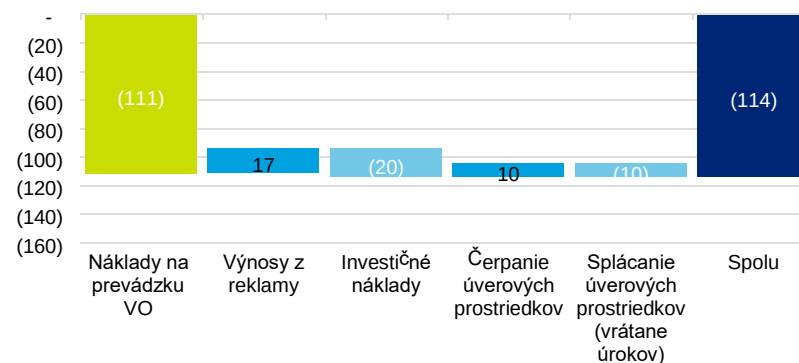
poskytovania verejnej služby, t.j. nie za účel generovania zisku, výnosy z ostatných komerčných aktivít (napr. reklama) prislúchajú Hlavnému mestu

- Potreba budovanie nových kompetencií potrebných pre prevádzku (nižšia efektívnosť)
- Kapitálové investície iba do nevyhnutnej obnovy infraštruktúry
- Uvažovaná štruktúra financovania investícií (50:50, úver a vlastné zdroje)

Nasledujúce grafy prehľadne sumarizujú kumulatívnu nominálnu a súčasnú hodnotu jednotlivých komponentov peňažných tokov pre Hlavné mesto, v prípade ak by verejný osvetlenie bolo zabezpečené prostredníctvom verejného mestského podniku.



Obrázok č. 144 - Komponenty nominálnej hodnoty Modelu, mil. EUR
(Projekt verejno súkromného partnerstva)



Obrázok č. 145 - Komponenty súčasnej hodnoty Modelu, mil. EUR (Verejný mestský podnik)

Na základe použitých predpokladov by celková súčasná hodnota peňažných tokov pre Hlavné mesto pri aplikovaní diskontného faktoru 3% p.a. dosiahla v prípade implementácie prevádzkového modelu prostredníctvom verejného mestského podniku úroveň -111,3 mil. EUR. Je dôležité poznamenať, že realizácia tohto modelu by vyžadovala vynaloženie značných finančných prostriedkov zo strany Hlavného mesta.

216

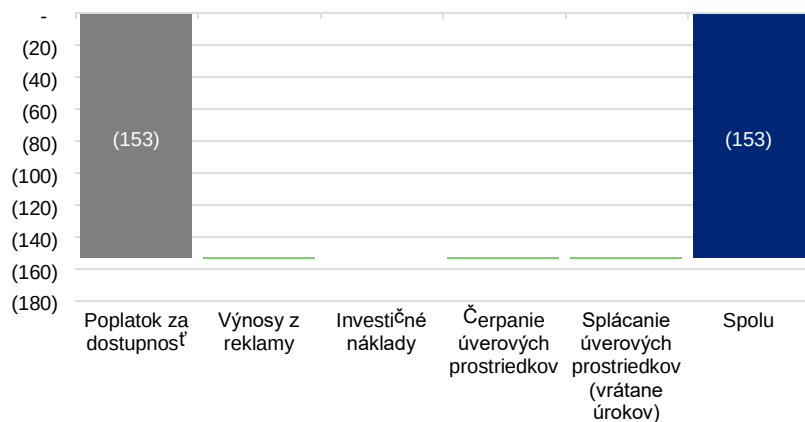
3.5.4 Projekt verejno-súkromného partnerstva (B)



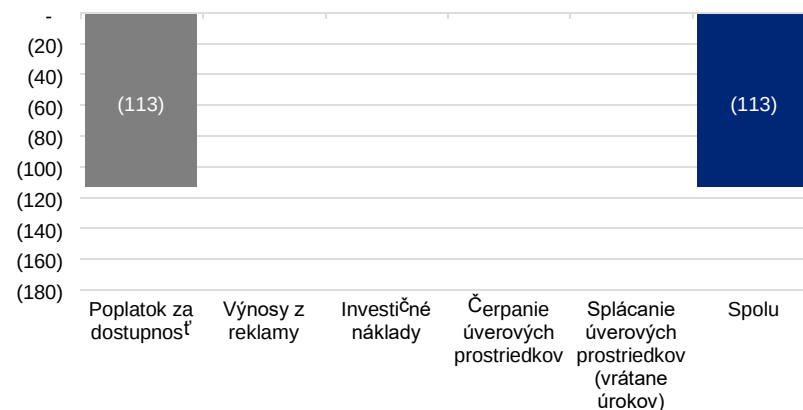
komerčných aktivít (napr. reklama) prislúchajú externému partnerovi a Hlavné mesto platí iba poplatok za dostupnosť služby

- Aplikácia skúseností z iných projektov (vyššia efektívnosť)
- Kapitálové investície do nevyhnutnej obnovy vrátane modernizácie infraštruktúry s použitím najnovších technológií (potenciál úspor energie)
- Uvažovaná štruktúra financovania investícií (50:50, úver a vlastné zdroje)

Nasledujúce grafy prehľadne sumarizujú kumulatívnu nominálnu a súčasnú hodnotu jednotlivých komponentov peňažných tokov pre Hlavné mesto, v prípade ak by verejné osvetlenie bolo zabezpečené prostredníctvom projektu verejno-súkromného partnerstva.



Obrázok č. 146 - Komponenty nominálnej hodnoty Modelu, mil.EUR

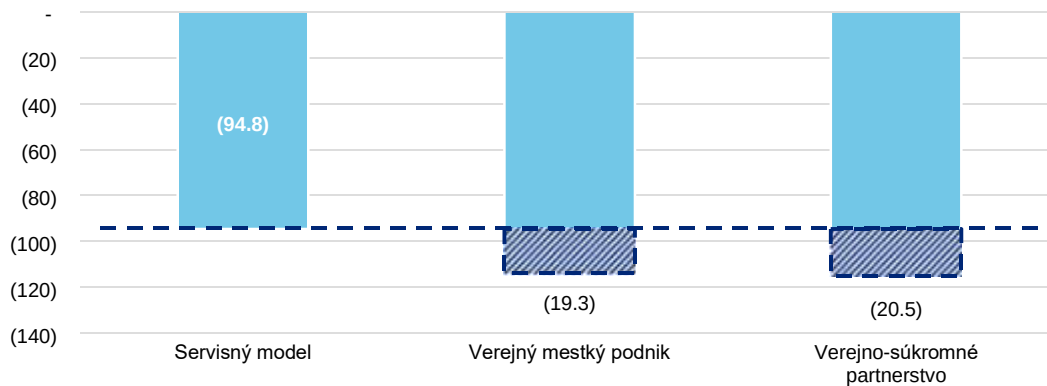


Obrázok č. 147 - Komponenty súčasnej hodnoty Modelu, mil. EUR

Na základe použitých predpokladov by celková súčasná hodnota peňažných tokov pre Hlavné mesto pri aplikovaní diskontného faktoru 3% p.a. dosiahla v prípade implementácie prevádzkového modelu prostredníctvom verejno-súkromného partnerstva úroveň -113,4 mil. EUR. Pri tomto prevádzkovom modeli by významná časť prevádzkových rizík bola presunutá na externého partnera, ktorý by zato požadoval adekvátnu kompenzáciu. Na druhej strane, externý partner by mohol priniesť skúsenosti, ktoré by prispeli k vyššej efektívnosti prevádzky verejného osvetlenia.

