

Projekt:

Spracovanie podkladov pre písomnú správu „Energetický audit sústavy verejného osvetlenia v meste Nitra“

Stupeň:

Správa vypracovaná v rozsahu požiadaviek zákona č.321/2014 Z.z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a vyhlášky č.179/2015 Z.z. o energetickom audite



Spracovateľ:

Arnea, s.r.o., Jégého 15/D, 821 08 Bratislava

Tím:

Ing. Vladimír Laco, PhD, Ing. Ondřej Povýšil a Doc. Ing. Roman Povýšil, CSc.

Dátum:

07/2022

Autorizácia

Dátum	Vypracoval	Vedúci projektu
07/2022	Ing. Ondřej Povýšil, Ph.D. Doc. Ing. Roman Povýšil, CSc. Ing. Vladimír Laco, Ph.D.	Ing. Vladimír Laco, Ph.D.

Obsah

1	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE OBJEDNÁVATEĽA	6
2	IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE ENERGETICKÉHO AUDÍTORA	6
3	IDENTIFIKÁCIA PREDMETU ENERGETICKÉHO AUDITU	6
4	ZISTENIA A VYHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU PREDMETU ENERGETICKÉHO AUDITU	6
4.1	Základný opis	6
4.2	Charakteristiky hlavných činností v oblasti energetického auditu	7
4.2.1	Základné pojmy	7
4.2.2	Parametre verejného osvetlenia	8
4.3	Situačný plán	13
4.4	Opis energeticky dôležitých technológií	16
4.4.1	Použité svetelné zdroje	16
4.4.2	Typy použitých svietidiel	20
4.4.3	Stožiare verejného osvetlenia	22
4.4.4	Rozvádzače verejného osvetlenia	27
4.5	Údaje o energetických vstupoch a výstupoch	29
4.6	Údaje o významných spotrebičoch a rozvodoch energie	32
4.6.1	Charakteristika a parametre osvetľovacej sústavy	32
4.6.2	Spotreba energie na prevádzku	32
4.6.3	Spôsob prevádzky a riadenia	37
4.6.4	Dodržiavanie svetelno-technických podmienok	38
4.6.5	Posúdenie energetickej hospodárnosti prevádzky a určenie potenciálu dosiahnuteľných úspor energie a nákladov	40
4.6.6	Základná ročná energetická bilancia	42
5	Návrh opatRENIA	43
5.1	Charakteristika opatrenia	43
5.1.1	Spracovanie návrhu opatrenia	44
5.1.2	Variant 1	50
5.1.3	Variant 2	51
5.1.4	Variant 3	52
5.1.5	Obnova sústavy verejného osvetlenia	53
5.2	Kvantifikácia úspor energie opatrenia	55
5.3	Kvantifikácia úspor nákladov na energiu	56
5.4	Kvantifikácia investičných a prevádzkových nákladov opatrenia	57
6	SÚbor ODporÚČAných opatRení	65
6.1	Energetická bilancia po realizácii opatrení	65
6.2	Stanovenie investičných nákladov a úspory nákladov na energiu	69
6.3	Porovnanie prevádzkových nákladov po realizácii opatrení s nákladmi na súčasný stav	70
6.4	Hodnotenie opatrení podľa prílohy č.3	70
6.5	Environmentálne hodnotenie opatrení	78
6.6	Východiskové podmienky pre stanovenie hodnôt úspor energie a nákladov	80
6.7	Odôvodnenie odporúčaných opatrení z hľadiska technických, ekonomických a iných dohodnutých hodnotiacich kritérií	81
7	SÚhrnný informačnÝ list	85
8	sÚbor údajov pre monitorovací systém	88
9	Záznam o odovzdaní a prevzatí písomnej správy	90
10	Kópia osvedčenia o zápise do zoznamu energetických auditorov a kópia dokladu o poslednom absolvovaní aktualizácie odbornej prípravy	91
11	Príloha – Technické parametre riadiaceho systému	94
11.1	Motivácia	94
11.2	Všeobecné požiadavky	94

11.3	Požiadavky na údaje a integráciu	94
11.4	Požiadavky na automatizáciu a notifikácie	94
11.5	Požiadavky na užívateľské rozhranie	95
11.6	Požiadavky na modul pre verejné osvetlenie	95

ZOZNAM OBRÁZKOV**STRANA**

Obrázok 1 – Rozsah siete VO (pasport VO mesta – čierna, pasport VO prevádzkovateľa – červená)	13
Obrázok 2 – Pasport VO – rozsah namontovaných LED svietidiel	14
Obrázok 3 – Pasport VO – rozsah výbojkových svietidiel podľa výkonu	15
Obrázok 4 – Rozsah vrchného vedenia VO na území mesta Nitra (izolované vedenie – červená, neizolované – fialová)	38
Obrázok 5 – Svietidlá namontované na vrchnom vedení s veľkými vzdialenosťami medzi svietidlami (potrebné doplnenie svietidiel)	39
Obrázok 6 – Grafické znázornenie modulu č. 28	44
Obrázok 7 – Mesto Nitra – Triedy osvetlenia pre základnú sieť pozemných komunikácií (triedy Mx)	48

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 - Existujúca štruktúra svietidiel verejného osvetlenia mesta Nitra	16
Tabuľka 2 - Typy použitých svietidiel	20
Tabuľka 3 - Typy stožiarov VO mesta Nitra	22
Tabuľka 4 - Prehľad použitých stožiarov danej výšky VO mesta Nitra	23
Tabuľka 5 - Štruktúra údajov o energetických vstupoch a výstupoch	28
Tabuľka 6 - Celkový inštalovaný výkon výbojkových a LED svetelných zdrojov a príkon svietidiel	31
Tabuľka 7 - Energetická náročnosť VO mesta Nitra	40
Tabuľka 8 - Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť	42
Tabuľka 9 - Základná ročná bilancia spotreby energie - 2.časť	42
Tabuľka 10 - Životnosť komponentov VO	52
Tabuľka 11 - Ročné investičné náklady na obnovu siete VO	52
Tabuľka 12 - Prvá úroveň systému riadenia VO - Výhody/Nevýhody	53
Tabuľka 13 - Druhá úroveň riadenia VO - Výhody/Nevýhody	54
Tabuľka 14 - Tretia úroveň riadenia VO - Výhody/Nevýhody	54
Tabuľka 15 - Kvantifikácia úspor el. energie navrhovaných opatrení	55
Tabuľka 16 - Kvantifikácia úspor el. príkonu navrhovaných opatrení	55
Tabuľka 17 - Úspory nákladov el. energie variant	56
Tabuľka 18 - Investičné náklady variant - všeobecný rozpočet	56
Tabuľka 19 - Rozpočtový riadok Variant 1	57
Tabuľka 20 - Rozpočtový riadok Variant 2	58
Tabuľka 21 - Rozpočtový riadok Variant 3	60
Tabuľka 22 - Úspory nákladov na prevádzku a údržbu variant opatrenia	62
Tabuľka 23	63
Tabuľka 24 - Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť	64
Tabuľka 25 - Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť	65
Tabuľka 26 - Investičné náklady variant	67
Tabuľka 27 - Úspora prevádzkových nákladov variant	67
Tabuľka 28 - Úspory prevádzkových nákladov	67
Tabuľka 29 - Náklady a prínosy úsporných opatrení	69
Tabuľka 30 - Výsledky ekonomického hodnotenia – variant 1	69
Tabuľka 31 - Výsledky ekonomického hodnotenia – variant 2	70
Tabuľka 32 - Výsledky ekonomického hodnotenia - variant 3	71
Tabuľka 33 - Emisné faktory	76
Tabuľka 34 - Environmentálne hodnotenie variant opatrenia	76
Tabuľka 35 - Úspory el. energie variant	80
Tabuľka 36 - Ročné úspory prevádzkových nákladov variant	80

Tabuľka 37 - Investičné náklady variant	80
Tabuľka 38 - Jednoduchá doba návratnosti investícií	81
Tabuľka 39 - Výsledky dynamických metód ekonomického hodnotenia variant	81
Tabuľka 40 - Environmentálne hodnotenie variantov – CO ₂	81

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1 - Štruktúra inštalovaného výkonu výbojkových svietidiel	17
Graf 2 - Počet svetelných zdrojov s plynovou výbojkou podľa typu	17
Graf 3 - Štruktúra inštalovaného výkonu LED svietidiel	18
Graf 4 - Štruktúra Počet LED svetelných zdrojov podľa typu	18
Graf 5 - Štruktúra inštalovaného výkonu výbojkových a LED svietidiel mesta Nitra	19
Graf 6 - Počet svietidiel mesta VO mesta Nitra	19
Graf 7 - Typy použitých svietidiel VO	20
Graf 8 - Štruktúra použitých typov stožiarov VO	23
Graf 9 - Prehľad použitých stožiarov VO	24
Graf 10 - Priebeh ročnej spotreby elektrickej energie VO	35
Graf 11 - Ročné náklady bez DPH za odber elektriny VO	35
Graf 12 - Priebeh mesačných spotreby el. energie vybraných OM verejného osvetlenia	36
Graf 13 - Prevádzkový režim verejného osvetlenia – Cestné úseky s triedou osvetlenia M4 a C4	46
Graf 14 - Prevádzkový režim verejného osvetlenia – Prejazdné úseky ciest s triedou osvetlenia M5	46
Graf 15 - Prevádzkový režim VO – miestna komunikácia (P3, P4, PMK)	47
Graf 16 - Prevádzkový režim VO – miestna komunikácia (P5)	47
Graf 17 - Emisie znečisťujúcich látok do ovzdušia	76
Graf 18 - Zníženie emisií variant	77
Graf 19 - Emisie CO ₂ variant	77
Graf 20 - Zníženie emisií CO ₂	78

1 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE OBJEDNÁVATEĽA

Názov	Mesto Nitra		
Štatutárny orgán	Verejná správa		
Adresa	Štefánikova trieda 80/60, 95006 Nitra		
IČO	00308307	Zodpovedný zástupca	Ing. Jaroslav Jazvinský
Telefón	M: +421 911 393 375	E-mail	jazvinsky@msunitra.sk

2 IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE ENERGETICKÉHO AUDÍTORA

Meno a priezvisko	Ing. Vladimír Laco, Ph.D.		
Adresa trvalého bydliska	Brehy 391, 968 01 Nová Baňa		
Adresa zamestnávateľa	Arnea, s.r.o., Jégého 15/D, 821 08 Bratislava		
Telefón	M: +421 915 071 791	E-mail	info@arnea.sk

3 IDENTIFIKÁCIA PREDMETU ENERGETICKÉHO AUDITU

Objekty a činnosti týkajúce sa využívania energie	Sústava verejného osvetlenia mesta Nitra pozostávajúca z 9238 ks svietidiel, 8576 ks stožiarov a 179 ks rozvádzačov verejného osvetlenia
Umiestnenie	pozemné komunikácie na území mesta Nitra
Majetkovoprávny vzťah objednávateľa EA k predmetu EA	Majiteľ

4 ZISTENIA A VYHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU PREDMETU ENERGETICKÉHO AUDITU

4.1 Základný opis

Zámerom vedenia mesta Nitra je začať systematickú rekonštrukciu existujúceho verejného osvetlenia mesta, pri ktorej bude dosiahnuté významné zníženie prevádzkových nákladov, a to pri zvýšení kvality verejnej služby – zabezpečovanie správy, prevádzky a údržby verejného osvetlenia. Predmetom auditu je zhodnotenie súčasného stavu sústavy verejného osvetlenia (ďalej len VO) mesta Nitra a návrh obnovy sústavy VO plniacich súčasné technické normy, bezpečnostné požiadavky prevádzky, údržby a správy VO s dôrazom na zníženie prevádzkových nákladov v nasledujúcom období pri zvýšení kvalitatívnych svetelno-technických a estetických parametrov osvetľovacej sústavy mesta.

Na vypracovanie tohto auditu sa použili tieto podklady:

- Obhliadka vybraných zariadení sústavy VO
- Konzultácie s objednávateľom
- Prehľad spotreby elektrickej energie za roky 2019, 2020 a 2021
- Pasport VO – mapová a databázová časť poskytnutá mestom Nitra (databáza obsahuje celkovo 7760 svetelných bodov VO inštalovaných na 7550 stožiaroch VO)
- Pasport VO – mapová a databázová časť poskytnutá prevádzkovateľom VO (databáza obsahuje celkovo 8905 svetelných bodov VO inštalovaných na 8905 stožiaroch VO)
- Rozsah výmeny moderných LED svietidiel vrátane merania kvality osvetlenia na vymenených úsekoch PK
- Pasport pozemných komunikácií

- Zoznam rozvádzačov VO
 - Zmluva o poskytovaní služieb na zabezpečenie prevádzky, údržby a opráv VO v meste Nitra pre rok 2021
 - Svetelno-technická štúdia rekonštrukcie VO mesta Nitra (2015)
 - Zmluva o kombinovanej dodávke energie, distribúcii energie a prevzatí zodpovednosti za výnimku na roky 2020 a 2021
 - Mesačné faktúry za dodávky elektriny jednotlivých odberných miest VO za rok 2021
- Vlastníkom VO je Mesto Nitra, Štefánikova tr.60, 95006 Nitra, zastúpené primátorom p. Marekom Hattasom, IČO 00308307, DIČ 2021102853.

Správcom VO je spoločnosť Elcomp s.r.o., Pražská 2, Nitra, zastúpená konateľom p. Jiřím Magyarom, IČO 36544141, DIČ 2020149263.

Sústava verejného osvetlenia mesta je charakterizovaná týmito základnými parametrami uvedenými v Zmluve o poskytovaní služieb na zabezpečenie prevádzky, údržby a opráv VO v meste Nitra pre rok 2021:

- Počet svetelných bodov 9238 ks
- Počet stožiarov VO 8576 ks
- Počet rozvádzačov (RVO) 179 ks

4.2 Charakteristiky hlavných činností v oblasti energetického auditu

4.2.1 Základné pojmy

- „osvetľovacia sústava“ – kompaktný súbor prvkov tvoriacich funkčné zariadenie, ktoré spĺňa požiadavky na úroveň osvetlenia priestoru. Zahŕňa svietidlá, podporné a nosné prvky, elektrický rozvod, rozvádzače, ovládací systém;
- „svetelné miesto“ – každý skladobný prvok v osvetľovacej sústave (stožiar, samostatný výložník, preves) vybavený jedným alebo viac svietidlami;
- „svietidlo“ – zariadenie, ktoré rozdeľuje, filtruje alebo mení svetlo vyžarované jedným alebo viac svetelnými zdrojmi a obsahuje, okrem samotných zdrojov svetla, všetky diely nutné pre upevnenie a ochranu zdrojov a v prípade potreby pomocné obvody, vrátane prostriedkov pre ich pripojenie k elektrickej sieti;
- „svetelný zdroj (umelý)“ – je zdroj optického žiarenia, spravidla viditeľného, zhotovený k tomuto účelu;
- „rozdávzač zapínacieho miesta“ – diaľkovo alebo lokálne ovládaný rozvádzač s vlastným prívodom elektrickej energie a spravidla s vlastným samostatným meraním spotreby el. energie;
- „osvetľovací stožiar“ – podpera, ktorej hlavným účelom je niesť jedno alebo niekoľko svietidiel a ktorá pozostáva z jednej alebo viacerých častí: drieku, prípadne nástavcu; alebo výložníku;
- „menovitá výška“ – vzdialenosť medzi montážnym bodom na osi vstupu výložníku (drieku stožiaru) do svietidla a predpokladanou úrovňou terénu u stožiarov kotvených do zeme alebo spodnou hranou príruby stožiaru u stožiaru s prírubou;
- „úroveň votknutia“ – vodorovná rovina vedená miestom votknutia stožiaru;
- „vyloženie“ – vodorovná vzdialenosť medzi montážnym bodom na osi vstupu výložníku do svietidla a osou stožiaru (zvislicou) prechádzajúcou ťažiskom priečneho rezu stožiaru v úrovni terénu, prípadne vodorovná vzdialenosť medzi montážnym bodom na osi vstupu výložníku do svietidla a zvislou rovinou preloženou miestom upevnenia výložníku na stenu a pod.;
- „výložník“ – časť stožiaru, ktorá nesie svietidlo v určitej vzdialenosti od osi drieku stožiaru; výložník môže byť jednoramenný, dvojramenný alebo viacramenný a môže byť pripojený k drieku pevne alebo odnímateľne; prípadne obdobný nosný prvok určený k upevneniu na stenu a pod.;
- „uhol vyloženia svietidla“ – uhol, ktorý zvierá os spojky (spojovacia časť medzi koncom drieku alebo výložníku a svietidlom) svietidla s vodorovnou rovinou;
- „elektrická výzbroj stožiaru“ – rozvodnica pre osvetľovací stožiar (v skrinke na stožiaru, pod päticou, v priestore pod dvierkami bezpäťového stožiaru) a elektrické spojovacie vedenie medzi rozvodnicou a svietidlom;
- „päťice“ – samostatná časť osvetľovacieho stožiaru, ktorá slúži k ochrane osvetľovacích stožiarov v mieste votknutia do zeme a môže tvoriť kryt elektrickej výzbroje;
- „preves“ – nosné lano medzi dvomi objektami, na ktorom je umiestnené svietidlo;
- „sklon svietidla“ – uhol naklonenia svietidla voči horizontálnej rovine;

- p) „poloha svetelného zdroja v svietidle“ – vzájomnú polohu svetelného zdroja s reflektorom možno v svietidlách s reflektorovými optickými systémami meniť charakter vyžarovania svietidla (fotometrickú plochu svetivosti);
- q) „autonómny prevádzkový režim“ – prevádzkový režim svietidla, ktorý sa nastavuje priamo v svietidle. Nie je závislý na centrálnom riadení.
- r) „elektrická prípojka“ NN pre napájanie rozvádzača zapínacieho miesta verejného osvetlenia je zariadením verejného osvetlenia a zásadne je pripájaná na sieť TN-C o menovitom napätí 230/400 V v prevedení trojfázovom, štvorvodičovom. Je prednostne vykonávaná odbočením od spínacích prvkov alebo prípojnic rozvádzačov NN v distribučných trafostaniciach VN/NN.