3.6 Vyhodnotenie prevádzkových modelov

Nasledovný prehľad porovnáva analyzované prevádzkové modely.



Obrázok č. 148 - Porovnanie prevádzkových modelov, mil. EUR

Pozn.: Radi by sme upozornili, že vzhľadom na významne limitovanú dostupnosť relevantných podkladových dát poskytuje vyhodnotenie iba indikáciu. Nakoľko predmetom tejto analýzy nebolo nezávislé potvrdenie predpokladov ani uistenie o vhodnosti, úplnosti alebo realizovateľnosti súvisiacich prevádzkových plánov, treba vziať na vedomie, že ak sa prevádzkový plán alebo použité súvisiace predpoklady z akéhokoľvek dôvodu nenaplnia, môže to mať dopad na budúce hospodárenie organizačnej jednotky, čo môže viesť k záverom, ktoré by boli odlišné od záverov uvedených v tejto správe. Tieto rozdiely môžu byť významné.

Z porovnania alternatívnych prevádzkových modelov voči východiskovému (servisnému) modelu je zrejmé, že súčasná hodnota inkrementálnych peňažných tokov pre Hlavné mesto by bola v oboch prípadoch porovnateľne nižšia (menej výhodná) o 19,3 až 20,5 mil. EUR.

Výsledná súčasná hodnota peňažných tokov jednotlivých Modelov závisí najmä od dosahovanej prevádzkovej efektívnosti ako aj od celkovej výšky potenciálne realizovaných investícií. Prípadné zvýšenie ekonomickej výhodnosti jednotlivých modelov by bolo možné dosiahnuť napríklad:

- znížením energetickej náročnosti sústavy verejného osvetlenia,
- dosiahnutím vyššej prevádzkovej efektívnosti najmä v oblasti preventívnej údržby, nákupu služieb a personálnych nákladov,
- limitovaním rozsahu budúcich investičných nákladov prostredníctvom priebežnej korektívnej údržby pri použití dostupných technologických riešení,
- zabezpečením efektívnej štruktúry financovania investícií, najmä vo vzťahu k potenciálnemu využitiu nenávratných verejných prostriedkov (grantov), prípadne iných výhodných foriem externého financovania (napr. EBRD).

Vzhľadom na potrebu realizácie nevyhnutných investícií do systému verejného osvetlenia sa verejný podnik nejaví ako najvhodnejšie riešenie z dôvodu celkových nákladov (viď. analýza vyššie), nutnosti počiatočných investícií a potenciálnej nižšej efektívnosti verejného podniku a vyšších požiadaviek na vlastné zdroje pre potreby prefinancovania investícií.

Vhodná forma spolupráce so súkromným partnerom má potenciál priniesť vyššiu efektívnosť do prevádzky verejného osvetlenia ako aj alternatívne možnosti ako prefinancovať nevyhnutné investície a tým uľahčiť Hlavnému mestu financovanie investičného deficitu:

- EPC kontrakt (z ang. Energy performance contracting) – investície sa splácajú z budúcich garantovaných úspor energie;
- prefinancovanie investícií súkromným partnerom so splátkovým kalendárom (napr. servisný kontrakt so spoločnosťou SIEMENS).

3.7 Financovanie

Nižšie uvedené návratné a nenávratné formy pomoci boli identifikované ako vhodné pre financovanie modernizácie systému verejného osvetlenia mesta Bratislava v čase spracovania predmetnej analýzy. Konečná aplikácia foriem pomoci a oprávnenosť projektu na použitie týchto foriem financovania však závisia od finálnej technickej, finančnej a prevádzkovej podoby projektu, ktorý bude na financovanie predložený. Pri žiadnej forme pomoci neexistuje právny nárok mesta Bratislava ako možného prijímateľa na jej poskytnutie.

Boli analyzované aj ďalšie možnosti financovania, ktoré nie sú nižšie rozpracované (napr. Európsky fond pre strategické investície, program JESSICA, program LIFE, program SLOVSEFF a ďalšie), avšak možnosti aplikácie daných fondov v podmienkach mesta Bratislavy by bolo potrebné podrobiť hlbšej analýze vzhľadom na to, že spôsob, rozsah, technické a administratívne špecifikácie modernizácie systému verejného osvetlenia ešte nie sú v čase spracovania tejto analýzy definitívne určené.

Tabuľka č. 89 - prehľad programov vhodných pre financovanie VO

Názov zdroja, resp. fondu	Návratný zdroj financovania	Nenávratný zdroj financovania	Štandardný projekt*	Inovačný projekt*
Horizont 2020	-	-	-	-
Horizont 2020 PDA (asistencia pri prípravu projektu)	-	-	-	-
PF4EE	✓	-	✓	✓
EEEF	✓	✓	✓	✓
EIF	✓	-	-	✓
EIB	✓	-	✓	-
EBRD	✓	-	✓	-

Štandardný projekt – zahŕňa len výmenu technológie

Inovačný projekt – môže zahŕňať okrem výmeny technológie aj prvky modulovo rozšíriteľnej siete inteligentných zariadení, napr. technológiu pre reguláciu statickej dopravy, bezpečnostné systémy, nabíjanie elektromobilov, zariadenia pre dostupnosť internetového pripojenia a pod.

3.7.1 Horizont 2020

Program Horizont 2020 – rámcový program pre výskum a inováciu (2014 – 2020) bol zriadený nariadením Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 1291/2013 z 11. decembra 2013.

V rámci programu Horizont 2020 (v znení pracovného programu H2020 2016 – 2017) sú zahrnuté a integrované niektoré programy a nástroje, podporované zo strany Európskej únie v ukončenom období 2007 - 2013, zamerané na zvyšovanie energetickej efektívnosti.

Ide o nenávratnú formu pomoci.

Horizont 2020 spája všetky existujúce zdroje financovania Únie v oblasti výskumu a inovácií (vrátane rámcového programu pre výskum), činnosti súvisiace s inováciou v rámci programu pre konkurencieschopnosť a inovácie a aktivity Európskeho inovačného a technologického inštitútu (EIT).

Program je založený na troch pilieroch:

1. Excelentná veda (Európska rada pre výskum, budúce a vznikajúce technológie, granty Marie Skłodowska-Curie pre mladých výskumných pracovníkov...)
2. Vedúce postavenie priemyslu (inovácie v SME, IKT, nanotechnológie, robotika, biotechnológie...)
3. Spoločenské výzvy (zdravie, poľnohospodárstvo, námorníctvo a bioekonómia, energetika, doprava, boj proti zmene klímy, životné prostredie, efektívne využívanie zdrojov a surovín...)

Financovanie modernizácie systému verejného osvetlenia mesta Bratislava a zvyšovanie jeho energetickej efektívnosti je zaraditeľné v rámci tretieho piliera programu Horizont 2020.

Pod rámcovým programom Horizont 2020 bude realizovaný aj komunitárny program Inteligentná energia – Európa III.

Žiadosti o grant je možné predkladať na základe verejných výziev EK, ktoré sú k dispozícii na *Participants Portal* ako aj na Národnom portáli Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a Centra vedecko-technických informácií SR (CVTI SR) pre Horizont 2020 na Slovensku.

Asistencia pri príprave projektu

Z programu Horizont 2020 (v rámci piliera Spoločenské výzvy) je možné financovať aj asistenciu pri príprave projektu (Project development assistance). Lehota pre predloženie žiadostí o financovanie je v rámci aktuálne vyhlásenej výzvy do 15.09.2016, pričom vyhlásenie ďalšej výzvy je naplánované 19.01.2017 s predpokladaným termínom predloženia žiadostí do 07.06.2017.

Asistencia pri príprave projektu sa zameriava na malé a stredne veľké investície v sektore energetiky v rozsahu od 7,5 mil – 50 mil. EUR.

European Commission Participant Portal

European Commission > Research & Innovation > Participant Portal > Opportunities

HOME FUNDING OPPORTUNITIES HOW TO PARTICIPATE EXPERTS SUPPORT Search PP LOGIN REGISTER

EU Programmes 2014-2020

Search Topics

Updates

Calls

H2020

5th Health Programme

Consumer Programme

COSME

Justice Programme

Promotion of Agricultural Products

ERDF Programme

Research Fund for Coal & Steel

FP7 & CIP Programmes 2007-2013

Calls

Other Funding Opportunities

TOPIC : Project Development Assistance

Topic identifier: EE-22-2016-2017
Publication date: 14 October 2015

Types of action: CSA Coordination and support action
DeadlineModel: single-stage
Planned opening date: 15 March 2016
Deadline: 15 September 2016 17:00:00

Types of action: CSA Coordination and support action
DeadlineModel: single-stage
Planned opening date: 19 January 2017
Deadline: 07 June 2017 17:00:00

Time Zone : (Brussels time)

Horizon 2020
Pillar: Societal Challenges
Work Programme Year: H2020-2016-2017
Work Programme Part: 'Secure, Clean and Efficient Energy'
Call : H2020-EE-2016-2017

H2020 website
Call Budget overview

Topic Updates

• 17 March 2016 14:06

H2020 2016-17 Work Programme update (European Commission Decision)

Topic Description

Specific Challenge:

As underlined in the Investment Plan for Europe, there is continued need for building a solid and transparent pipeline of sustainable energy investment projects to help the EU unlock additional

Topic conditions and documents

Please read carefully all provisions below before the preparation of your application.

Submission Service

Obrázok č. 149 - portál zverejňovania výziev na predkladanie žiadosti o financovanie v rámci programu Horizont 2020

Asistencia pri príprave projektu sa poskytuje verejným a súkromným projektom ako sú orgány verejnej správy, územnej samosprávy a ich zoskupenia, verejní/súkromní prevádzkovatelia a subjekty, spoločnosti poskytujúce energetické služby, maloobchodné reťazce ako aj subjekty v oblasti služieb a priemyslu.

Účelom tejto asistencie pri príprave projektu je vybudovať technické, ekonomické a právne znalosti potrebné pre prípravu projektu a vedúce k začatiu konkrétnej investície. Navrhovaná investícia má byť začatá pred ukončením asistencie pri príprave projektu, čo znamená že výsledkom asistencie by mala byť podpísaná zmluva o investícii, resp. začiatok verejného obstarávania danej investície, napr. stavebných prác, EPC zmluvy, zmluvy na kľúč a pod.

3.7.2 Nástroj PF4EE (Súkromné financovanie energetickej efektívnosti)

Nástroj PF4EE spravovaný Európskou investičnou bankou, je financovaný v rámci programu LIFE, ktorý okrem iného zabezpečí nástroj na rozdelenie rizika, určený na zníženie úverového rizika pre finančných sprostredkovateľov pri požičiavaní odvetviu energetickej účinnosti v spojení s technickou pomocou pre finančných sprostredkovateľov na vytvorenie nového trhového segmentu. **Ide teda o návratnú formu pomoci.** Očakáva sa, že príspevok Únie vo výške 80 miliónov EUR podporí celkové investície až do výšky 540 miliónov EUR na obdobie rokov 2014 – 2017.

Ide o finančný nástroj EK a EIB, ktorý má slúžiť na prilákanie súkromných investícií do sektora energetickej efektivity. Tento nástroj by mal pomôcť investovať do projektov, ktoré by za iných okolností neboli kvôli vysokému potenciálnemu riziku financované. Jeho cieľom je riešiť obmedzený prístup k primeranému a cenovo dostupnému financovaniu projektov v oblasti energetickej účinnosti tak, aby členské štáty Európskej únie mohli naplňať svoje národné akčné plány energetickej účinnosti.

Tiež by mal urýchliť investície s vysokým sociálnym a environmentálnym významom, ktoré sú zamerané na oblasť nízko-karbónových technológií a účinného využívania zdrojov.

Cieľovým príjemcom programu PF4EE by mali byť súkromní investori, ktorí investujú do projektov zameraných na zvyšovanie energetickej efektívnosti. Medzi prijímateľov by mali byť zahrnuté aj malé a stredné podniky alebo súkromné osoby, prípadne mestá a subjekty verejnej správy pripravujúce projekty na zvyšovanie energetickej efektívnosti, ktoré sú schopné využiť úspory energie na splácanie úveru. Výška úveru poskytnutých konečným prijímateľom je minimálne 40 000 EUR – 5 000 000 EUR, vo výnimočných prípadoch aj viac.

3.7.3 Európsky fond energetickej efektívnosti

Európsky fond energetickej efektívnosti sa zameriava na investície v členských štátoch EÚ.

Európsky fond energetickej efektívnosti je riadený zo strany Deutsche Bank a investuje priamo do projektov. Poskytuje trhovo založené financovanie komerčne životaschopných projektov zameraných na energetickú efektívnosť, obnoviteľnú energiu a čistú mestskú dopravu. Prijímateľmi fondu sú mestá, miestne a regionálne orgány ako aj verejné a súkromné subjekty, spoločnosti poskytujúce energetické služby (ESCO), CHP spoločnosti a poskytovatelia verejnej dopravy.

EEEF sa môže zameriavať na nasledovné typy investícií:

Priame investície:

Tie zahŕňajú projekty pripravené developermi, spoločnosťami poskytujúcimi energetické služby (ESCO), a pod. v jednotlivých cieľových krajinách.

Investície do energetickej efektívnosti a obnoviteľných energetických projektov sú v rozmedzí od 5 mil. EUR do 25 mil. EUR.

Investičné nástroje zahŕňajú prioritný dlh, mezanínové nástroje, lízing a forfaiting úverov (v spolupráci s priemyselnými partnermi).

Taktiež možné sú majetkové (spolu) investície do obnoviteľných zdrojov energie po celú dobu životnosti projektov či kapitálovej účasti v osobitných účelových nástrojoch, oba v spolupráci priamo s obcami, alebo s verejnými a súkromnými subjektmi konajúcimi v mene týchto orgánov.

Dlhové investície môžu mať splatnosť až 15 rokov, kapitálové investície môžu byť prispôbené potrebám rôznym fázam projektu.

Fond môže byť (spolu) investovať ako súčasť konzorcia a podieľať sa prostredníctvom zdieľania rizika s miestnou bankou.