Na verejných komunikáciách a priestranstve je nutné zabezpečiť bezpečnosť dopravy, bezpečnosť chodcov a majetku, spoľahlivosť, akosť a životnosť zariadenia VO, čo znamená, že platné technické normy je nutné dodržiavať. Ide predovšetkým o tieto normy:

TNI CEN/TR 13201-1: 2015 Osvetlenie pozemných komunikácií, Časť 1: Výber tried osvetlenia

STN EN 13201-2: 2017 Osvetlenie pozemných komunikácií, Časť 2: Svetelnotechnické požiadavky

STN EN 13201-3: 2016 Osvetlenie pozemných komunikácií, Časť 3: Svetelnotechnický výpočet

STN EN 13201-4: 2017 Osvetlenie pozemných komunikácií. Časť 4: Metódy merania svetelnotechnických vlastností

STN 33 2000-1 Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 1: Základné princípy, stanovenie všeobecných charakteristík, definície

Vzťah obcí k verejnému osvetleniu vyplýva zo zákona, podľa ktorých obce vlastnia a udržiavajú miestnu komunikáciu, verejné osvetlenie, zeleň, atď. Z vlastníckeho vzťahu vyplýva potreba spravovať majetok VO, predovšetkým pokiaľ ide o vedenie technicko-hospodárskej evidencie, zabezpečovanie správy, prevádzky a údržby, modernizácie, ale i nákladov pri dodržiavaní platných zákonov, predpisov a noriem. Plní funkciu bezpečnosti dopravnej prevádzky, prevencie proti úrazom a kriminalite. Umožňuje bezpečnejší pohyb automobilov a osôb v nočných hodinách a spolu s ozdobným a iluzinárnym osvetlením kultúrno-spoločenských a historických stavieb zatriktívňuje prostredie obce pre turistov, návštevníkov a obyvateľov obce.

Všeobecné požiadavky na verejné osvetlenie obcí môžeme rozdeliť na :

- *sociálne*: uplatňujú sa na všetkých verejne prístupných miestach. VO musí zabezpečiť bezpečnú orientáciu obyvateľov na komunikáciách. V jesenných a zimných mesiacoch musí umožniť nerušenú prevádzku mestských aglomerácií.
- *bezpečnostné*: požiadavky sa uplatňujú najmä na komunikáciách pre automobilovú dopravu. Osvetlenie komunikácie musí všetkým účastníkom dopravnej prevádzky zabezpečiť včas a spoľahlivo spozorovať dopravnú prekážku na jazdnom páse
- *psychologické*: dobré osvetlenie miestnych komunikácií a ostatných mestských plôch zvyšuje zrakovú pohodu, spríjemňuje daný priestor, vytvára pocit bezpečia. V podstatnej miere prispieva k zníženiu pouličnej kriminality a pod.
- *estetické*: Osvetľovacia sústava VO je neodmysliteľnou súčasťou architektúry mesta.

4.2.2 Parametre verejného osvetlenia

- *Svetelný tok* Φ (fi) – svetelno-technická veličina, ktorá sa udáva v lúmenoch (lm) a vyjadruje množstvo svetelnej energie, ktorú vyžaruje svetelný zdroj. Inak sa dá povedať, že svetelný tok vyjadruje „svetelný výkon“ svetelného zdroja.
- *Intenzita osvetlenia* E – svetelno-technická veličina, ktorá sa uvádza v luxoch (lx), je to plošná hustota svetelného toku, vyjadruje množstvo svetelného toku dopadajúceho na 1m^2 osvetľovanej plochy.
- *Oslnenie* vzniká, keď sa v zornom poli oka vyskytujú pomerne veľké jasy, ktoré sú výrazne väčšie než jas, na ktoré je oko adaptované (adaptačný jas). Inými slovami, oslnenie sa objavuje pri prekročení medze adaptability zraku.
- *Jas* L – svetelno-technická veličina, ktorá sa udáva v kandeloch na meter štvorcový (cd/m^2) a ukazuje, ako ľudské oko reaguje na svetlo.
- *Teplota chromatickosti* T_c – svetelno-technická veličina, ktorá charakterizuje biely tón farby vyžarovaneého svetla a udáva sa v kelvinoch (K).

- *Podanie farieb* ukazuje, aký vplyv spektrálneho zloženia svetla zdroja má na vnímanie farby osvetlených predmetov. Dobré podanie farieb zlepšuje zrakový výkon a pocit celkovej a duševnej pohody. K číselnému oceneniu akosti podania farieb sa využíva index podania farieb Ra (-), ktorý vyjadruje zhodu toho, ako vnímame svetelné predmety daným svetelným zdrojom. Môže dosiahnuť hodnoty v rozmedzí od 0 do 100, pričom Ra=0 ukazuje na to, že v svetle daného svetelného zdroja nie je možné rozoznať farby a naopak Ra=100 ukazuje, že v svetle svetelného zdroja je vnem farieb prirodzený.
- *Príkon P* – je základným parametrom pre vyhodnotenie energetickej náročnosti svietidiel, uvádza sa vo wattoch (W) a vyjadruje elektrický príkon, ktorý je odoberaný zo siete.
- *Účinnosť svietidla* η , LOR (%) – je pomer svetelného toku vyžarovaného svietidlom a svetelným tokom svetelných zdrojov inštalovaných v svietidle.
- *Merný výkon svetelného zdroja* η (éta) – udáva sa v lumenoch na watt (lm/W) a vyjadruje pomer vyžarovaného svetelného toku svetelného zdroja a jeho elektrického príkonu.
- *Krivky svietivosti* – krivky opisujúce rozloženie priestorové hustoty svetelného toku (tj. svietivosti) svietidla do priestoru.

Vonkajšie osvetľovacie sústavy sa skladajú zo svietidiel, svetelných zdrojov a rôznych ďalších zariadení pre ich napájanie, reguláciu a ovládanie.

• Svetelné zdroje

Pri projektovaní vonkajšieho osvetlenia sa musí brať ohľad na určité parametre svetelných zdrojov. Hlavnými parametrami sú merný výkon zdroja a doby životnosti. Vo vonkajšom osvetlení sa často používajú vysokotlakové sodíkové a halogenidové výbojky, v súčasnosti sú nahradzované svetelnými diódami.

• Svietidlá

Hlavnými kritériami pre svietidlá sú:

- činiteľ využitia alebo podiel svetelného toku, ktorý dopadá na vozovku a celkového svetelného toku emitovaného zdrojom svetla
- merný svetelný výkon (lm/W)
- stupeň krytia optickej časti svietidla
- odolnosť proti agresívnemu prostrediu
- odolnosť svietidiel a nosných častí vetru a teplotným zmenám

Taktiež je potrebné zvoliť svietidlá, ktoré osvetľujú požadovaný priestor s minimálnym rušivým vplyvom na okolité prostredie.

• Riadiace systémy

Sú to systémy pre automatické alebo programovateľné ovládanie osvetľovacej sústavy na základe vopred stanovených parametrov. Riadiace systémy pomáhajú zvýšiť svetelný komfort priestoru a dosiahnuť veľké energetické úspory.

Medzi pozemnú komunikáciu, verejné priestranstvo, ktorá sa môže osvetľovať verejným osvetlením, patrí:

- cesty a miestna komunikácia;
- chodníky popri cestách a miestnych komunikáciách (časť pridruženého dopravného priestoru určená predovšetkým pre chodcov; sú oddelené od hlavného dopravného priestoru);
- pešie zóny (komunikácie obvykle v obchodnom alebo historickom centre obce alebo mesta, respektíve jej časti, taktiež v centrách občianskeho vybavenia s vylúčenou motorovou dopravou);
- účelové komunikácie v uzavretých areáloch (staveniská, skladiská a sklady, rozvodne, železničné a priemyslové priestory, a pod.);
- samostatné cesty pre peších;
- cyklochodníky;
- tunely a podjazdy;
- križovatky;
- priechody pre chodcov (miesta pre prechod);
- parkoviská a parkovacie pruhy;
- námestia;
- parky.

Požiadavky na osvetlenie pozemných komunikácií závisia na účele komunikácie a na type užívateľa. Podľa STN CEN/TR 13201-1 pozemné komunikácie sa podľa týchto hľadísk delia do troch základných tried osvetlenia M, C a P.

Pre zvolenie určitej triedy osvetlenia pre každú komunikáciu sa musí zhodnotiť rada parametrov, ako napr. typ užívateľov komunikácie, ich typická rýchlosť, intenzita prevádzky, geometrické usporiadanie komunikácie, výskyt konfliktných zón a ďalšie.

Triedy osvetlenia M (M1 až M6) sú určené pre vodičov motorových vozidiel na cestách a v niektorých štátoch taktiež na miestnych komunikáciách povoľujúce stredné a vysoké rýchlosti dopravy. Stredná rýchlosť je stanovená v rozmedzí $40 < v \leq 70$ km/h a vysoká rýchlosť v rozmedzí $70 < v \leq 100$ km/h.

Pre splnenie všetkých kritérií normy musí byť dodržaná minimálne udržiavaná priemerná hodnota jasov povrchu vozovky L_m , minimálna hodnota celkovej rovnomernosti jasov povrchu vozovky U_0 , minimálna hodnota pozdĺžnej rovnomernosti U , maximálna úroveň oslnenia vozovky f_{Ti} , a taktiež maximálna povolená hodnota osvetlenia okolia R_{E1} .

Triedy osvetlenia C (C0 až C5) sú prevažne určené pre vodičov motorových vozidiel v konfliktných oblastiach. Tieto zóny sa vyskytujú tam, kde nie je možné použiť predpoklady pre výpočet jasov vozovky, ako sú obchodné triedy, zložité križovatky, kruhové objazdy a úseky s dopravnými kolónami, a taktiež miesta, kde dochádza ku zmene geometrie vozovky, napríklad v miestach zníženia počtu jazdných pruhov alebo zúžení vozovky. Pri komunikáciách triedy C je hodnotiacim kritériom minimálna hodnota priemernej udržiavanej intenzity osvetlenia a minimálna hodnota celkovej rovnomernosti.

Triedy P (P1 až P7) sú určené najmä pre chodcov a cyklistov pohybujúcich sa po chodníkoch a cyklochodníkoch, pre vodičov motorových vozidiel pohybujúcich sa nízkou rýchlosťou na miestnych komunikáciách, pre odstavné a parkovacie pruhy a ďalšie dopravné priestory, ktoré ležia oddelene alebo pozdĺž vozovky cesty alebo miestnej komunikácie. Hodnotiacimi kritériami pre triedy P sú minimálna hodnota priemernej udržiavanej intenzity osvetlenia E_m a minimálna hodnota intenzity osvetlenia.

Z dôvodu zvýšenia bezpečnosti pri prechádzaní komunikáciou s veľkou hustotou prevádzky chodcami, obzvlášť v úsekoch neprehľadných pre vodičov, je potrebné urobiť lokálne osvetlenie priechodu. Pre osvetlenie priechodu sa používajú svietidlá, ktoré majú špecifické prevedenie a sú vybavené svetelnými zdrojmi s odlišnou teplotou chromatickosti svetla pre zvýraznenie priechodu.

Udržiavací činiteľ zohľadňuje starnutie osvetľovacej sústavy prejavujúcej sa poklesom svetelného toku osvetľovacej sústavy. Tento pokles súvisí so starnutím svetelných zdrojov a so znečistením svietidiel. Kvôli tomu pri spracovaní návrhu osvetlenia je potrebné predimenzovať osvetľovaciu sústavu takým spôsobom, aby navrhnuté osvetlenie bolo na začiatku väčšie, než je povolené normou. Z tohto dôvodu je potrebné predimenzovať osvetľovaciu sústavu tak, aby v priebehu celého cyklu údržby svietidiel nedošlo k poklesu parametrov osvetlenia (jas, intenzita osvetlenia) pod hodnoty požadované normou.

Udržiavací činiteľ závisí na prevádzkových charakteristikách svetelného zdroja, svietidla, prostredia, v ktorom je svietidlo umiestnené, a na intervale údržby.

Farebné vlastnosti svetelných zdrojov s bielym svetlom sa opisujú dvoma základnými parametrami:

- *Teplota chromatickosti*

Tento parameter opisuje farebné vlastnosti vyžarovaného svetla svetelným zdrojom. Vzťahuje sa k chromatickosti vyžarovaného svetla a vyjadruje sa číselne pomocou náhradnej teploty chromatickosti T_{cp} . Udáva sa v K (kelvinoch).

Teplota chromatickosti sa spravidla vyberá podľa situácie a typu pozemnej komunikácie.

- *Kvalita podania farieb*, ktorá môže ovplyvniť farebný vzhľad predmetov a osôb osvetlených daným svetelným zdrojom.

- **Typológia svietidiel**

Vo verejnom osvetlení môžeme rozlišovať tri základné druhy svietidiel podľa účelu ich použitia:

- *cestné svietidlá,*
- *parkové (sadové)*
- *historizujúce (architektonické).*

Každý z týchto druhov má svoje požiadavky na účinnosť, krivky svetivosti a vzhľad.

- Hlavným účelom *cestných svietidiel* je osvetlenie povrchu pozemných komunikácií a obmedzenie rušivého svetla vyžarovaného do iných smerov. Väčšinou v prípade cestných svietidiel nie je rozhodujúci vzhľad svietidla, ale hlavným sledovaným parametrom je energetická náročnosť, doba životnosti a kvalita clonenia.
- Hlavným účelom *parkových alebo sadových svietidiel* je nielen osvetlenie povrchov komunikácií, ale taktiež osvetlenie okolitých vertikálnych plôch, aby bolo možné vnímať okolité prostredie, ako aj tváre ostatných užívateľov. U týchto typov svietidiel je vo väčšej miere dôležitý taktiež vzhľad a tvarové riešenie svietidiel.
- V prípade *historizujúcich (architektonických) svietidiel* nie je spravidla zásadný merný výkon svietidiel. Hlavným účelom tohto typu je osvetlenie fasád historických budov a vyberajú sa najmä podľa vzhľadu.

- **Riadenie verejného osvetlenia**

Riadenie osvetlenia umožňuje znížiť náklady na prevádzku danej osvetľovacej sústavy z hľadiska úspory elektrickej energie. V prípade použitia sofistikovanejšieho riadenia osvetlenia možno ovládať samostatne každé svietidlo a získavať z neho rôzne analýzy z prevádzky a ďalšie užitočné informácie o osvetľovacej sústave. Riadiace systémy môžeme rozdeliť na 3 typy:

- *autonómne riadenie,*
- *centrálne riadenie,*
- *dynamické riadenie.*

U *autonómneho riadenia/ovládania* verejného osvetlenia sú svietidlá od výrobcu vopred naprogramované na prevádzku v určitom čase. V moderných osvetľovacích systémoch sa používajú elektronické predradníky, ktoré majú samostatný vstup pre riadiaci signál pre zmenu napájacieho napätia. To umožňuje meniť veľkosť svetelného toku svetelného zdroja.

U *centrálneho riadenia* osvetlenia sú svietidlá rozdelené do určitých skupín, ktoré potom komunikujú s daným centrálnym systémom. Vzhľadom k tomu, že možno samostatne diaľkovo ovládať zvlášť každú skupinu svietidiel, je vhodné starostlivo zvážiť ich rozdelenie, aby sme napríklad jednu ulicu nemali rozdelenú do viacerých skupín. Centrálny systém vyšle informáciu (signál) všetkým svietidlám v rámci jednej skupiny obvykle cez elektrické vedenie.

Dynamické riadenie verejného osvetlenia zaisťuje najväčší rozsah riadenia v kombinácii s najvyššou úsporou el. energie a kvality osvetlenia, ale sú tu najvyššie investičné náklady zo všetkých systémov riadenia. Svietidlá možno ovládať v rámci skupín alebo aj jednotlivo a centrálny systém riadiaci server môže zhromažďovať informácie o ich stave a možno vytvárať určité analýzy, ktoré sú potom vhodné pre čo najefektívnejšiu správu verejného osvetlenia.

- **Geometria osvetľovacej sústavy.**

Základné parametre geometrie osvetľovacej sústavy sú nasledovné:

- H - závesná výška (m)
- a - vzdialenosť stožiaru od okraja komunikácie (m)
- t - dĺžka výložníka (m)
- δ - uhol vyloženia ($^{\circ}$)
- S - rozostupy svetelných miest (m)
- W - šírka komunikácie (m)

Základné druhy osvetľovacích sústav sú tieto:

Najpoužívanejšou sústavou je *jednostranná sústava*, v ktorej sú svetelné miesta umiestnené na jednej strane komunikácie na stožiaroch a stenách budov. Táto sústava poskytuje príslušný komfort dopravy, bezpečnosti na komunikáciách, kde nie je kladený dôraz na rovnomernosť osvetlenia. Jednostranné sústavy sú najčastejšie zo všetkých druhov osvetľovacích sústav.

Technicky a investične náročnejšou zostavou je *dvojstranná vystriedaná sústava*. Svetelné miesta sú umiestnené po oboch stranách ulice striedavo. Prednosťou týchto sústav je dosiahnutie vyššej celkovej rovnomernosti osvetlenia a prijateľnejšie rozloženie jasů alebo intenzity osvetlenia. Nevýhodou je potreba inštalovania vedenia po oboch stranách komunikácie.

Vysoký komfort osvetlenia a všeobecnú rovnomernosť osvetlenia poskytuje *dvojstranná párová sústava*. Patrí medzi sústavy investične najnáročnejšie. Svetelné miesta sú umiestnené po oboch stranách ulice na stožiaroch spárované oproti sebe.

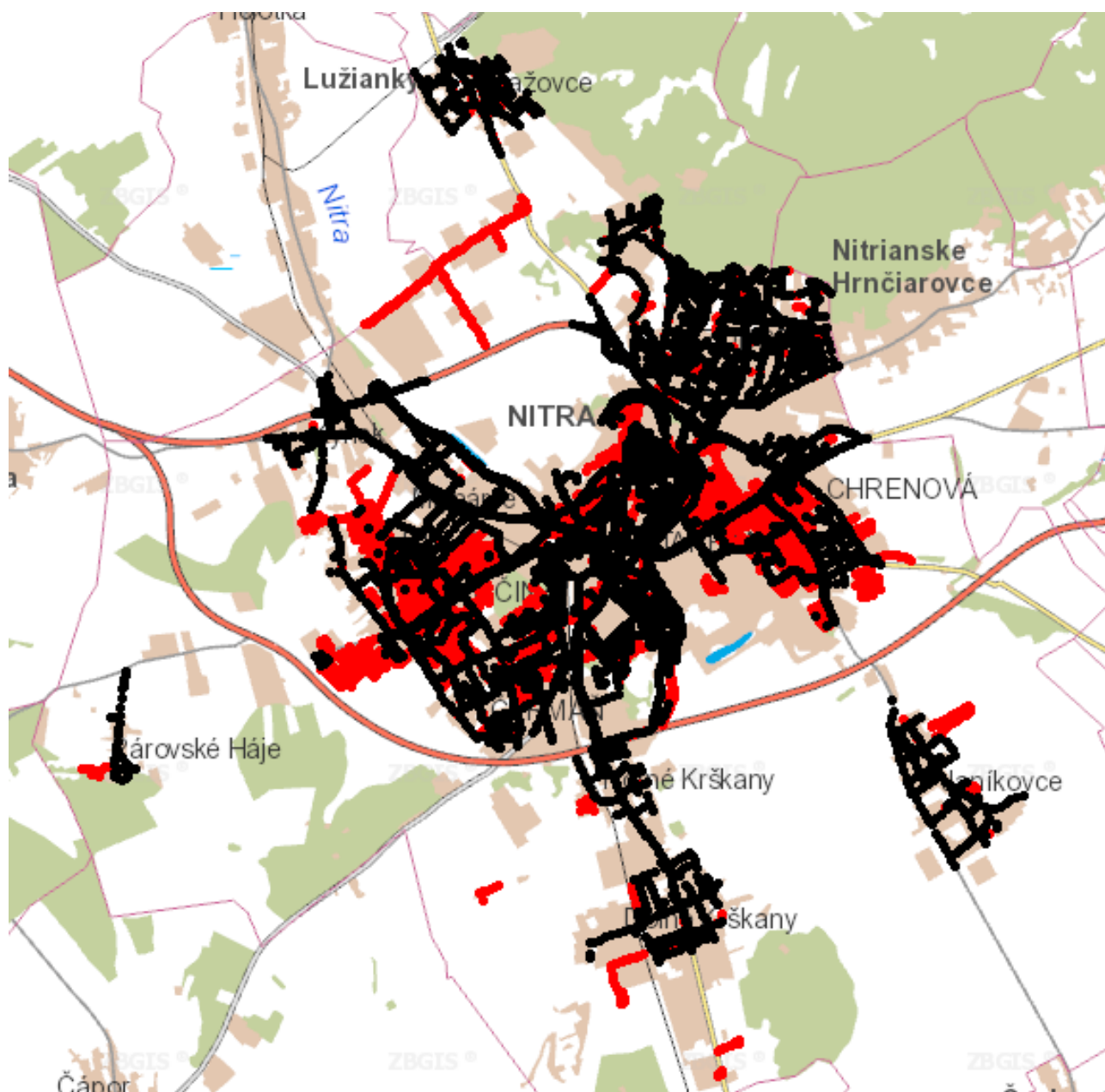
Tam, kde nie je možné z urbanistického hľadiska vybudovať sústavu stožiarovú, používa sa *sústava osová*. Svietidlá osovej sústavy sú zavesené nad stredom komunikácie.

Ďalšou sústavou je *sústava parková*. Parková sústava sa vyznačuje značnou variabilitou usporiadania svetelných bodov. Táto sústava je zložená z mnohých kombinácií jednostrannej, dvojstrannej vystriedanej a párovej sústavy na osvetlení vnútroblokov sídlisk, parkov, peších zón a pod.

4.3 Situačný plán

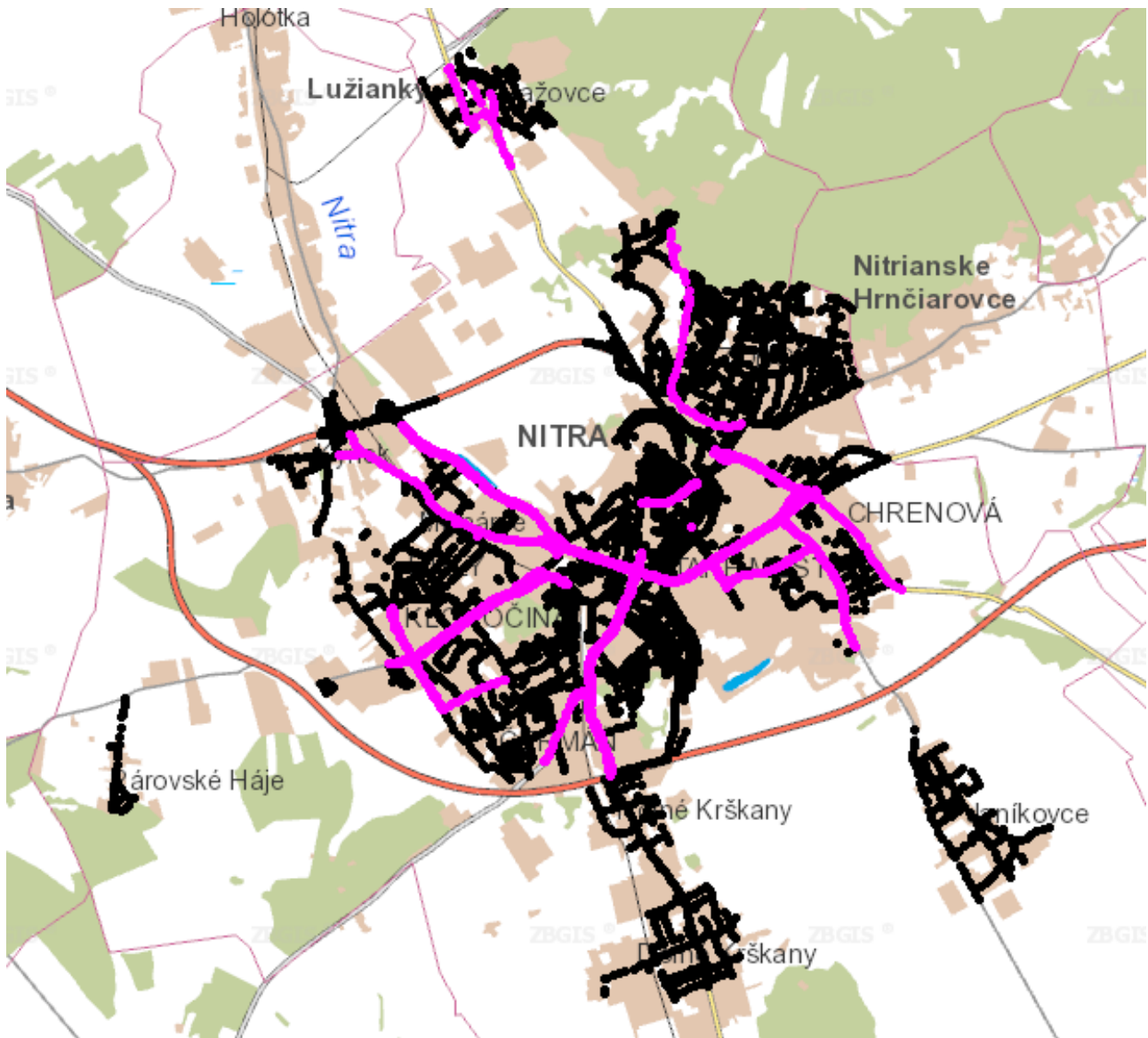
K spracovaniu energetického auditu boli predložené Pasporty VO mesta aj prevádzkovateľa VO. Z výsledku porovnania oboch pasportov VO je zrejmé, že pasport VO mesta je staršou nekompletnou verziou aktuálneho pasportu VO. Rozdielnosť týchto pasportov VO zobrazuje nasledujúci obrázok (viď Obrázok 1).

Poznámka: V priebehu analýzy a prepájania oboch pasportov VO bolo zistené, že číslovanie stožiarov verejného osvetlenia nie je jedinečné (tj. existuje 652 stožiarov, ktoré majú pridelené číslo, ktoré je už v rámci mesta použité) alebo nie je pridelené vôbec (celkom 314 stožiarov VO).



Obrázok 1 – Rozsah sústavy VO (pasport VO mesta – čierna, pasport VO prevádzkovateľa – červená)

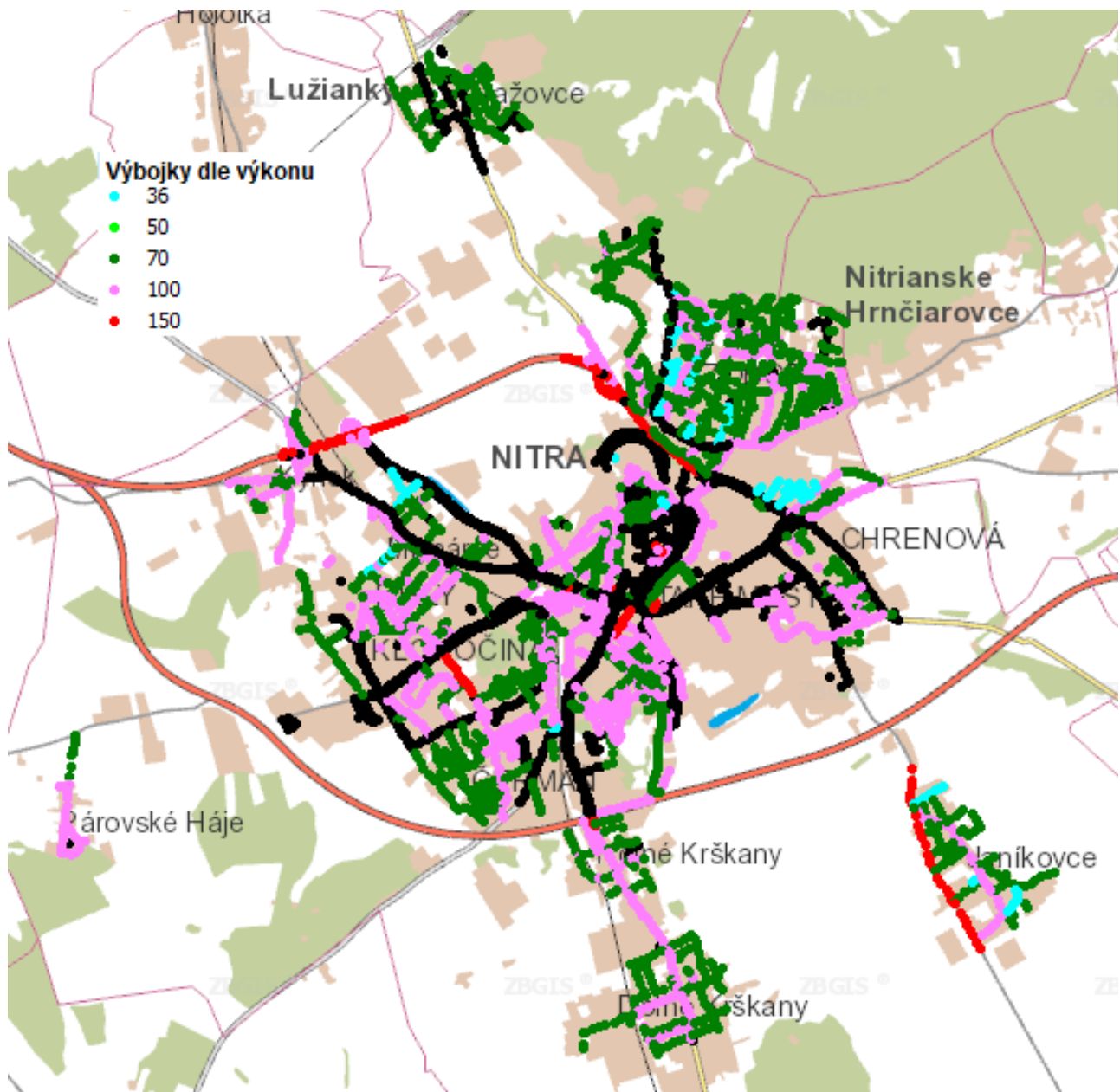
Z databázovej časti pasportu VO, ktorú poskytol prevádzkovateľ sústavy VO, je zrejmé, že na území mesta Nitra sú už inštalované moderné LED svietidlá s výkonom od 30W až do výkonu 80W. Rozsah inštalovaných LED svietidiel je zobrazený na nasledujúcom obrázku (viď Obrázok 2)



Obrázok 2 – Pasport VO – rozsah inštalovaných LED svietidiel

Na zvyšnom území mesta je sústava verejného osvetlenia tvorená výbojkovými svietidlami s výkonom od 36W až do 150W.

Grafické zobrazenie výbojkových svietidiel VO podľa príkonu je zobrazené na nasledujúcom obrázku (viď Obrázok 3)



Obrázok 3 – Pasport VO – rozsah výbojkových svietidiel podľa výkonu

4.4 Opis energeticky dôležitých technológií

4.4.1 Použité svetelné zdroje

Osvetľovacia sústava inštalovaná v meste Nitra je tvorená škálou svetelných zdrojov, a to ako z pohľadu typového, tak aj výkonového.

Najrozšírenejším svetelným zdrojom VO v meste sú vysokotlakové sodíkové výbojky (SHC) vo výkonových radách 50W až 150W.

Pri komunikáciách menšieho významu a vnútroblokov sídlisk sa na osvetlení používajú i svietidlá s kompaktnou žiarovkou s výkonom 36W.

Nedávno boli inštalované moderné svetelné zdroje na báze LED technológie s výkonom 30 až 80W.