Investície do finančných inštitúcií

Patria medzi ne investície do miestnych komerčných bánk, lízingových spoločností a ďalších vybraných finančných inštitúcií, ktoré buď financujú, alebo sa zaviazali k financovaniu projektov konečných príjemcov, ktorí spĺňajú kritériá oprávnenosti EEE-F.

Vybraná partnerská finančná inštitúcia získa dlhové nástroje so splatnosťou až 15 rokov.

Tieto nástroje zahŕňajú:

- prioritný dlh
- podriadený dlh
- záruky

3.7.4 Európsky investičný fond (EIF)

Je súčasťou skupiny Európskej investičnej banky.

Európsky investičný fond sa špecializuje na poskytovanie rizikového kapitálu a záručných nástrojov na rozvoj malých a stredných podnikov (MSP).

Akcionármi sú Európska investičná banka (EIB), Európska únia, zastúpené Európskou komisiou a široká škála verejných a súkromných bánk a finančných inštitúcií.

EIF vykonáva svoju činnosť za použitia buď vlastných zdrojov, alebo tých, ktoré sú poskytnuté Európskou investičnou bankou, Európskou komisiou, členskými štátmi EÚ alebo inými tretími stranami.

Vývojom a ponúkaním cielených finančných produktov svojim sprostredkovateľom, ako sú banky, záručné a leasingové spoločnosti, poskytovatelia mikroúverov a fondy súkromného kapitálu, EIF zlepšuje malým a stredným podnikom prístup k finančným prostriedkom.

Ciele EIF

EIF sledujú dva hlavné ciele:

- podpora cieľov EÚ, a to najmä v oblasti podnikania, rastu, inovácií, výskumu a vývoja, zamestnanosti a regionálneho rozvoja;
- generovanie adekvátnej návratnosti pre akcionárov EIF, a to prostredníctvom obchodnej cenovej politiky a rovnováhu príjmov na báze poplatkov a rizík.

3.7.5 Komerčný úver zo strany EIB a EBRD

EIB

Úlohou Európskej investičnej banky je prispievať prostredníctvom financovania investícií k integrácii, rovnomernému rozvoju a hospodárskej a sociálnej súdržnosti EÚ.

Európska investičná banka (EIB) je v spoločnom vlastníctve krajín EÚ.

Jej cieľom je:

- podporovať potenciál Európy v oblastiach zamestnanosti a rastu, - podporovať opatrenia na zmiernenie zmeny klímy, - presadzovať politiky EÚ mimo Únie.

Požičiava si peniaze na kapitálových trhoch a za výhodných podmienok poskytuje úvery na investície, ktoré podporujú ciele EÚ. Približne 90 % úverov sa realizuje v rámci EÚ. Banka nevyužíva nijaké finančné prostriedky z rozpočtu EÚ.

EIB poskytuje 3 hlavné typy produktov a služieb :

- úvery – tvoria približne 90 % jej celkových finančných záväzkov. Banka požičiava klientom všetkých veľkostí s cieľom podporiť rast a zamestnanosť a táto podpora často pomáha pritiahnuť ďalších investorov,
- kombinované financovanie – klientom umožňuje kombinovať financovanie EIB s inými investíciami,
- poradenstvo a technická pomoc – cieľom je maximalizácia hodnoty peňazí.

EIB poskytuje priame úvery v sume vyše 25 miliónov EUR. V prípade menších úverov otvára úverové linky pre finančné inštitúcie, ktoré potom požičiavajú prostriedky veriteľom.

V prípade projektov z verejného sektora, ktoré by mohli prispieť k dosiahnutiu cieľov politiky EÚ je pre získanie úveru potrebné kontaktovať EIB prostredníctvom e-mailu, online formulára s uvedením dostatočných informácií, ktoré umožnia banke posúdiť, či daný projekt spĺňa ciele úveru a obsahuje dobre vypracovaný podnikateľský plán.

Európska banka pre obnovu a rozvoj (EBRD)

Európska banka pre obnovu a rozvoj je medzinárodná finančná inštitúcia, ktorej poslaním je podpora ekonomík pri prechode k trhovému hospodárstvu a propagácia súkromných a podnikateľských iniciatív v krajinách ležiacich v oblasti od strednej Európy až po strednú Áziu. Medzi jej akcionárov patrí 61 krajín (vrátane všetkých členských štátov EÚ), Európske spoločenstvo a EIB. EÚ vlastní 63 % z celkového počtu akcií EBRD. Európska banka pre obnovu a rozvoj zabezpečuje financovanie projektov najmä pre súkromné podniky, obvyčajne v spolupráci s ďalšími komerčnými partnermi, ktorí poskytujú pôžičky. Jej pôsobenie zahŕňa aj verejný sektor, kde s partnermi spolupracuje na podpore privatizácie, reštrukturalizácie a zlepšovania úrovne komunálnych služieb.

Perspektívni klienti musia preukázať, že ich navrhovaný projekt spĺňa minimálne požiadavky na oprávnenosť angažovania EBRD.

Projekty zo súkromného sektora, ktoré EBRD financuje majú rozsah 5 mil – 250 mil EUR. Priemerná investícia EBRD dosahuje 25 mil. EUR.

Menšie projekty môžu byť financované pomocou finančných sprostredkovateľov alebo v rámci špeciálnych programov pre menšie priame investície v menej rozvinutých krajinách.

4 Záverečné zhodnotenie a odporúčania

Zmluvný vzťah so súčasným prevádzkovateľom verejného osvetlenia bude ukončený k predpokladanému dátumu 31.12.2016. Potreba zabezpečenia prevádzky verejného osvetlenia na nachádzajúce obdobie dáva hlavnému mestu príležitosť zabezpečiť kvalitnú službu prevádzky verejného osvetlenia v súčasných štandardoch prislúchajúcich modernému hlavnému mestu krajiny európskej únie. Smart-city riešenia sú v súčasnosti trendom pri rozvoji a skvalitňovaní služieb mesta pre obyvateľov a podnikateľské prostredie. Práve infraštruktúra verejného osvetlenia vzhľadom na jej početnosť, umiestnenie a prístupnosť je ideálnym prostriedkom pre implementáciu smart-city riešení. Budovanie infraštruktúry verejného osvetlenia ako nosnej infraštruktúry smart-city „komponentov“ však musí byť koncepcne podchytené relevantnou „smart-city“ stratégiou so zohľadnením ekonomickej náročnosti a socio-ekonomických prínosov. S tým súvisí aj voľba vhodného ekonomického modelu budúcej prevádzky verejného osvetlenia, ktorý umožní maximalizovať finančné úspory pri zachovaní definovaných štandardov v prospech výraznejších investícií do infraštruktúry.

Investície potrebné na zaistenie komplexného zlepšenia kondície infraštruktúry VO zahŕňajú výmenu parkových a uličných svietidiel s ortuťovými a sodíkovými výbojkami za moderné LED svietidlá, výmenu pôvodných starých stožiarov, výmenu pôvodných starých podzemných káblov, výmenu výložníkov na distribučných stožiaroch a výmenu zostávajúcich holých vonkajších vedení na distribučných rozvodoch, pričom finančná náročnosť týchto opatrení je odhadovaná na úrovni 110 mil. eur na nasledujúcich 30 rokov. Financovanie týchto investícií je možné zabezpečiť prostredníctvom vhodne zvoleného prevádzkového modelu a využitím dostupných grantových a úverových možností financovania.

Z porovnania možných prevádzkových modelov (kapitola 3.6) sa ako vhodná javí spolupráca so súkromným partnerom formou servisného EPC kontraktu (Energy Performance Contracting), kedy sa investície splácajú z budúcich garantovaných úspor energie pri zabezpečenej prevádzke VO. Tento model má potenciál priniesť vyššiu efektivitu do prevádzky VO ako aj možnosti prefinancovať nevyhnutné investície. Prevádzkovateľ môže investície prefinancovať aj prostredníctvom externých zdrojov. V kapitole 3.7 sú popísané možnosti financovania modernizácie VO formou návratnej resp. nenávratnej pomoci (Horizont 2020 – rámcový program EÚ pre výskum a inovácie, PF4EE – súkromné financovanie energetickej efektívnosti, EEEF – Európsky fond energetickej efektívnosti, EIF – Európsky investičný fond, EIB – Európska investičná banka, EBRD – Európska banka pre obnovu a rozvoj. Zároveň odporúčame posúdenie možných investícií do VO v rámci synergických efektov infraštruktúrnych projektov dopravy v rámci mesta BA.

Vzhľadom na krátke časové obdobie do ukončenia súčasného zmluvného vzťahu a komplexnosť návrhu novej stratégie rozvoja verejného osvetlenia v kontexte smart-city riešení navrhujeme posunúť termín vyhlásenia pripravovaného verejného obstarávania do doby, kedy budú dostupné všetky relevantné analytické a strategické dokumenty týkajúce sa smart-city stratégie hlavného mesta, definovaný EPC model a spracovaná zmluvná a tendrová dokumentácia. V súvislosti s tým však bude potrebné zabezpečiť na prechodné obdobie dočasnú prevádzku verejného osvetlenia prostredníctvom:

- a) zabezpečenia nového dodávateľa služby prevádzky verejného osvetlenia na prechodné obdobie prostredníctvom verejného obstarávania (cca 8-12 mesiacov);
- b) predĺženia kontraktu so Siemensom v zmysle vzájomnej dohody na predpokladané prechodné obdobie.

Pre zabezpečenie realizácie nového modelu prevádzkovania verejného osvetlenia je potrebné vykonať nasledovné kroky v závislosti od zvolenej alternatívy, ktoré predstavujú:

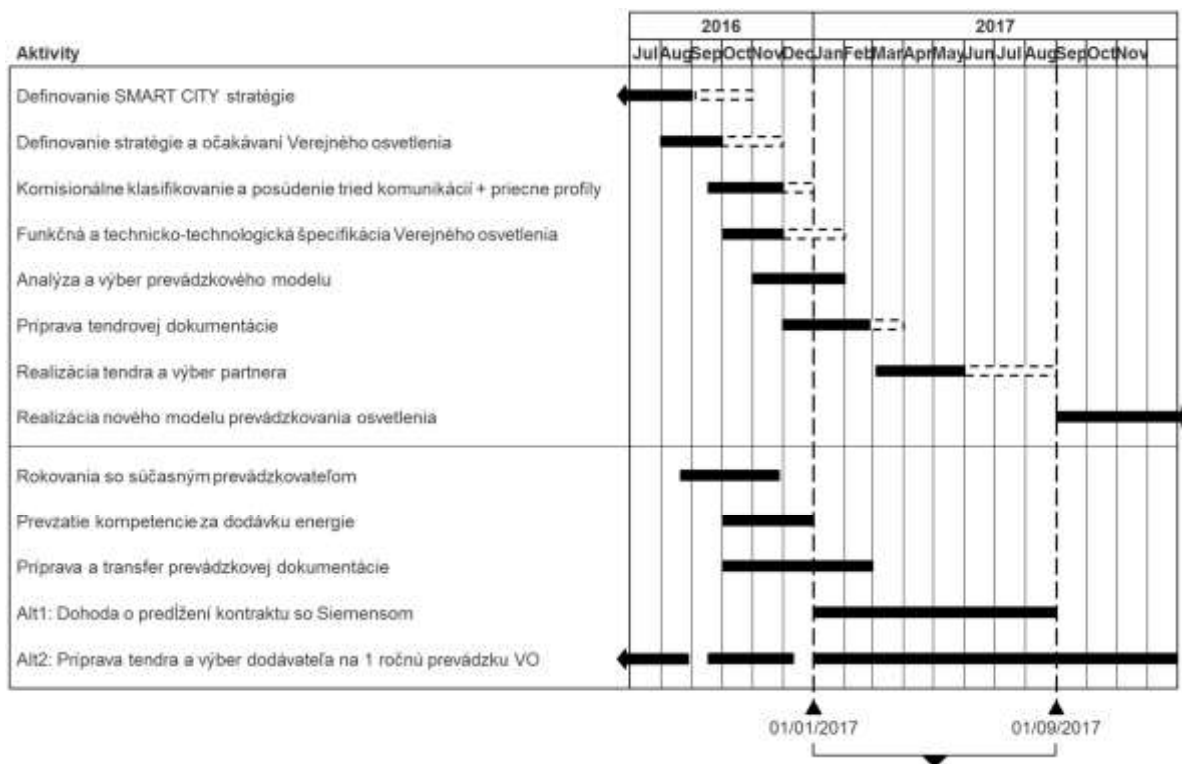
4.1 Servisný model prevádzky VO

Predstavuje určitú formu pokračovania prevádzky prostredníctvom externého subjektu. Takáto forma prevádzky umožňuje udržanie výhody know-how súkromného sektora pre riadenie, prevádzku a údržbu VO a udržanie preneseného rizika. Servisný model zároveň umožňuje využitie alternatívnych možností prefinancovania nevyhnutných investícií formou EPC kontraktu – investície sa splácajú z budúcich garantovaných úspor energie. Správne nastavenie servisného modelu si vyžaduje dôkladnú prípravu podkladovej dokumentácie pre budúcu prevádzku VO a to hlavne:

- 1) definovanie smart-city stratégie pre Hlavné mesto SR Bratislavu
 - definovanie očakávaní a potrieb zainteresovaných strán
 - analýza trendov v oblasti riadenia samosprávy, služieb, technológií
 - definovanie strategických cieľov a merateľných ukazovateľov
- 2) definovanie koncepcie verejného osvetlenia
 - stratégia rozvoja verejného osvetlenia v Bratislava v nadväznosti na rozvoj mestských častí, rozvoj dopravy
 - funkčná a technicko-technologická špecifikácia VO pre jednotlivé triedy komunikácií na základe vykonanej klasifikácie a posúdenia tried komunikácií
- 3) detailná špecifikácia vybraného prevádzkového modelu
 - definovanie konceptu prevádzkového modelu
 - špecifikácia kompetencií a zručností ľudského kapitálu
 - špecifikácia v zabezpečení v procesno-organizačnej oblasti a rozhraní na dodávateľa
 - špecifikácia ukazovateľov výkonnosti a parametrov plnenia zabezpečenia prevádzky VO
- 4) príprava a realizácia verejného obstarávania na zabezpečenie prevádzky VO
 - príprava tendrovej dokumentácie,
 - technické a ekonomické zadávacie podmienky
 - návrh zmluvného vzťahu
 - realizácia verejného obstarávania