Pre slávnostné osvetlenie historických budov mesta sú použité svietidlá s metal-halogenidovou a sodíkovou výbojkou s výkonom 70W až 2000W.

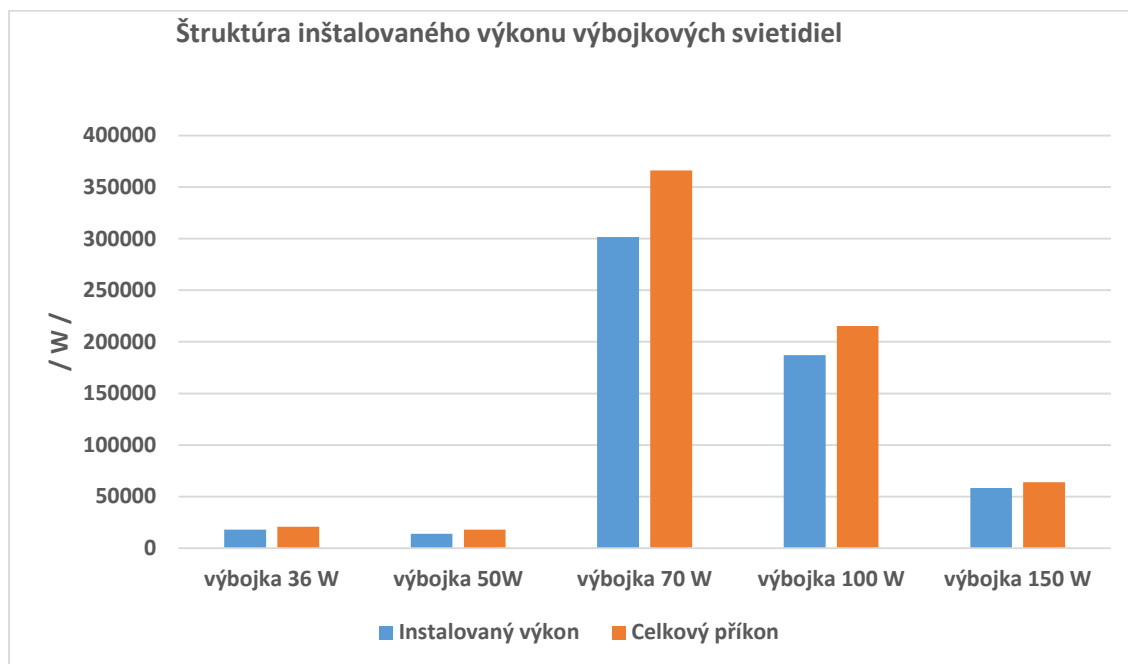
Na základe odovzdanej databázy svetelných bodov je v nasledujúcich tabuľkách a grafoch uvedený ich prehľad. Tento prehľad neobsahuje svetelné zdroje architektonického osvetlenia a osvetlenia priechodov.

Tabuľka 1 – Existujúca štruktúra svietidiel verejného osvetlenia mesta Nitra

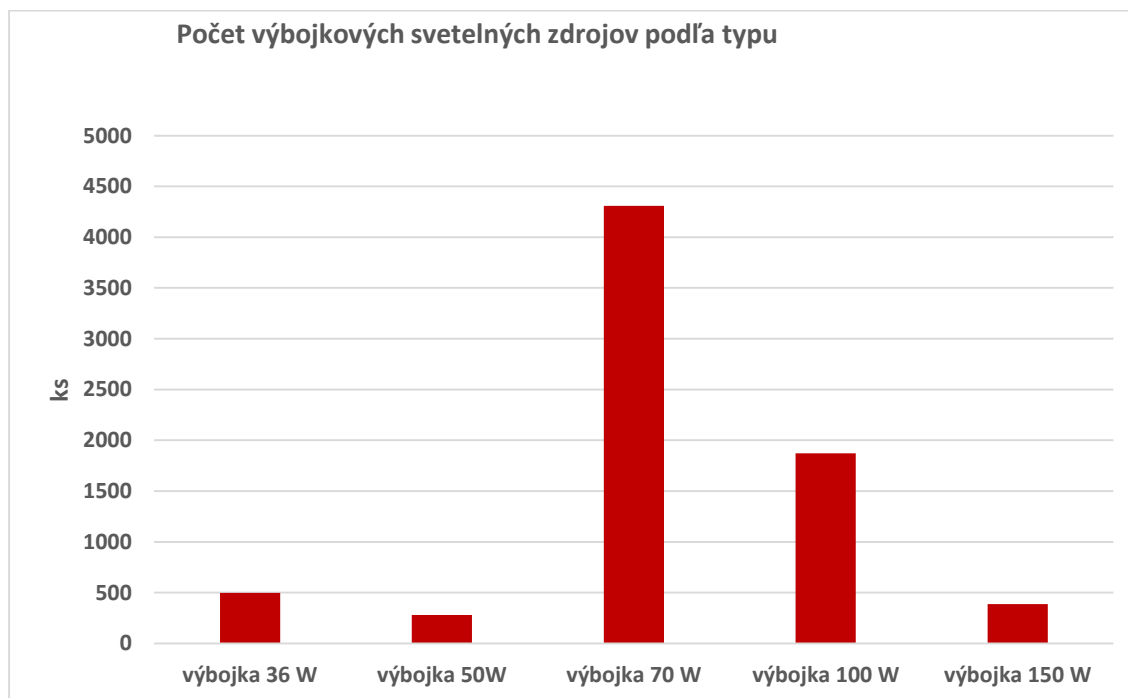
Svetelný zdroj	Inštalovaný výkon svetelných zdrojov	Celkový príkon svietidiel	Počet svietidiel
	W	W	ks
výbojka 36 W	17 928	20 916	498
výbojka 50W	14 650	18 752	293
výbojka 70 W	301 490	366 095	4 307
výbojka 100 W	187 200	215 280	1 872
výbojka 150 W	58 200	64 020	388
Celkom výbojky	579 468	685 063	7 358
LED 30W	360	370	12
LED 40 W	480	2 115	47
LED 60W	7 920	8 580	132
LED 62 W	22 630	24 455	365
LED 70 W	560	600	8
LED 80W	78 640	83 555	983
Celkom LED	110 590	119 675	1 547
Ostatné*)	N/A	N/A	333
Svetelné zdroje celkom	690 058	804 738	9 238

*) Ide o svetelné zdroje inštalované v architektonickom osvetlení a osvetlenie peších priechodov, ku ktorým neboli odovzdané technické parametre

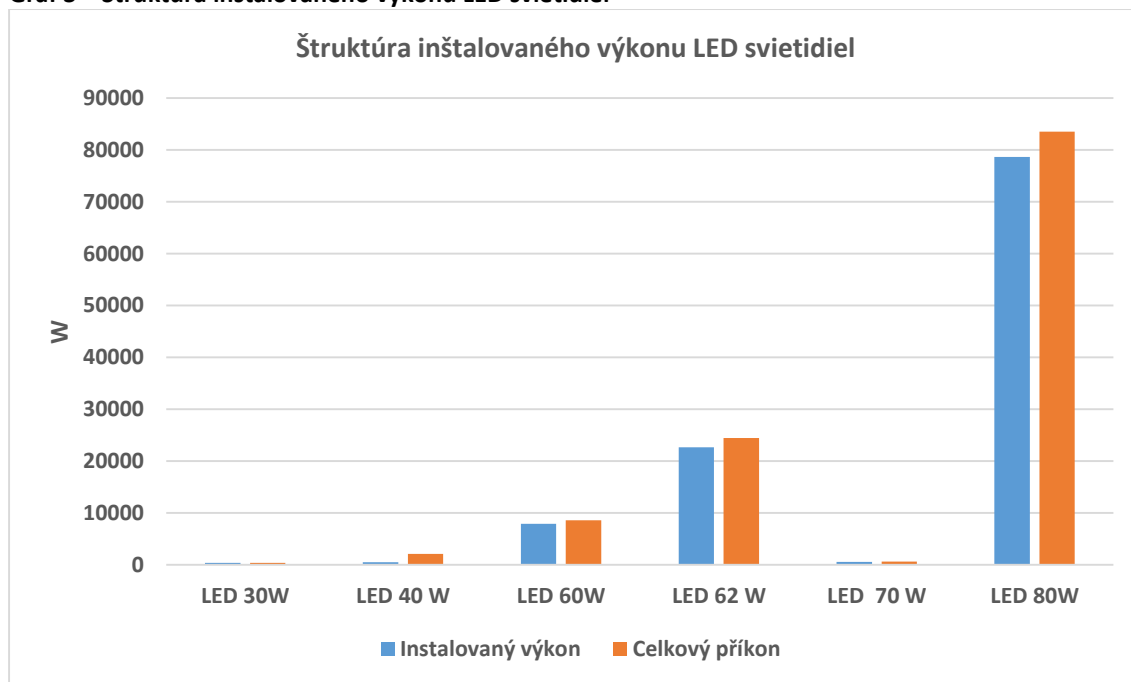
Graf 1 – Štruktúra inštalovaného výkonu výbojkových svetidiel



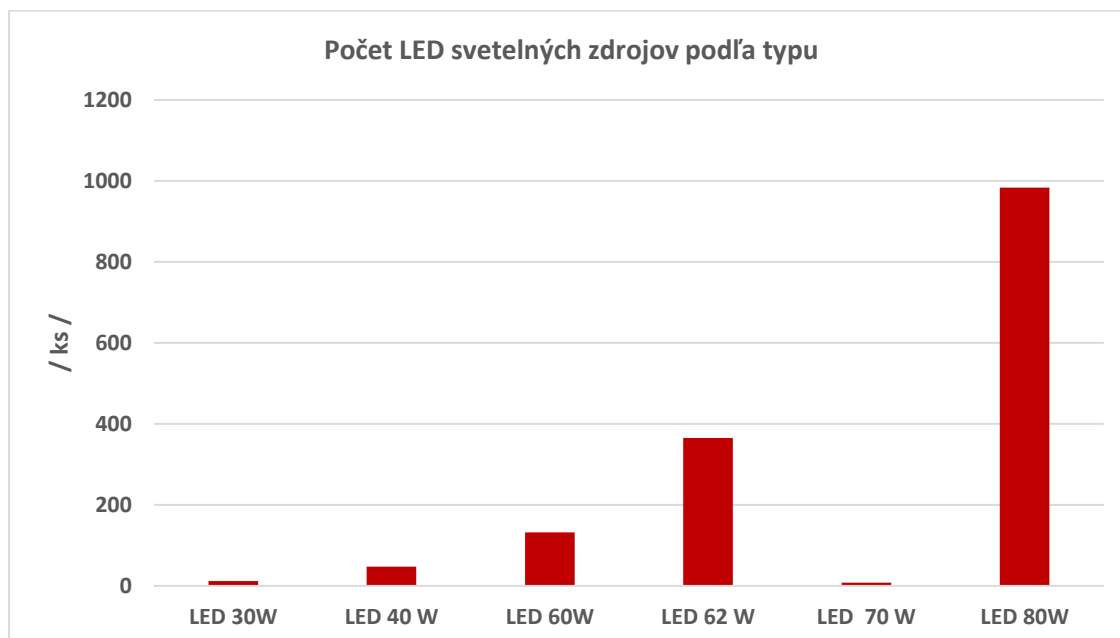
Graf 2 – Počet výbojkových svetelných zdrojov podľa typu



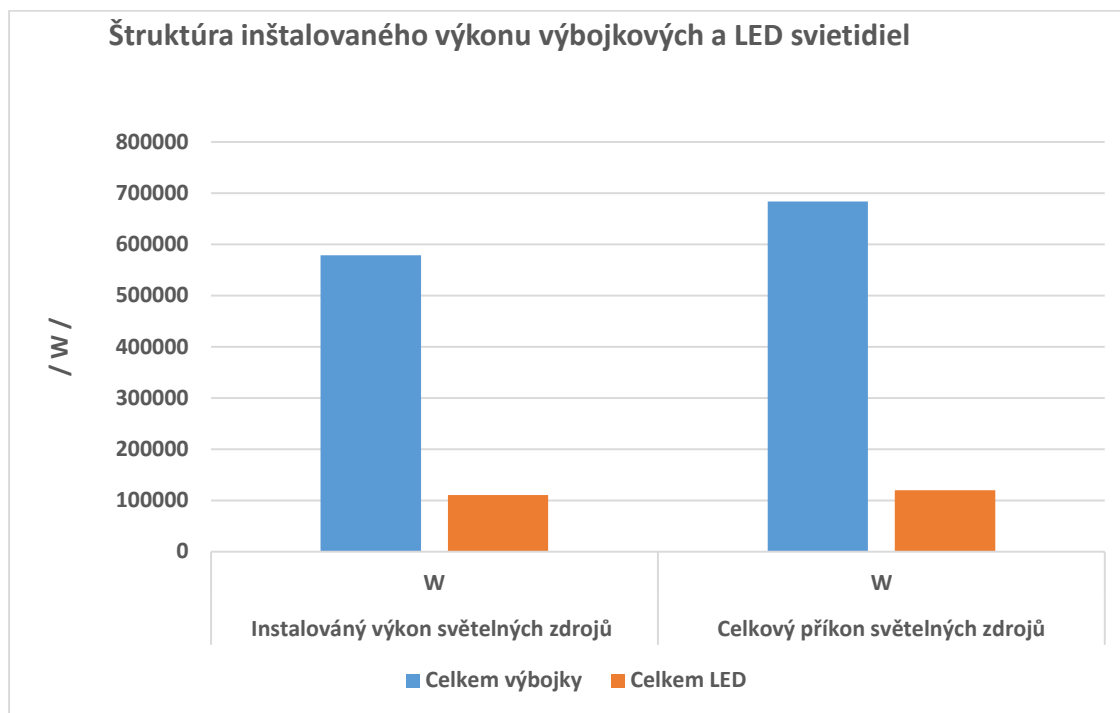
Graf 3 – Štruktúra inštalovaného výkonu LED svetidiel



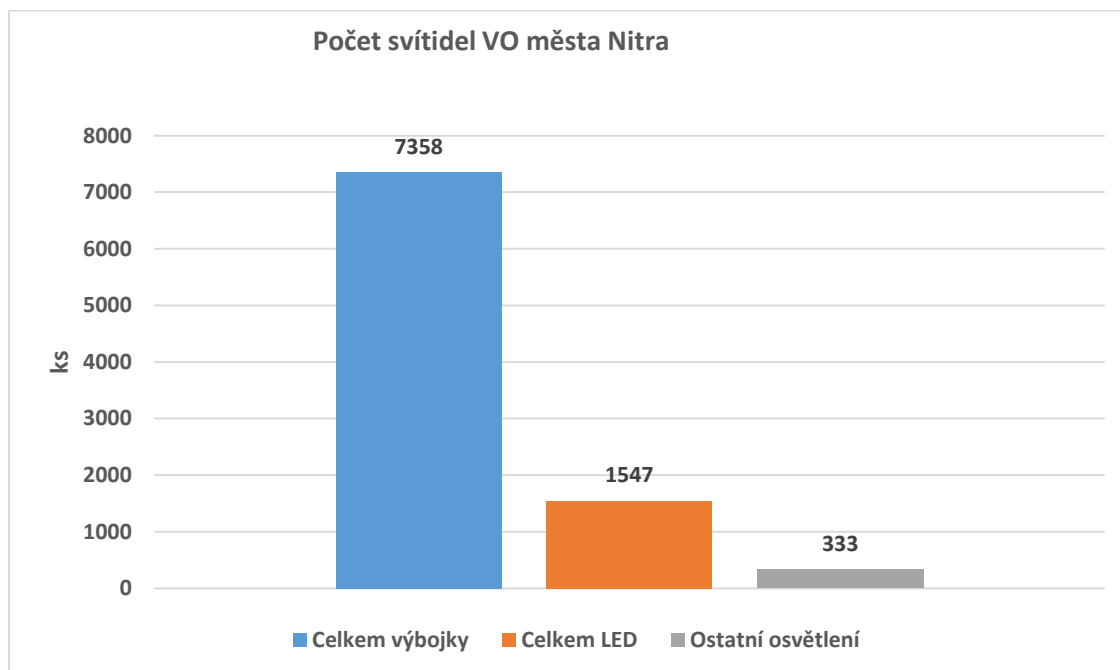
Graf 4 – Štruktúra Počet LED svetelných zdrojov podľa typu



Graf 5 – Štruktúra inštalovaného výkonu výbojkových a LED svietidiel mesta Nitra



Graf 6 – Počet svietidiel VO mesta Nitra



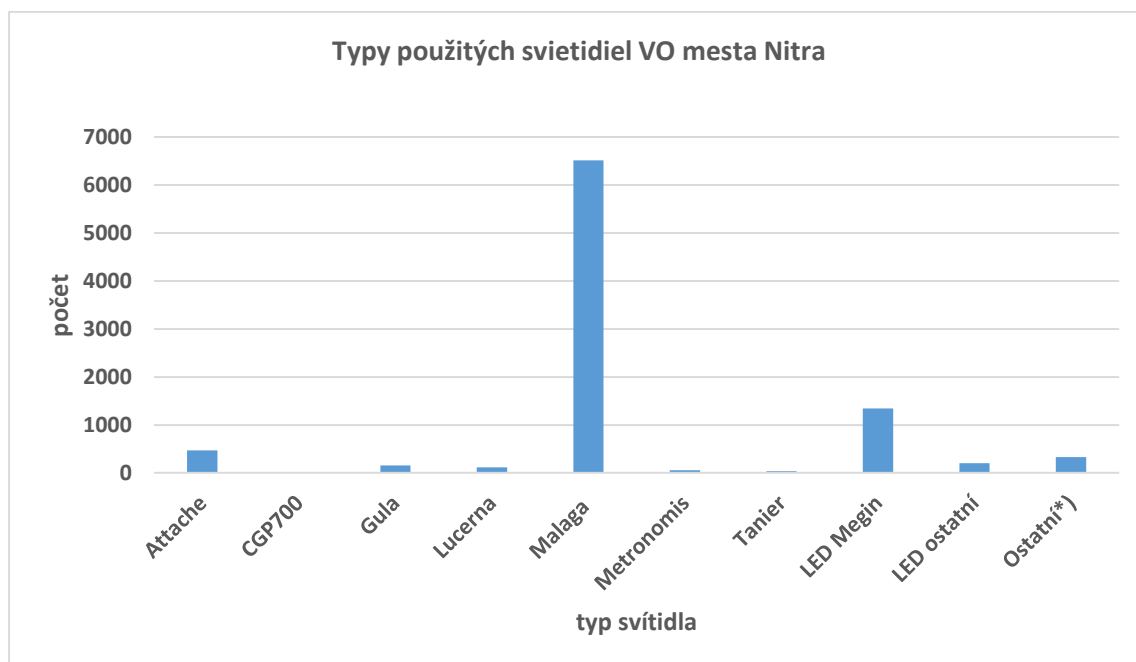
4.4.2 Typy použitých svietidiel

Tabuľka 2 - Typy použitých svietidiel

Typ	Počet
Attache	472
CGP700	14
Gula	159
Lucerna	114
Malaga	6510
Metronomis	55
Tanier	34
LED Megin	1346
LED ostatní	201
Ostatné*)	333
Celkom	9238

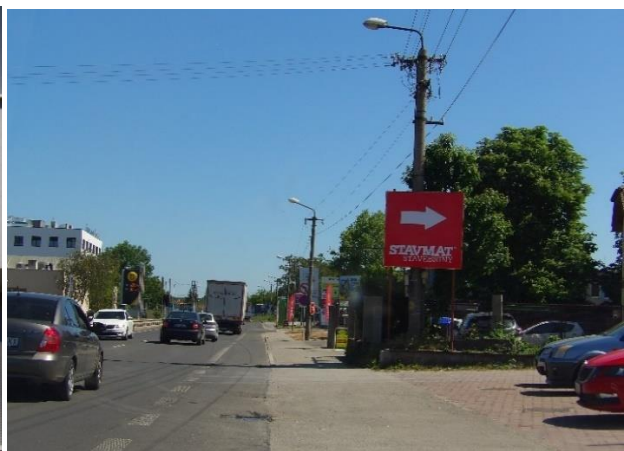
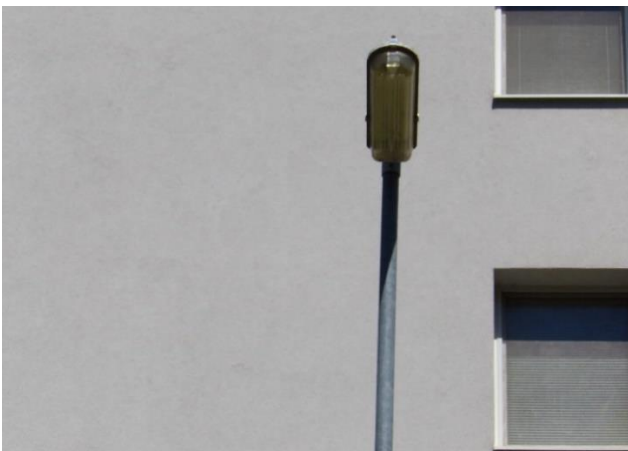
*) Ide o svietidlá pre osvetlenie architektonických objektov a osvetlenie priechodov pre chodcov, ku ktorým neboli odovzdané technické parametre

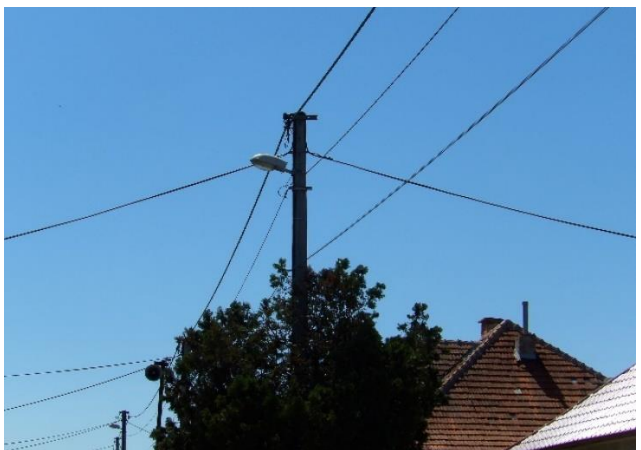
Graf 7 - Typy použitých svietidiel VO



Sústava verejného osvetlenia mesta Nitra využíva najčastejšie svietidlá typu Malaga, ktoré sú osadené výbojkovými svetelnými zdrojmi s výkonom 50W, 70W, 100W a 150W. Ďalším početným svietidlom je LED svietidlo Megin 62 W a 80W. Tretím najčastejšie používaným typom svietidla je svietidlo Attache s výbojkovým svetelným zdrojom s výkonom 36 W.

Nižšie je prezentovaná vybraná fotodokumentácia inštalovaných svietidiel.





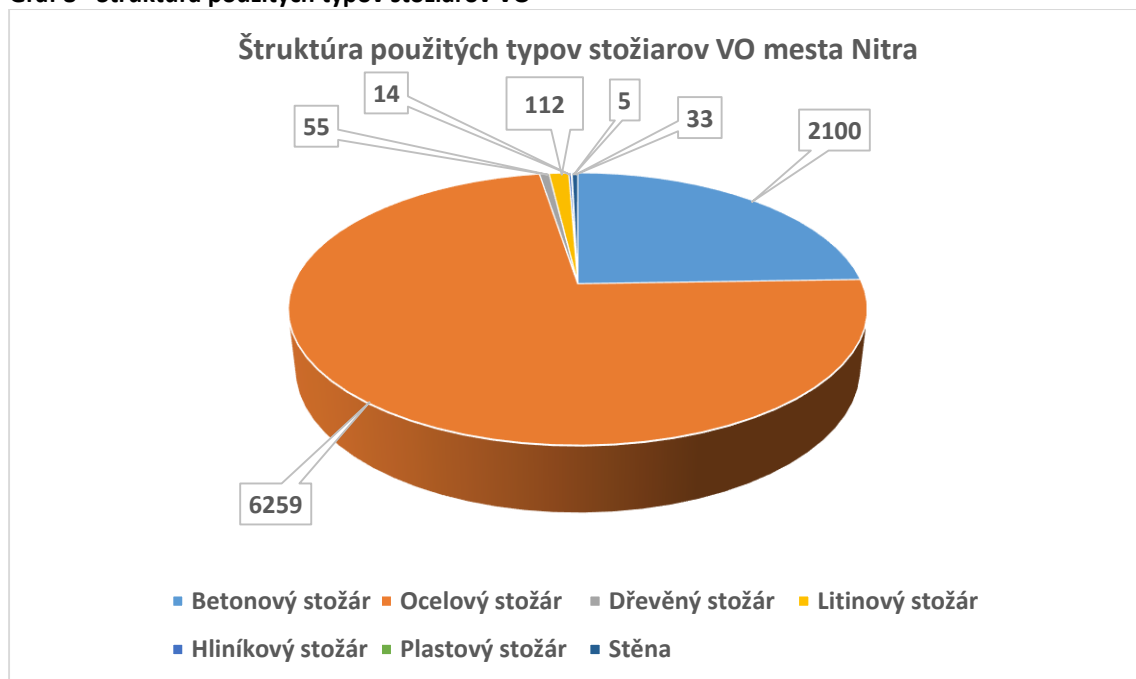
4.4.3 Stožiare verejného osvetlenia

V nasledujúcich tabuľkách a grafoch je uvedený prehľad inštalovaných stožiarov verejného osvetlenia v meste Nitra, ktorý vychádza z odovzdanej „databázy Elcomp“.

Tabuľka 3 - Typy stožiarov VO mesta Nitra

Typ stožiaru	Počet	Podiel (%)
Betónový stožiar	2100	24,5%
Oceľový stožiar	6259	73,0%
Drevený stožiar	55	0,6%
Liatinový stožiar	112	1,3%
Hliníkový stožiar	14	0,2%
Plastový stožiar	5	0,1%
Stena	33	0,4%

Graf 8 - Štruktúra použitých typov stožiarov VO



Z hľadiska typu stožiarov sú najrozšírenejšie oceľové stožiare nasledované betónovými stožiarimi. Použitie oceľových stožiarov reprezentuje výšku podielu 73% z celkového počtu. Druhým najčastejším druhom stožiaru sú betónové stožiare, ktorých podiel tvorí 24,5%.

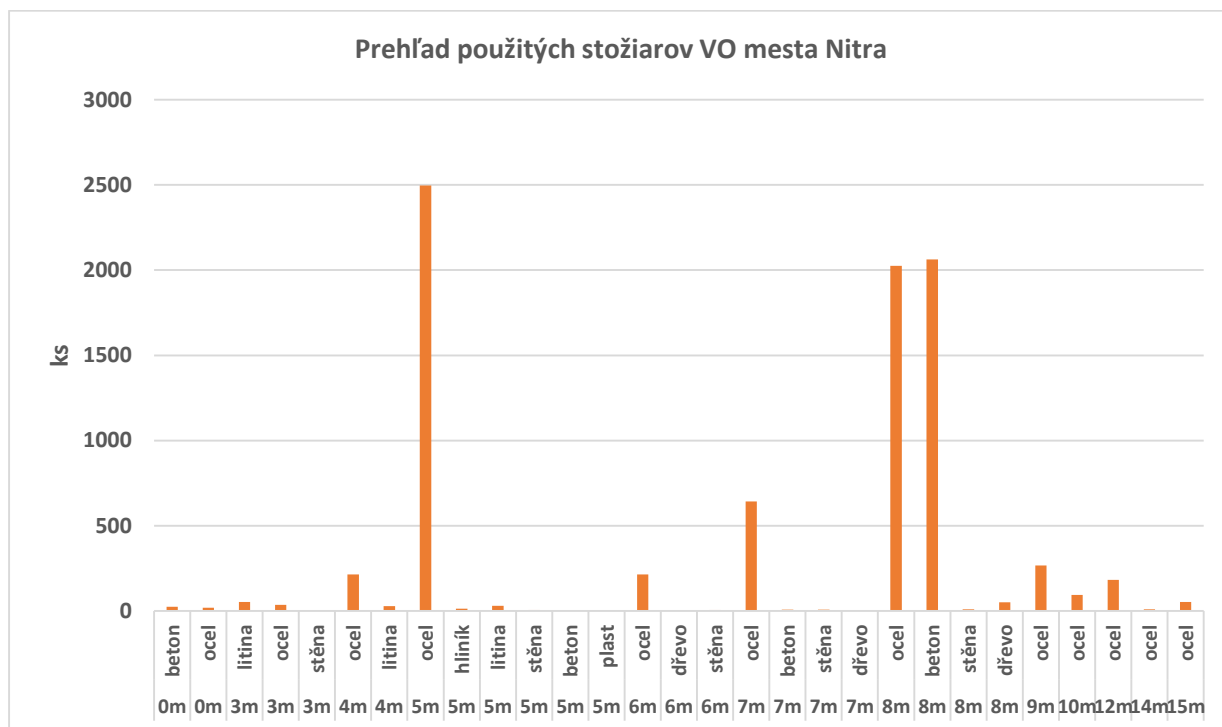
Sústava verejného osvetlenia využíva stožiare rôznej výšky, a to od výšky 1m až do výšky 15m. Najrozšírenejšie sú stožiare s výškou 8 a 5 metrov. V niektorých prípadoch sú svietidlá umiestnené na svetelné miesto iným spôsobom (na stenu, nárožná konzola).

V nasledujúcej tabuľke je uvedený prehľad stožiarov z hľadiska výšky stožiarov.

Tabuľka 4 - Prehľad použitých stožiarov dané výšky VO mesta Nitra

Výška stožiaru	Typ stožiaru	Počet
0m	Betónový stožiar	25
0m	Oceľový stožiar	20
3m	Liatinový stožiar	53
3m	Oceľový stožiar	37
3m	Stena	1
4m	Oceľový stožiar	215
4m	Liatinový stožiar	28
5m	Oceľový stožiar	2497
5m	Hliníkový stožiar	14
5m	Liatinový stožiar	31
5m	Stena	7
5m	Betónový stožiar	5
5m	Plastový stožiar	5
6m	Oceľový stožiar	215
6m	Drevený stožiar	3
6m	Stena	7
7m	Oceľový stožiar	642
7m	Betónový stožiar	8
7m	Stena	8
7m	Drevený stožiar	1
8m	Oceľový stožiar	2026
8m	Betónový stožiar	2062
8m	Stena	10
8m	Drevený stožiar	51
9m	Oceľový stožiar	268
10m	Oceľový stožiar	94
12m	Oceľový stožiar	182
14m	Oceľový stožiar	9
15m	Oceľový stožiar	54

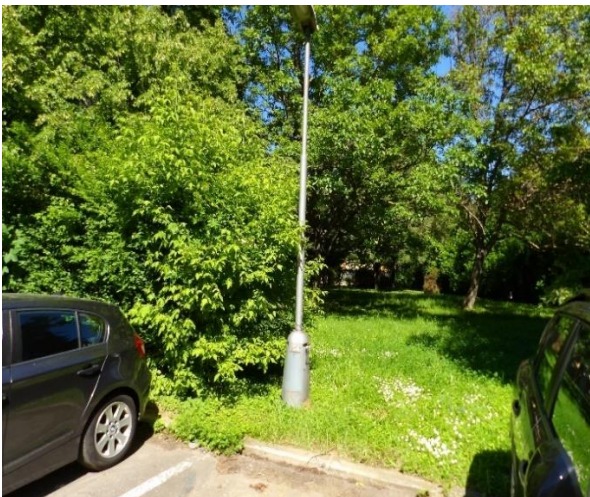
Graf 9 - Prehľad použitých stožiarov VO



Na ďalšej strane je uvedená fotodokumentácia inštalovaných oceľových a betónových stožiarov verejného osvetlenia, ktoré sú najčastejšími druhmi stožiarov verejného osvetlenia v meste.







4.4.4 Rozvádzače verejného osvetlenia

Osvetľovacia sústava mesta je napojená na distribučnú sústavu NN pomocou 179 rozvádzačov verejného osvetlenia, ktoré sú súčasne odbernými miestami . Všeobecne je rozvádzač tvorený oceľovou alebo plastovou skriňou. V nej sa nachádza elektro výzbroj rozvádzača, ktorá je tvorená hlavným ističom, elektromerom, stýkačom, ovládacím zariadením (fotobunka), prijímačom HDO (pre prepínanie taríf) a istením jednotlivých polí rozvádzača (ističe, poistky). Napätová sústava je 3+PEN 50Hz 230/400V/TN-C. Ochrana pred nebezpečným dotykovým napätím živých častí je riešená „Izolovaním živých častí a krytím“. Ochrana pred nebezpečným dotykovým napätím neživých častí je riešená „odpojením napájania, pospojením.

Nižšie sú prezentované niektoré fotografie z vykonanej prehliadky vybraných RVO v strede mesta.