Okrem prípravy budúcej prevádzky, obnovy a modernizácie sústavy VO je potrebné paralelne zabezpečiť:

- 1) Rokovania so súčasným prevádzkovateľom VO ohľadom prevádzky počas prechodného obdobia
- 2) Migráciu dát a dokumentácie (minimálne v rozsahu „Povinná“ podľa kap. 2.1 tohto dokumentu)
- 3) Presun zmluvných vzťahov a kompetencií ohľadom dodávky energie z prevádzkovateľa na mesto



Obrázok č. 150 - Road map – prevádzka VO prostredníctvom tretej strany

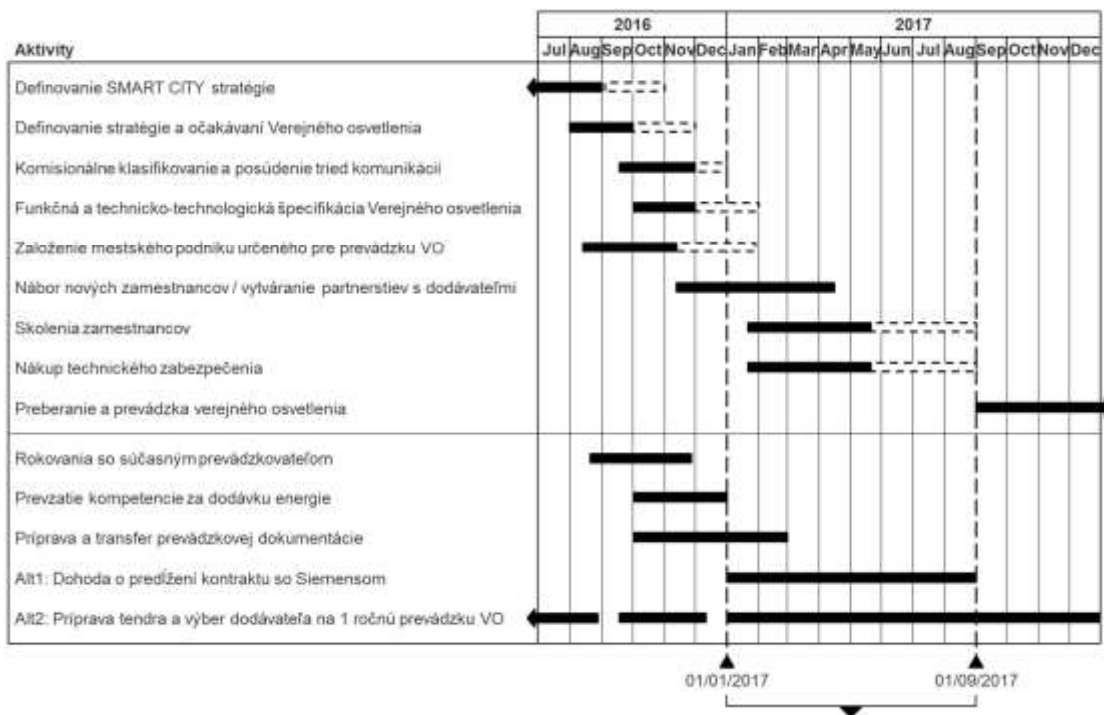
4.2 Prevádzka VO prostredníctvom verejného mestského podniku

Predstavuje formu úplného presunu kompetencií týkajúcich sa VO na mesto. Výhodou tohto modelu je, že vlastníkom infraštruktúry a poskytovateľom služieb VO zostáva verejný subjekt. Pre udržanie kvalitatívnych parametrov VO je podmienkou takéhoto modelu vytvorenie samostatného subjektu, ktorého celé rozpočtové a kompetenčné zameranie bude určené pre zabezpečenie služby verejného osvetlenia. Za najkritickejší v tomto prípade považujeme proces založenia nového subjektu a nábor zamestnancov s potrebným know-how, ako aj postupný proces presunu kompetencií. V prípade zvolenia takéhoto modelu prevádzky je potrebné zrealizovať nasledovné kroky:

- 1) definovanie smart-city stratégie pre Hlavné mesto SR Bratislavu
 - definovanie očakávaní a potrieb zainteresovaných strán
 - analýza trendov v oblasti riadenia samosprávy, služieb, technológií
 - definovanie strategických cieľov a merateľných ukazovateľov
- 2) definovanie koncepcie verejného osvetlenia (tzv. Generel verejného osvetlenia)
 - stratégia rozvoja verejného osvetlenia v Bratislava v nadväznosti na rozvoj mestských častí, rozvoj dopravy
 - funkčná a technicko-technologická špecifikácia VO pre jednotlivé triedy komunikácií na základe vykonanej klasifikácie a posúdenia tried komunikácií
- 3) založenie mestského podniku určeného výhradne na prevádzku VO
 - založenie mestského podniku
 - nábor a školenie nových zamestnancov
 - vytváranie partnerstiev s dodávateľmi
 - investície do technického zabezpečenia

Okrem prípravy budúcej prevádzky, obnovy a modernizácie sústavy VO je potrebné paralelne zabezpečiť:

- 1) Rokovania so súčasným prevádzkovateľom VO ohľadom prevádzky počas prechodného obdobia
- 2) Migráciu dát a dokumentácie (minimálne v rozsahu „Povinná“ podľa kap. 2.1 tohto dokumentu)
- 3) Presun zmluvných vzťahov a kompetencií ohľadom dodávky energie z prevádzkovateľa na mesto



Obrázok č. 151 - Road map – prevádzka VO prostredníctvom mestského podniku

4.3 Zhrnutie

V najbližšom období odporúčame zrealizovať rokovania so súčasným prevádzkovateľom VO, spoločnosťou Siemens. Náplňou rokovaní by malo byť dohodnutie podmienok, ktoré nie sú náplňou zmluvy o prevádzkovaní verejného osvetlenia:

- licenčné práva k systémom vytvoreným počas prevádzkovania VO,
- zabezpečenie migrácie dát,
- postup pri odovzdávaní prevádzky VO, • spôsob prevádzky počas prechodného obdobia,
- prípadné predĺženie kontraktu.

Vzhľadom na zdĺhavosť prípravy potrebnej dokumentácie pre budúcu prevádzku, obnovu a modernizáciu VO mestu odporúčame predĺžiť kontrakt so súčasným prevádzkovateľom. V prípade, ak sa preukáže že takéto predĺženie kontraktu nebude možné (z legislatívneho, alebo iného hľadiska), odporúčame pripraviť verejnú obstarávanie na krátkodobú prevádzku VO (1 – 2 roky), ktorá bude zahŕňať len riadenie prevádzky, výmenu svetelných zdrojov a riešenie havarijných situácií.

Pred realizáciou modernizácie a obnovy infraštruktúry VO odporúčame dokončiť stratégiu Smart City a na základe tejto stratégie definovať strategické očakávania mesta pre verejné osvetlenie. Okrem toho

odporúčame komisionálne klasifikovať jednotlivé komunikácie do tried osvetlenia a špecifikovať funkčné požiadavky na VO. Tieto dokumenty následne budú predstavovať potrebný vstup pre subjekt zodpovedný za modernizáciu a obnovu VO.