4.5 Údaje o energetických vstupoch a výstupoch

Tabuľka 5 - Štruktúra údajov o energetických vstupoch a energetických výstupoch					
Rok: 2019					
Palivo/forma energie/energetické médium	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť	Obsah energie	Ročné náklady*)
			GJ/jednotka	MWh	€
Elektrina	MWh	3 813,53	3,60	3 813,53	488 324,17
Teplo	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Zemný plyn	tis.m ³	0,00	34,50	0,00	0,00
Hnedé uhlie	t	0,00	17,60	0,00	0,00
Čierne uhlie	t	0,00	24,00	0,00	0,00
Koks	t	0,00	26,50	0,00	0,00
Iné tuhé fosílné palivá	t	0,00		0,00	0,00
Ťažký vykurovací olej	t	0,00	39,70	0,00	0,00
Biomasa	t	0,00	14,50	0,00	0,00
Ľahký vykurovací olej	t	0,00	42,30	0,00	0,00
Nafta	t	0,00	42,60	0,00	0,00
Iné energeticky využiteľné plyny	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Iná forma energie(napr. teplo z priemyselných procesov)	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Obnoviteľné zdroje v členení na solárne, veterné, geotermálne a iné	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Energetické vstupy celkom				3 813,53	488 324,17
Zmena stavu zásob				0,00	0,00
Celková spotreba energie				3 813,53	488 324,17
*) bez DPH					

Rok: 2020					
Palivo/forma energie/energetické médium	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť	Obsah energie	Ročné náklady*)
			GJ/jednotka	MWh	€
Elektrina	MWh	3 800,45	3,60	3 800,45	474 189,81
Teplo	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Zemný plyn	tis.m ³	0,00	34,50	0,00	0,00
Hnedé uhlie	t	0,00	17,60	0,00	0,00
Čierne uhlie	t	0,00	24,00	0,00	0,00
Koks	t	0,00	26,50	0,00	0,00
Iné tuhé fosílné palivá	t	0,00		0,00	0,00
Ťažký vykurovací olej	t	0,00	39,70	0,00	0,00
Biomasa	t	0,00	14,50	0,00	0,00
Ľahký vykurovací olej	t	0,00	42,30	0,00	0,00
Nafta	t	0,00	42,60	0,00	0,00
Iné energeticky využiteľné plyny	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Iná forma energie(napr. teplo z priemyselných procesov)	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Obnoviteľné zdroje v členení na solárne, veterné, geotermálne a iné	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Energetické vstupy celkom				3 800,45	474 189,81
Zmena stavu zásob				0,00	0,00
Celková spotreba energie				3 800,45	474 189,81
*) bez DPH					

Rok: 2021					
Palivo/forma energie/energetické médium	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť	Obsah energie	Ročné náklady*)
			GJ/jednotka	MWh	€
Elektrina	MWh	3 787,10	3,60	3 787,10	454 639,00
Teplo	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Zemný plyn	tis.m ³	0,00	34,50	0,00	0,00
Hnedé uhlie	t	0,00	17,60	0,00	0,00
Čierne uhlie	t	0,00	24,00	0,00	0,00
Koks	t	0,00	26,50	0,00	0,00
Iné tuhé fosílné palivá	t	0,00		0,00	0,00
Ťažký vykurovací olej	t	0,00	39,70	0,00	0,00
Biomasa	t	0,00	14,50	0,00	0,00
Ľahký vykurovací olej	t	0,00	42,30	0,00	0,00
Nafta	t	0,00	42,60	0,00	0,00
Iné energeticky využiteľné plyny	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Iná forma energie(napr. teplo z priemyselných procesov)	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Obnoviteľné zdroje v členení na solárne, veterné, geotermálne a iné	GJ	0,00	1,00	0,00	0,00
Energetické vstupy celkom				3 787,10	454 639,00
Zmena stavu zásob					
Celková spotreba energie				3 787,10	454 639,00
*) bez DPH					

4.6 Údaje o významných spotrebičoch a rozvodoch energie

4.6.1 Charakteristika a parametre osvetľovacej sústavy

Z predložených podkladov a fyzickej prehliadky sústavy verejného osvetlenia v meste Nitra vyplýva, že existujúce VO je založené najmä na výbojkových svetelných zdrojoch, v menšom zastúpení potom LED svetelnými zdrojmi. Svetelno-technické výpočty existujúceho výbojkového osvetlenia neboli k dispozícii, iba boli predložené tieto výpočty pre rekonštruované VO na báze LED svietidiel. Napriek tomu je možné konštatovať, že súčasná sústava verejného osvetlenia je z veľkej časti zastaraná a energeticky náročná vo vzťahu k súčasným energeticky efektívnym svietidlám založených na LED svetelných zdrojoch.

Výkony výbojkových svietidiel boli navrhnuté podľa platných noriem v čase inštalácie verejného osvetlenia. Existujúce normy podrobne špecifikujú svetelno-technické požiadavky na osvetľovanie pozemných komunikácií v detailnejšom rozdelení ako pôvodné normy. Z tohto možno usudzovať, že v súčasnosti dôsledkom podstatného zvýšenia intenzity dopravy, ktorá má podstatný vplyv na stanovenie úrovne osvetlenia/jasov pozemnej komunikácie naďalej morálne a fyzicky zastaraných svietidiel, je kvalita osvetlenia pozemných komunikácií pod úrovňou dnešných požiadaviek.

Výbojkové svietidlá sú osadené svetelnými zdrojmi s príkonom od 36 do 150 W bez možnosti regulácie svitu. Optická časť existujúcich svietidiel je už silne zastaraná s neprimerane nízkou svetelnou účinnosťou optickej časti. Tieto svietidlá v kombinácii s vysokotlakovou výbojkou je možné hodnotiť ako nehospodárne.

Svetelný zdroj	Inštalovaný výkon svetelných zdrojov	Celkový príkon svietidiel	Počet svietidiel	Podiel
	W	W	ks	%
Celkom výbojky	579 468	685 063	7 358	85,1%
Celkom LED	110 590	119 675	1 547	14,9%
Svetelné zdroje celkom	690 058	804 738	8 905	100,0%

4.6.2 Spotreba energie na prevádzku

Spotreba elektrickej energie VO mesta je meraná na 139 odberných miestach pomocou obchodného merania. Meracie elektromery sú prevažne umiestnené v rozvádzačoch verejného osvetlenia.

Dodávateľom elektrickej energie je spoločnosť MAGNA ENERGIA a.s. so sídlom Nitrianska 7555/18, 92101 Piešťany.

Časť odberov je realizovaná v dvojtarifnej (110 OM) a časť v jednotarifnej (29 OM).

Pre odber elektrickej energie v dvojtarifnej bola dojednaná tarifa E C10 Profil - 2T a pre odber elektriny v jednotarifnej ide o tarifu E C10 Profil - 1T.

V nasledujúcich tabuľkách sú prezentované údaje pre implementované tarify za odber elektrickej energie pre prevádzku verejného osvetlenia mesta dohodnuté s dodávateľom elektriny, spoločnosťou MAGNA ENERGIA a.s. Ide jednak o sadzobník za rok 2021, ako aj pre rok 2021.

V roku 2021 došlo 3x k zmene ceny za silovú elektrinu, a to z pôvodných 0,042 €/kWh na 0,0471 €/kWh v apríli 2021 až na 0,5441 €/kWh od mája 2021. V roku 2022 potom došlo k zmene ceny za silovú elektrinu na hodnotu 0,05648 €/kWh.

Produkt E C-10 profil 2T - meranie typ A	2021	
Za dodávku silovej elektriny		
Dodávka elektriny VT -C10	€/kWh	0,05441
Dodávka elektriny NT -C10	€/kWh	0,05441
Spotrebná daň	€/kWh	0,00132
Za poskytovanie distribučných služieb		
Distribúcia elektriny, tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny NT	€/kWh	0,024486
Distribúcia elektriny, tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny VT	€/kWh	0,024486
Zložka tarify za výkon (cena za istič)	€/kW	1,00526
Distribúcia elektriny , tarify za straty v NN	€/kWh	0,007238
Systémové služby	€/kWh	0,006308
Prevádzka systému	€/kWh	0,023741
Odvod do Národného jadrového fondu	€/kWh	0,00327
Za nedodržanie technických podmienok distribúcie		
Dodávka jalovej energie do distribúcie	€/kVAr	0,0166

Produkt E C-10 profil 1T - meranie typ A	2021	
Za dodávku silovej elektriny		
Dodávka elektriny VT -C10	€/kWh	0,05441
Spotrebná daň	€/kWh	0,00132
Za poskytovanie distribučných služieb		
Distribúcia elektriny , tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny VT	€/kWh	0,024486
Zložka tarify za výkon (cena za istič)	€/kW	1,00526
Distribúcia elektriny , tarify za straty v NN	€/kWh	0,007238
Systémové služby	€/kWh	0,006308
Prevádzka systému	€/kWh	0,023741
Odvod do Národného jadrového fondu	€/kWh	0,00327
Za nedodržanie technických podmienok distribúcie		
Dodávka jalovej energie do distribúcie	€/kVAr	0,0166

Produkt E C-10 profil 2T - meranie typ C	2021	
Za dodávku silovej elektriny		
Dodávka elektriny VT -C10	€/kWh	0,05441
Dodávka elektriny NT -C10	€/kWh	0,05441
Spotrebná daň	€/kWh	0,00132
Za poskytovanie distribučných služieb		
Distribúcia elektriny , tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny NT	€/kWh	0,024486
Distribúcia elektriny , tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny VT	€/kWh	0,024486
Zložka tarify za výkon (cena za istič)	€/A	0,6606
Distribúcia elektriny , tarify za straty v NN	€/kWh	0,007238
Systémové služby	€/kWh	0,006308
Prevádzka systému	€/kWh	0,023741
Odvod do Národného jadrového fondu	€/kWh	0,00327

Produkt E C-10 profil 2T – meranie typ A	2022	
Za dodávku silovej elektriny		
Dodávka elektriny VT -C10	€/kWh	0,05648
Dodávka elektriny NT -C10	€/kWh	0,05648
Spotrebná daň	€/kWh	0,00132
Za poskytovanie distribučných služieb		
Distribúcia elektriny , tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny NT	€/kWh	0,024731
Distribúcia elektriny , tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny VT	€/kWh	0,024731
Zložka tarify za výkon (cena za istič)	€/kW	1,00526
Distribúcia elektriny , tarify za straty v NN	€/kWh	0,011466
Systémové služby	€/kWh	0,006298
Prevádzka systému -Pásmo 1	€/kWh	0,0159
Odvod do Národného jadrového fondu	€/kWh	0,00327
Za nedodržanie technických podmienok distribúcie		
Dodávka jalovej energie do distribúcie	€/kVAr	0,0166

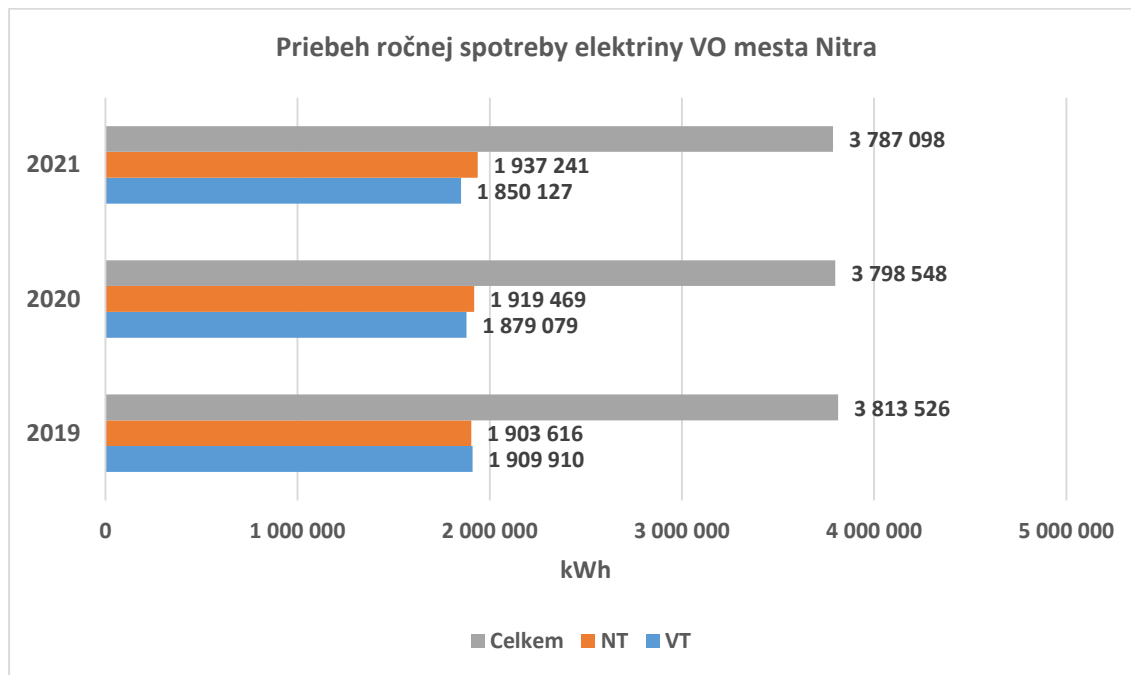
Produkt E C-10 profil 1T - meranie typ A	2022	
--	------	--

Za dodávku silovej elektriny		
Dodávka elektriny VT -C10	€/kWh	0,05648
Spotrebná daň	€/kWh	0,00132
Za poskytovanie distribučných služieb		
Distribúcia elektriny, tarify za distribúciu elektriny bez strát vrátane prenosu elektriny VT	€/kWh	0,024731
Zložka tarify za výkon (cena za istič)	€/kW	1,00526
Distribúcia elektriny, tarify za straty v NN	€/kWh	0,011466
Systémové služby	€/kWh	0,006298
Prevádzka systému -Pásmo 1	€/kWh	0,0159
Odvod do Národného jadrového fondu	€/kWh	0,00327
Za nedodržanie technických podmienok distribúcie		
Dodávka jalovej energie do distribúcie	€/kVAr	0,0166

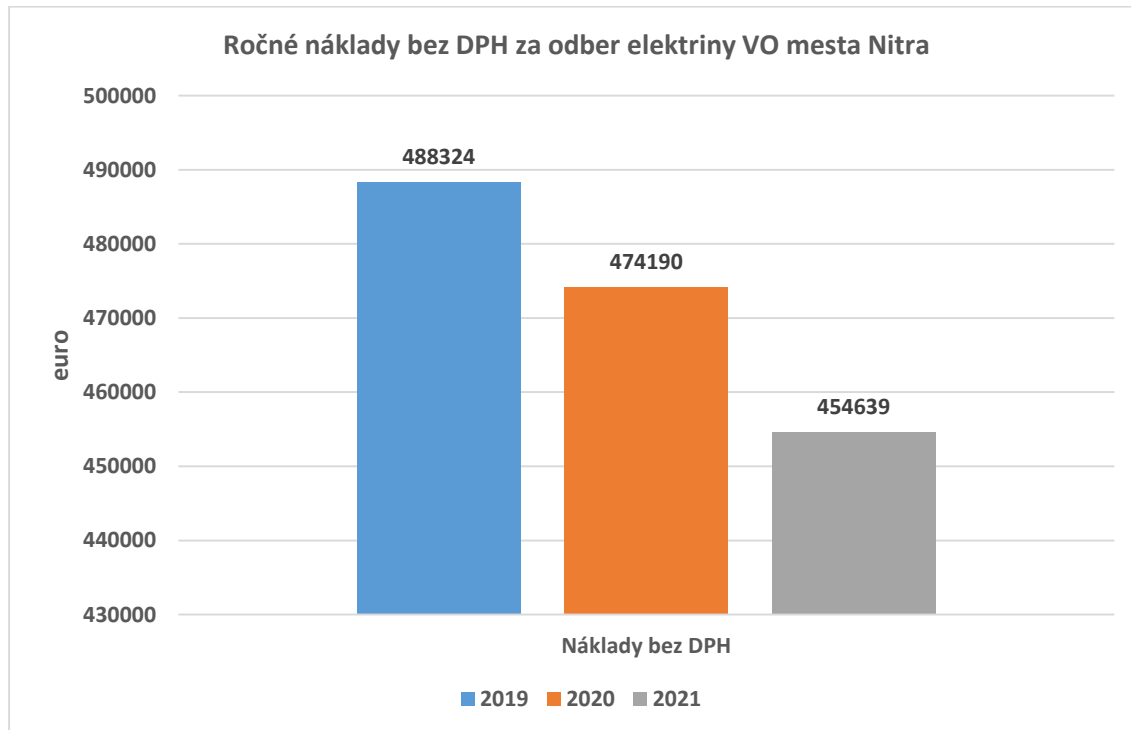
Objednávateľom boli poskytnuté iba čiastočné podklady o spotrebe elektrickej energie, a to za rok 2019 boli poskytnuté údaje o ročnej spotrebe jednotlivých odberných miest. Za rok 2020 boli poskytnuté iba čiastkové spotreby elektriny časti odberných miest, a to za obdobie 04/2020 až 12/2020. Zvyšná časť odberov nebola k dispozícii. Z týchto dôvodov bolo audítorom pristúpené k stanoveniu odborného odhadu ročnej spotreby za rok 2020.