Na základe ekonomickej analýzy vybraných prevádzkových modelov (kap. 3.5) považujeme za najvýhodnejší servisný model. Vzhľadom na doterajšiu prevádzku VO považujeme prípravu tohto modelu za najjednoduchšiu a prechod za najmenej rizikový. Odporúčame preto pripraviť tendrovú dokumentáciu pre výber nového prevádzkovateľa VO, ktorý zároveň zabezpečí modernizáciu VO (podľa špecifikovaných podmienok) formou ESCO kontraktu a vynaložené náklady tak bude financovať z dosiahnutých úspor.

Zoznam príloh:

Príloha A: Protokoly z merania fotometrických parametrov osvetlenia

Príloha B: Protokoly z merania elektrických parametrov osvetlenia

Príloha C: Protokoly z merania fotometrických parametrov svietidiel **Príloha**

D: Fyzická kontrola osvetľovacích sústav

Príloha E: Fyzická kontrola rozvádzačov RVO **Príloha**

F: Elektronická príloha

Zoznam použitých podkladov

Verejne dostupné podklady

Označenie	Názov dokumentu
[A01]	Webová stránka www.e-obce.sk
[A02]	Webová stránka www.bratislava.sk
[A03]	Webová stránka výrobcu svietidiel Siteco, www.siteco.com
[A04]	Webová stránka výrobcu svetelných zdrojov Osram, www.osram.com
[A05]	Katalóg svietidiel Siemens 1996
[A06]	Die SR – Leuchtenfamilie, Siemens 1996
[A07]	Katalóg svietidiel Siteco 2001-2002
[A08]	Katalóg Siteco Aussenleuchten 2002
[A09]	Katalóg svetelných zdrojov Osram 1996
[A10]	Katalóg stožiarov a výložníkov ELV Produkt, a.s. Senec 2015-2016

[A11]	Katalóg káblov VUKI, a.s.
[A12]	Katalóg prvkov a funčných celkov Retilens
[A13]	STN 73 6110: 2004 „Projektovanie miestnych komunikácií“
[A14]	STN 73 6101:2008 „Projektovanie ciest a diaľnic“
[A15]	STN 36 0400:1984 „Verejné osvetlenie“ (neplatná)
[A16]	STN 36 0411:1984 „Osvetlenie ciest a diaľnic“ (neplatná)
[A17]	TNI CEN/TR 13201-1: 2005 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 1: Výber tried osvetlenia“ (neplatná)
[A18]	TNI CEN/TR 13201-1: 2015 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 1: Výber tried osvetlenia“
[A19]	STN EN 13201-2:2005 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 2: Svetelnotechnické požiadavky“ (neplatná)
[A20]	STN EN 13201-2:2016 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 2: Svetelnotechnické požiadavky“
[A21]	STN EN 13201-3:2016 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 3: Svetelnotechnický výpočet“
[A22]	STN EN 13201-4:2016 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetelnotechnických vlastností“
[A23]	STN EN 13201-5:2016 „Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 5: Ukazovatele energetickej účinnosti“
[A24]	High Intensity Discharge Lamps – Technical information on reducing the wattage, Osram, 02/2009
[A25]	Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2009/125/ES z 21. Októbra 2009 o vytvorení rámca na stanovenie požiadaviek na ekodizajn energeticky významných výrobkov (prepracované znenie)
[A26]	Zákon NR SR č. 529/2010 Z. z. o environmentálnom navrhovaní a používaní výrobkov (zákon o ekodizajne)
[A27]	Nariadenie komisie (ES) č. 245/2009 z 18. Marca 2009, ktorým sa vykonáva smernica Európskeho parlamentu a Rady 2005/32/ES v súvislosti s požiadavkami na ekodizajn žiaroviek bez zabudovaného predradníka, výbojok s vysokou svietivosťou a predradníkov a svetidiel, ktoré sú schopné ovládať takéto svetelné zdroje, a ktorým sa ruší smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/55/ES

- [A28] GAŠPAROVSKÝ, D. – DUBNIČKA, R. – RADITSCHOVÁ, J.: Benchmarking the energy efficiency of road lighting. In Proc.: CIE 2014 „Lighting Quality and Energy Efficiency“, Kuala Lumpur, Malaysia, 23-26 April 2014. Pp. 451-459, ISBN 978-3-902842-49-7
- [A29] JANIGA, P. – RUSNÁK, A. – GAŠPAROVSKÝ, D. – LIPNICKÝ, L. – BARČÍK, M.: Analysis of electrical parameters in public lighting. In Proc.: LUMEN V4 2014, Budapest: MEE Világítástechnikai Társaság, 2014, pp. 212-221
- [A30] KAČÍK, E. – GAŠPAROVSKÝ, D.: Skúsenosti s LED svietidlami vo verejnom osvetlení. In: iDB Journal. Roč. 4, č. 4 (2014), pp. 18-22. ISSN 1338-3337
- [A31] GAŠPAROVSKÝ, D.: Posudzovanie energetickej hospodárnosti verejného osvetlenia. In Proc.: Slovalux 2015, Jasná, Slovensko. 9.-10. Jún 2015. 1. Vyd. Bratislava: SSTS, 2015, pp. 17-23. ISBN 978-80-972014-7-0
- [A32] GAŠPAROVSKÝ, D.: Skúsenosti s LED svietidlami vo verejnom osvetlení. In Proc.: Slovalux 2015, Jasná, Slovensko. 9.-10. Jún 2015. 1. Vyd. Bratislava: SSTS, 2015, pp. 17-23. ISBN 978-80-972014-7-0
- [A33] STN 33 2000-5-51:2010 „Elektrické inštalácie budov. Časť 5-51: Výber a stavba elektrických zariadení. Spoločné pravidlá“
- [A34] STN 34 8340:1968 „Osvetľovacie stožiare“
- [A35] STN EN 40-1 „Osvetľovacie stožiare“ (súbor noriem)
-
- [A36] Webová stránka regulátora IREM Stabilux:
http://www.irem.it/ENG/groups/lighting/stabilux_luminous_flux_regulators.html
- [A37] CIE 154:2003 „Údržba vonkajších osvetľovacích sústav“
- [A38] STN EN 50 160:2011 „Charakteristiky napätia elektrickej energie dodávanej z verejnej elektrickej siete“
- [A39] JANIGA, P. – GAŠPAROVSKÝ, D.: Power Quality in Public Lighting Installations. In Power Quality. Rijeka: Intech, Croatia, 2011, pp. 45-66. ISBN 978-953-307-180-0
- [A40] GAŠPAROVSKÝ, D.: Measurement of Daylight Illuminance Levels in Transient Periods for Public Lighting Control. In Przegląd elektrotechniczny. Vol. 89, Iss. 6 (2013), pp. 320-323. ISSN 0033-2097
- [A41] JANIGA, P. – GAŠPAROVSKÝ, D.: Measurement of Power Characteristics in Public Lighting Networks. In Przegląd elektrotechniczny. Vol. 89, Iss. 6 (2013), pp. 324-327. ISSN 0033-2097
- [A42] GAŠPAROVSKÝ, D.: Calculation of the Operation Time of Road Lighting. In Proc: CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”, Paris, France, CIE 2013, pp. 999-1008. ISBN 978-3-902842-44-2
- [A43] JANIGA, P. – GAŠPAROVSKÝ, D.: Voltage Regulation in Public Lighting Networks. In Light 2011. Praha 2011, pp. 4-6. ISBN 978-80-248-2480-2

[A44]	Metodika Magistrátu mesta Brna: Mestké štandardy pre verejné osvetlenie (aktualizácia 6.4.2010)
[A45]	Web stránka TSB: www.tsb.cz/?akce=verejne-osvetlen
[A46]	Web stránka českého štatistického úradu https://vdb.czso.cz
[A47]	Web stránka českého denníka verejnej správy http://www.dvs.cz
[A48]	Web stránka mesta Viedeň https://www.wien.gv.at
[A49]	Global Energy Management, Ltd.: Budapest street lighting (case study) http://www.globalenergy.ie/case_studies/budapest-street-lighting.pdf
[A50]	Web stránka BDK (prevádzkovateľa VO v Budapešti) http://bdk.hu/
[A51]	Web stránka mesta Tallinn http://www.tallinn.ee
[A52]	Invest Lithuania: Vilnius City Street Lighting Modernisation http://basrec.net/wpcontent/uploads/2014/05/Vilnius-Street-Lighting-Modernization-via-PPP.pdf
[A53]	Web stránka Úradu pre reguláciu sieťových odvetví http://www.urso.gov.sk/
[A54]	Cenníky prevádzkovateľa distribučnej siete ZSD http://www.zsdis.sk/sk/Ospolocnosti/Informacny-servis/Cenniky

Poskytnuté podklady

Označenie	Názov dokumentu
[B1]	Aktuálna zdrojová štruktúra, Prevádzkovateľ VO, 16.6.2016
[B2]	Aktuálna štruktúra technických prostriedkov, Prevádzkovateľ VO, 30.6.2016
[B2/1]	Aktuálna štruktúra typových radov svietidiel
[B2/2]	Aktuálna štruktúra druhového zloženia stožiarov
[B3]	Mapové podklady, Prevádzkovateľ VO, 13.6.2016
[B3/1]	Modernizácia a rekonštrukcia VO v Bratislave 1997 – 2001
[B3/2]	Druhové zloženie stožiarov (VO, OCH MAG kombi a DPB kombi)

- [B3/3] Prehľad vekového zloženia stožiarov na radiálach (podľa dekád výstavby)
- [B3/4] Prehľad života stožiarov verejného osvetlenia (podľa roku výstavby)
- [B3/5] Priority sanácie stožiarov z hľadiska technického stavu a ohrozenia prevádzkovej bezpečnosti
- [B3/6] Súhrn meraní korózie stožiarov verejného osvetlenia
- [B4] Štatistika hlásenia porúch verejného osvetlenia, Prevádzkovateľ VO, 13.6.2016
- [B5] Prevádzkové podklady, Prevádzkovateľ VO, 23.6.2016
 - [B5/1] Technologický postup – Výkon dispečingu, monitoringu, PS, DSZ, HS pri havarijných – mimoriadnych situáciách
 - [B5/1] Analýza prevádzky VO – Porucha na káblovom rozvode VO
 - [B5/2] Analýza prevádzky VO – Káblové rozvody
 - [B5/3] Analýza prevádzky VO – Porucha svietenia
 - [B5/4] Riadenie prevádzky VO – Systémové alternatívy
 - [B5/5] Pripojenie tretieho odberateľa
 - [B5/6] Algoritmus škôd – Poškodenie kábla (1999)
 - [B5/7] Formulár záznamu z technickej obhliadky
- [B6] Pracovné súbory vo formáte MS Excel, Vlastník VO, 20.5.2016

 - [B6/01] Faktúry nákladov na verejné osvetlenie (2008 – 2016)
 - [B6/02] Zoznam odberných miest cestnej svetelnej signalizácie
 - [B6/03] Káblové vedenie VO na vzdušnej sieti NN
 - [B6/04] Modernizácia a rekonštrukcia VO (1997 – 2001)
 - [B6/05] Zoznam nových zariadení VO
 - [B6/06] Parky, chodníky, terasy
 - [B6/07] Zoznam odovzdaných preberacích protokolov od rekonštrukcie zariadení VO (jednotlivo za roky 1998 – 2001)
 - [B6/08] Kapitálové výdavky na VO (2008 – 2011)
 - [B6/09] Stožiare VO (2011)
 - [B6/10] Zoznam ulíc, kde na stožiare VO nie je dovolené umiestniť reklamný pútač

[B6/11]	Vyradenie VO z prevádzky a zaradenie VO do prevádzky (jednotlivo za roky 2004 – 2016)
[B6/12]	Zoznam vymenených a prevzatých RVO (1997 – 2001)
[B7]	Ročná spotreba elektrickej energie a náklady na verejné osvetlenie za rok 2015 (emailová komunikácia Oddelenia správy komunikácií, Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy, údaje k 31.3.2016)
[B8]	Mesačné faktúry od spoločnosti Siemens za prevádzkovanie verejného osvetlenia za obdobie 2009 – 2016
[B9]	Zmluva o prevádzkovaní verejného osvetlenia uzatvorená medzi hlavným mestom SR Bratislavou a spoločnosťou Siemes vrátane príloh a dodatkov
<i>Informácie</i> <i>Informácie</i> <i>Informácie</i> <i>Informácie</i>	
Označenie	Názov dokumentu
[C1]	Prehliadka on-line pasportu verejného osvetlenia, Správca VO, 20.05.2016
[C2]	Prehliadka projektovej a DSV dokumentácie VO, Správca VO, 20.05.2016
[C3]	Súhrnné údaje o sústave verejného osvetlenia, Správca VO, 20.05.2016
[C4]	Prehliadka GIS systému technických sietí mesta, Vlastník VO, 24.05.2016
[C5]	Informácie o stave verejného osvetlenia, Prevádzkovateľ VO, 06.06.2016
[C6]	Informácie o stave verejného osvetlenia, Servis, prevádzka a údržba VO, 21.06.2016
[C7]	Prehliadka prevádzkovej dokumentácie VO, Servis, prevádzka a údržba VO, 21.06.2016
[C8]	Prehliadka správцovskej dokumentácie VO, Správca VO, 27.06.2016

Deloitte označuje jednu, resp. viacero spoločností Deloitte Touche Tohmatsu Limited, britskej súkromnej spoločnosti s ručením obmedzeným zárukou (*UK private company limited by guarantee*), a jej členských firiem. Každá z týchto firiem predstavuje samostatný a nezávislý právny subjekt. Podrobný opis právnej štruktúry spoločnosti Deloitte Touche Tohmatsu Limited a jej členských firiem sa uvádza na adrese www.deloitte.com/sk/onas.

Deloitte poskytuje služby v oblasti auditu, daní, poradenstva a finančného poradenstva klientom v mnohých odvetviach verejného a súkromného sektora. Vďaka globálne prepojenej sieti členských firiem vo viac ako 150 krajinách má spoločnosť Deloitte svetové možnosti a svojim klientom poskytuje služby vysokej kvality, ktoré potrebujú na riešenie najzložitejších úloh pri ich podnikaní. Približne 200 000 odborníkov sa usiluje, aby sa Deloitte stal štandardom najvyššej kvality. © 2016 Deloitte Slovensko