Údaje o spotrebe VO za rok 2021 boli odovzdané čiastočne vo forme mesačných faktúr za elektrickú energiu vybraných odberných miest, čiastočne vo forme kumulatívnych faktúr za obdobie 01/2021 až 09/2021 a kumulatívnych faktúr za obdobie 01/2021 až 10/2021. Tento stav neumožňuje stanoviť objektívny priebeh mesačnej spotreby elektrickej energie VO. V nižšie uvedenom grafe je zobrazený reprezentatívny odberový diagram stanovený na báze mesačnej spotreby OM disponujúcich mesačnými faktúrami. Ide o 71 odberných miest verejného osvetlenia, z ktorých 21 odoberá elektrinu v tarife E C10 Profil - 1T a zvyšok následne v rámci tarify E C10 Profil - 2T. Pre aktívnu možnosť riadenia spotreby VO je potrebné zadovážiť mesačnú fakturáciu pre všetky odberné miesta.

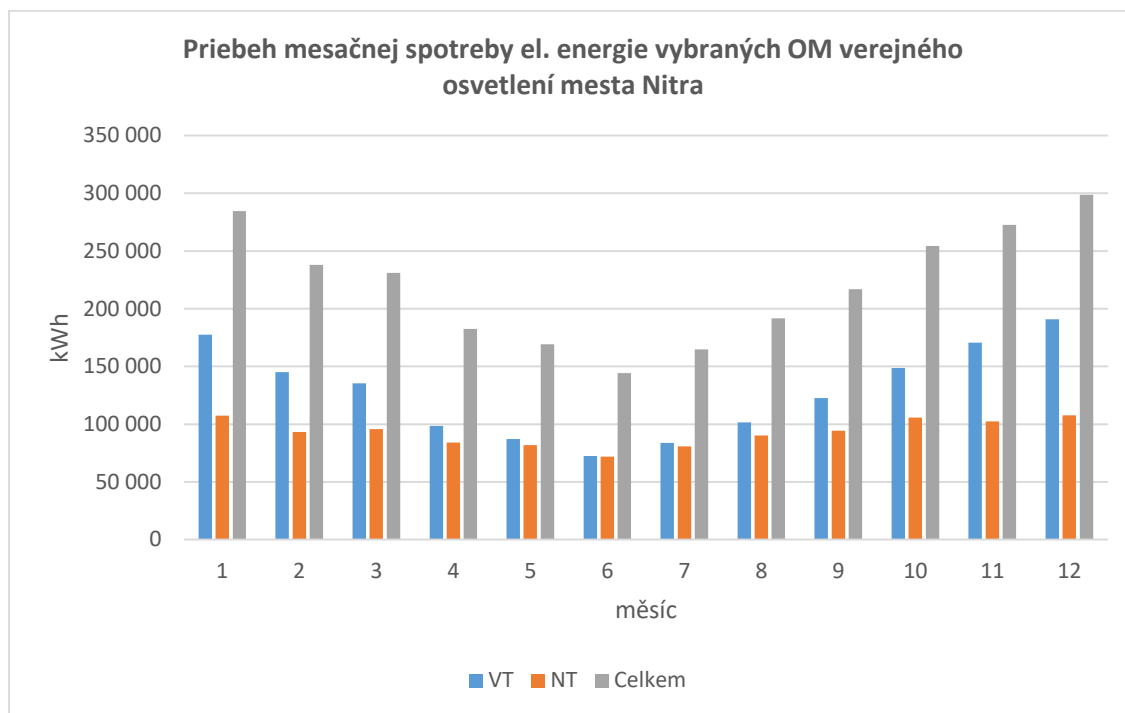
Graf 10 - Priebeh ročnej spotreby elektriny VO



Graf 11 - Ročné náklady bez DPH za odber elektriny VO



Graf 12 - Priebeh mesačnej spotreby el. energie vybraných OM verejného osvetlení



Z vyššie zobrazených údajov o vstupoch energie posudzovanej mestskej sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra vyplýva, že dochádza k miernemu poklesu celkovej spotreby elektrickej energie. Je však zrejmé, že energetická náročnosť osvetlenia je vysoká, pretože prevažná časť osvetľovacej sústavy je tvorená svietidlami so svetelnými zdrojmi na báze výbojok. Podiel LED svietidiel je minoritný a pokiaľ vedenie mesta bude chcieť znižovať energetickú náročnosť verejného osvetlenia, je nevyhnutné v čo najkratšom čase pristúpiť k rekonštrukcii osvetlenia s využitím vysoko efektívnych LED svietidiel a pokročilého riadiaceho systému. Možnosti riešenia projektu úspor budú uvedené v ďalšej časti energetického auditu.

4.6.3 Spôsob prevádzky a riadenia

Sústava verejného osvetlenia je v majetku mesta Nitra, ktoré uzatvorilo „Zmluvu o poskytnutí služby na zabezpečenie prevádzky, údržby a opráv verejného osvetlenia v meste Nitra“ so spoločnosťou Elcomp s.r.o. Na základe tejto zmluvy spoločnosť Elcomp s.r.o. zabezpečovala:

- a) Prevádzku, údržbu a opravy (riadne a mimoriadne) VO, ktoré sa skladajú predovšetkým z týchto činností:
 - a. Elektroinštalačné práce na VO a rozvádzačoch
 - b. Odstraňovanie porúch nefunkčného osvetlenia
 - c. Výmena svetelných zdrojov a ďalších prvkov VO
 - d. Opravy elektro výzbroje stožiarov a ich krytov
 - e. Opravy káblových rozvodov a el. rozvádzačov
 - f. Vykonávanie revízií a ďalších činností
- b) Menšie a neperiodické činnosti súvisiace s prevádzkou VO, ktoré zahŕňajú napr.:
 - a. Kontrolu a schválenie projektov dokumentácie VO
 - b. Riešenie poistných udalostí
 - c. Montáž vianočnej výzdoby, a pod.

Podľa vyjadrenia zástupcu mesta, prevádzkovateľ VO nedisponuje žiadnym plánom údržby, ktorým by svoju činnosť riadil. Jeho činnosť je zameraná na priebežnú údržbu a opravy VO ako nátery stožiarov, kontroly stožiarov, odstraňovanie porúch jednotlivých zariadení VO.

V období 2019 až 2021 mesto vynaložilo na zabezpečovanie činností spojených s údržbou, opravami a prevádzkou náklady v tejto výške:

2019	250 608 €
2020	260 070 €
2021	285 600 €

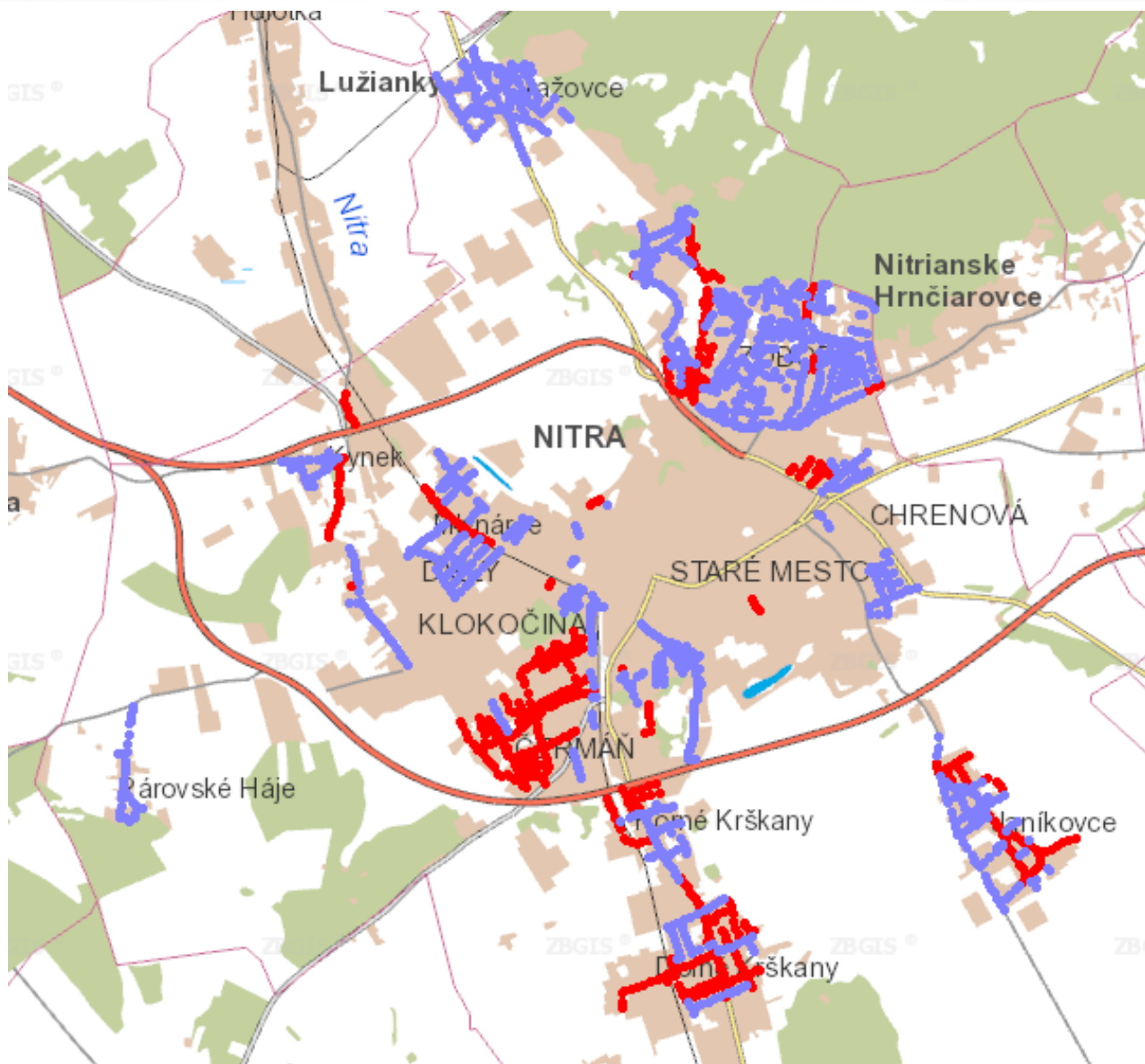
Z prehľadu je zrejmé, že mesto sa venuje zabezpečovaniu prevádzkyschopnosti sústavy verejného svetlenia mesta a vynakladá na jeho zaistovanie stále vyššie finančné zdroje

4.6.4 Dodržiavanie svetelno-technických podmienok

Existujúca sústava verejného osvetlenia je už zastaraná a energeticky náročná, svietidlá sú osadené prevažne výbojkovými svetelnými zdrojmi s príkonmi od 36 do 150 W bez možnosti regulácie svitu. Optická časť existujúcich svietidiel je už silne zastaraná s neprimerane nízkou svetelnou účinnosťou optickej časti. Tieto svietidlá v kombinácii s vysokotlakovou výbojkou je možné hodnotiť ako nehospodárne.

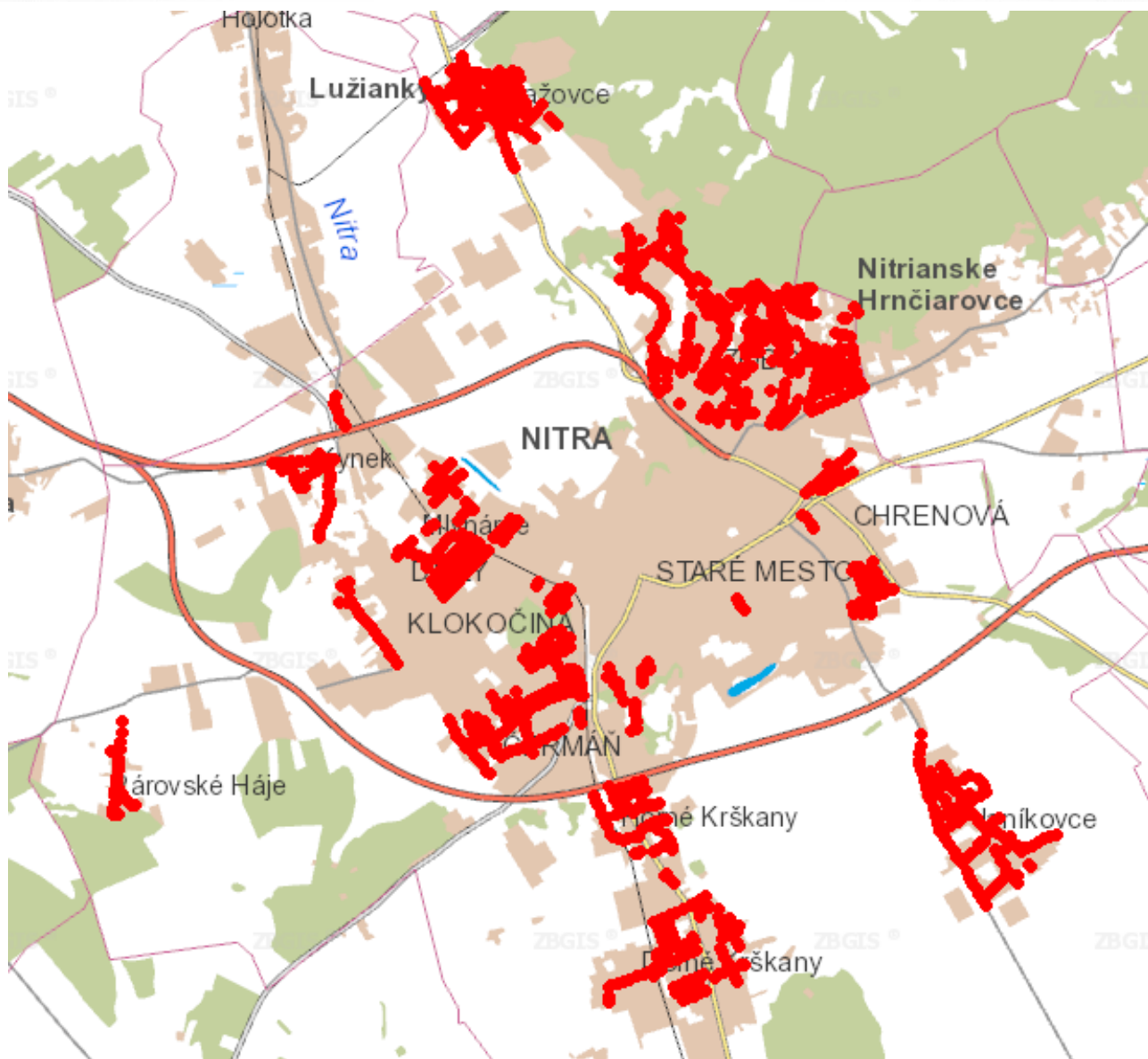
Výkony výbojkových svietidiel boli navrhnuté podľa platných noriem v čase inštalácie verejného osvetlenia. Existujúce normy podrobne špecifikujú svetelno-technické požiadavky na osvetľovanie pozemných komunikácií v detailnejšom rozdelení ako pôvodné normy. Z tohto možno usudzovať, že v súčasnosti v dôsledku podstatného zvýšenia intenzity dopravy, ktorá má podstatný vplyv na stanovenie úrovne osvetlenia/jasov pozemnej komunikácie naďalej morálne a fyzicky zastaraných svietidiel, je kvalita osvetlenia pozemných komunikácií pod úrovňou dnešných požiadaviek.

V rámci mesta Nitra je stále rozšírená sústava verejného osvetlenia s vrchným vedením, a to ako neizolovaným (vedenie AIFe), tak aj izolovaným (káble AYKYZ, AES). Rozsah vrchného vedenia VO je zobrazený na nasledujúcom obrázku (viď **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**).



Obrázok 4 – Rozsah vrchného vedenia VO na území mesta Nitra (izolované vedenie – červená, neizolované – fialová)

Inštalácie svietidiel na vrchnom vedení sa v minulosti vykonávali metódou „ob stožiar“ bez dodržiavania noriem pre verejné osvetlenie. Dôvodom bola rýchla požiadavka na osvetlenie lokalít mesta, kde bolo vrchné vedenie energetických spoločností a v dôsledku energetickej náročnosti sústavy verejného osvetlenia bolo použitie tejto metódy určitým kompromisom. Rozstupy medzi existujúcimi svietidlami verejného osvetlenia tak dosahujú vzdialenosti, ktoré nezodpovedajú existujúcim požiadavkám na kvalitné osvetlenie pozemných komunikácií. Rozsah svietidiel VO inštalovaných na vrchnom vedení s veľkými rozstupmi medzi svietidlami zobrazuje nasledujúci obrázok (viď Obrázok 5).



Obrázok 5 – Svetidlá inštalované na vrchnom vedení s veľkými vzdialenosťami medzi svetidlami (potrebné doplnenie svietidiel)

4.6.5 Posúdenie energetickej hospodárnosti prevádzky a určenie potenciálu dosiahnuteľných úspor energie a nákladov

Súčasná prevádzkovaná sústava verejného osvetlenia mesta Nitra disponuje prevažne svetidlami využívajúcimi výbojkové svetelné zdroje, a teda je z hľadiska energetickej účinnosti už zastaraná. Rovnako z hľadiska riadiaceho systému je pri súčasných možnostiach využitia moderných riadiacich systémov zastaraná, najmä vo vzťahu k softvérovej platforme Smart City.

Nižšie uvedená tabuľka dokumentuje súčasnú náročnosť verejného osvetlenia.

Tabuľka 7 Energetická náročnosť VO mesta Nitra

zdroj	výkon	el. príkon	počet zdrojov	celkový príkon (W)	počet svietidiel	doba prevádzky (hod)	spotreba el. energie (kWh)
LED	30	35	12	420	10	4092	1 719
LED	40	45	47	2 115	44	4092	8 655
LED	60	65	132	8 580	129	4092	35 109
LED	62	67	365	24 455	353	4092	100 070
LED	70	75	8	600	8	4092	2 455
LED	80	85	983	83 555	896	4092	341 907
			1 535	119 305	1 430		488 196
výbojka	36	42	498	20 916	491	4092	85 588
výbojka	50	64	293	18 752	293	4092	76 733
výbojka	70	85	4 307	366 095	4 227	4092	1 498 061
výbojka	100	115	1 872	215 280	1 806	4092	880 926
výbojka	150	165	388	64 020	321	4092	261 970
			7 358	685 063	7 138		2 803 278
celkom LED+výbojky			8 893	804 368	8 568		3 291 474

Z tabuľky je zrejmé, že z celkovej spotreby elektrickej energie VO vo výške 3291,5 MWh za rok pripadá na spotrebu elektriny výbojkových svietidiel 2803,3 MWh t.j. 85,17% z ročnej spotreby. Priemerná energetická náročnosť výbojkového osvetlenia je 392,73 kWh/svietidlo.

Vzhľadom na vysoký podiel málo energeticky efektívneho výbojkového osvetlenia a absencia aktívneho riadiaceho systému VO mesta Nitra je potenciál dosiahnuteľných úspor elektrickej energie odhadovaný vo výške 75% súčasnej spotreby elektrickej energie výbojkového osvetlenia. Táto úspora je vyvolaná jednak možnosťou využitia vysoko energeticky úsporných svietidiel na báze LED zdrojov, a taktiež využitím vlastnej autoregulácie navrhovaných svietidiel VO, ktoré bude parciálnou súčasťou integrálného smart systému mestskej infraštruktúry.

Verejné osvetlenie z pohľadu parametrov osvetľovacej sústavy môže byť teoreticky riadené podľa týchto dvoch základných parametrov:

- svetelného toku,
- spektrálnych vlastností (spektrálneho zloženia).

Riadenie svetelného toku súvisí s nastavením požadovanej hladiny osvetlenia (intenzita osvetlenia, jas). Jej úroveň súvisí s účelom osvetľovanej komunikácie (napr. zberná, obslužná) a ďalej s parametrami dopravy (rýchlosť, intenzita dopravy a pod.), s usporiadaním dopravného priestoru (hustota križovatiek, smerové rozdelenie komunikácie a pod.) a s parametrami okolitého prostredia (jasnosť okolia a pod.).

Moderné LED svietidlá umožňujú jednoduchú reguláciu svetelného toku a pri známom priebehu jeho poklesu je možné udržiavať úroveň osvetlenia na požadovanej úrovni bez zbytočného predimenzovania. Pokles svetelného toku sa kompenzuje postupným zväčšovaním prevádzkového prúdu, a tým aj príkonu svietidla. Táto funkcia sa označuje iniciálovou skratkou CLO (constant light output), teda ako funkcia konštantného výstupného svetelného toku.

Riadenie spektrálnych vlastností

Spektrálne vlastnosti osvetlenia sa vo VO premietajú do dvoch oblastí. Prvá oblasť súvisí s fyziologickými účinkami svetla, teda s vlastným videním (tzv. mezopické videnie). Pri nízkych úrovniach osvetlenia, typických pre verejné osvetlenie, sa mení spektrálna citlivosť ľudského zraku. Ľudské oko je pri týchto podmienkach citlivejšie na chladnejšie farebné tóny. Využitie svetla s vyššou teplotou chromatickosti je teda z fyziologického pohľadu účinnejšie. Druhá oblasť súvisí s biologickými účinkami svetla. Svetelné podmienky nastavujú biologický systém človeka do stavu aktivity alebo relaxácie. Chladné biele svetlo je v porovnaní s bielym teplom účinnejšie pri aktivácii ľudského organizmu.

Adaptívne osvetlenie

Pri riadení verejného osvetlenia sa používa termín adaptívne osvetlenie, kedy osvetlenie nie je v priebehu celej doby prevádzky konštantné, ale prispôsobuje sa aktuálnym požiadavkám. Podľa spôsobu určenia požiadaviek osvetlenia je možné riadenie adaptívneho osvetlenia rozdeliť na režimové, dynamické a kombinované.

4.6.6 Základná ročná energetická bilancia

V nasledujúcich tabuľkách je zobrazená základná ročná energetická bilancia sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra, ktorá bude východisková pre kvantifikáciu úspor elektrickej energie navrhovaných úsporných opatrení v sústave verejného osvetlenia.

Tabuľka 8 - Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť				
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok
1	Energetické vstupy		3787,1	454639,00
2	Zmena stavu zásob		0	0
3	Spotreba energie		3787,1	454639,00
4	Predaj energie iným subjektom		0	0
5	Konečná spotreba energie(r.3 - r-4)	elektrina	3787,1	454639,00
		teplo	0	0
		iné	0	0
6	Straty v zdroji a rozvodoch(z hodnoty r.5)	elektrina	57	6842,81
		teplo	0	0
		iné	0	0
7	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV	elektrina	0	0
		teplo	0	0
		iné	0	0
8	Spotreba energie na technologické a výrobné procesy	elektrina	3730,1	447796,19
		teplo	0	0
		iné	0	0
Tabuľka 9: Základná ročná bilancia spotreby energie - 2.časť				
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok
1	Nákup paliva/energie/energetického média	elektrina	3787,1	454639,00
2	Zmena stavu zásob	elektrina	0	0

3	Predaj energie bez premeny na inú formu energie	elektrina	0	0
4	Energie na vstupe do procesu premeny	elektrina	3787,1	454639,00
5	Energie na výstupe z procesu premeny	elektrina	0	0
6	Straty energie pri premene	elektrina	0	0
7	Vlastná spotreba energie pri premene	elektrina	0	0
8	Energie na vstupe do distribúcie	elektrina	3787,1	454639,00
9	Energie na výstupe z distribúcie	elektrina	3730,1	447796,19
10	Straty energie pri distribúcii	elektrina	57	6842,81
11	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV	elektrina	0	0
12	Vlastná spotreba energie po premene a distribúcii	elektrina	0	0
13	Vlastná prevádzková spotreba mimo procesu premeny a distribúcie	elektrina	3730,1	447796,19

5 NÁVRH OPATRENIA

5.1 Charakteristika opatrenia

Navrhované opatrenia na zníženie energetickej náročnosti sústavy verejného osvetlenia sú zamerané primárne na výmenu existujúcich, energeticky náročných výbojkových svietidiel verejného osvetlenia, ktoré sú primárnym zdrojom spotreby el. energie. V rámci energetického auditu sú navrhnuté tri varianty opatrení.

Prvý variant sa zameriava na výmenu sodíkových svietidiel iba s výbojkami 100W a 150W v celkovom počte 2260 ks svietidiel ako najväčšieho zdroja spotreby el. energie v rámci sústavy verejného osvetlenia. Druhý variant je rozšírený o výmenu sodíkových svietidiel s výbojkami 70W a 50W a celkový počet svietidiel na výmenu tak činí 6860 ks svietidiel. Tretí variant je potom doplnený o ostatné výbojové zdroje s príkonom 36W v celkovom počte 7358 ks svietidiel.

V rámci mesta Nitra sú rozsiahle lokality s vrchným vedením s celkovým počtom 2235 ks svietidiel. Tieto lokality boli preverené v rámci miestneho prieskumu a pre pozemné komunikácie, ktoré sú nedostatočne osvetlené (svietidlá sú umiestnené vo veľkých vzdialenostiach ob stožiar), je navrhnuté doplnenie svietidiel verejného osvetlenia na zabezpečenie kvality osvetlenia pozemnej komunikácie. Tieto svietidlá sa nainštalujú na už existujúci stožiar s vrchným vedením.

Výkon svietidla VO	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
36			498
50		293	293
70		4 307	4 307
100	1 872	1 872	1 872
150	388	388	388
Počet svietidel VO	2 260	6 860	7 358

Poznámka: grafické znázornenie všetkých variantov je zobrazené v mapových podkladoch pasportu VO, ktoré poskytlo mesto Nitra. V dôsledku nekonzistentných dát (neaktualizované a neúplné podklady, nezabezpečená jedinečnosť čísel stožiarov VO a nepridelení čísla VO) je zobrazenie jednotlivých variantov v mapových podkladoch neúplné, ale pre názornosť rozsahu jednotlivých variantov je úplne postačujúce.

5.1.1 Spracovanie návrhu opatrenia

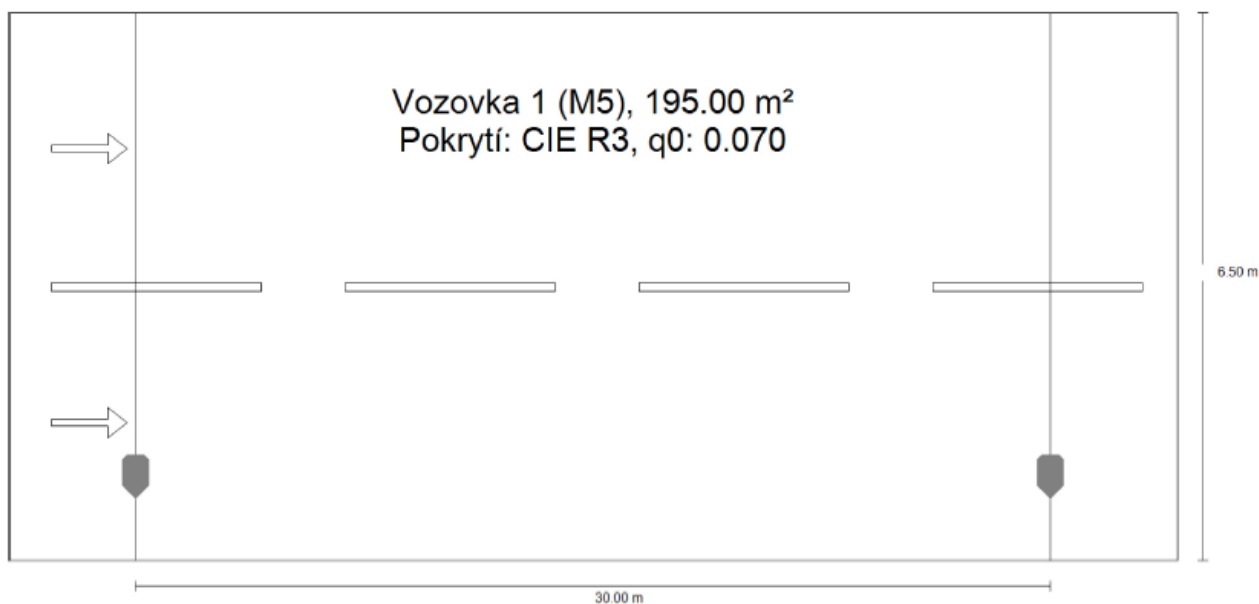
Spracovanie návrhu opatrení sa týka, ako už bolo uvedené vyššie, iba oblastí s výbojkovými svietidlami VO. Pri návrhu bolo ako prvé spracované zatriedenie pozemných komunikácií do tried osvetlenia v súlade so súborom noriem STN EN 13 201 a následne boli spracované svetelno-technické výpočty.

Zatriedenie pozemných komunikácií do tried osvetlenia

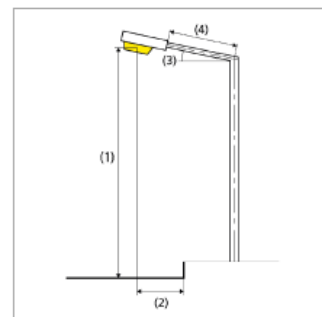
Na zatriedenie pozemných komunikácií bol použitý pasport pozemných komunikácií – resp. líniová sieť (vrstva cs), ktorý na spracovanie energetického auditu poskytlo mesto Nitra. Východiskovým bodom bolo zatriedenie pozemných komunikácií do tried osvetlenia, a to v súlade s odovzdanou technickou dokumentáciou výmeny LED svietidiel a následne vykonaného merania kvality osvetlenia novo osvetlených úsekov. Následne bolo vykonané zatriedenie ostatných úsekov základnej siete pozemných komunikácií (triedy M – viď Obrázok 7). Ostatné úseky pozemných komunikácií boli zatriedené do tried P (konkrétne P3 alebo P4).

Spracovanie typických modulov sústavy VO

Po zatriedení pozemných komunikácií do tried osvetlenia nasledovalo spracovanie základných modulov pozemných komunikácií. Každý modul je definovaný okrem triedy osvetlenia aj šírkou osvetľovaného priestoru, výškou stožiaru, rozstupom medzi stožiarmi a previsom svietidla nad vozovkou). Pre osvetlenie územia mesta, ktoré je vo všetkých troch variantoch dotknuté výmenou svietidla VO, bolo spracovaných celkom typických 57 modulov.



Vzdálenosť stĺpov	30.000 m
(1) Výška zavěšení osvětlovacího zdroje	10.000 m
(2) Převís osvětlovacího zdroje nad	1.000 m
(3) Sklon ramene	0.0°
(4) Délka ramene	0.000 m



Obrázok 6 – Grafické znázornenie modulu č.28

Spracovanie svetelno-technických výpočtov

Po spracovaní modulov boli spracované svetelno-technické výpočty, ktorých cieľom bolo nájsť energeticky najmenej náročného návrhu riešenia osvetlenia pozemných komunikácií, ktorý zároveň spĺňa normatívne požiadavky na kvalitné osvetlenie pozemných komunikácií v súlade s STV EN 130 201. Pre spracovanie návrhu optimálneho riešenia boli zvolené

moderné LED svietidlá, ktoré okrem zaistenia kvality osvetlenia pozemnej komunikácie, zároveň zaistia vďaka svetelno-technickým parametrom nízke prevádzkové náklady.

Základné technické parametre	Požadovaná hodnota
Teleso svietidla	Tlakovo liaty hliník
Kryt svietidla	Rovné tvrdené sklo
Povrchová úprava	odtieň v RAL
Vrchná časť svietidla	svietidlá so samočistiacim efektom
Polohovanie svietidla	(+/-15°C)
Krytie svietidla	IP66
Odolnosť proti mechanickému poškodeniu	IK09
Montáž svietidla	montáž na stĺp priemer 48-60mm, variantne 60-76mm
Smart prvky	ZHAGA konektor ako súčasť svietidla
Chladenie	Pasívne
Životnosť LED	100.000 hodín L90B10
Servisovateľnosť	Beznáradový prístup k predradnej časti svietidla. Možnosť výmeny LED zdrojov i predradníka
Dostupná teplota chromatickosti	PC Amber, 2200K, 2700K, 3000K, 4000K, 5000K
Merný svetelný výkon	min. 130lm/W (pri 3000K)
Predradník svietidla	Regulácia výkonu svietidla podľa vopred schváleného časového plánu
Pracovná teplota	teplota -35°C až + 55°C
Index podania farieb	RA>70
Optická časť	optiky PMMA, prevedenie na komunikáciu, chodníky, parkoviská, priechody pre chodcov
Riziko poškodenia modrým svetlom	Max. RG2
Trieda izolácie	I, II
Certifikácia	CE, ENEC, ENEC+, EMC
Odolnosť proti prepätiu	10kV 1,2/50 ms + možnosť použitia prídavného zariadenia proti prepätiu 10kV

Prevádzkový režim verejného osvetlenia

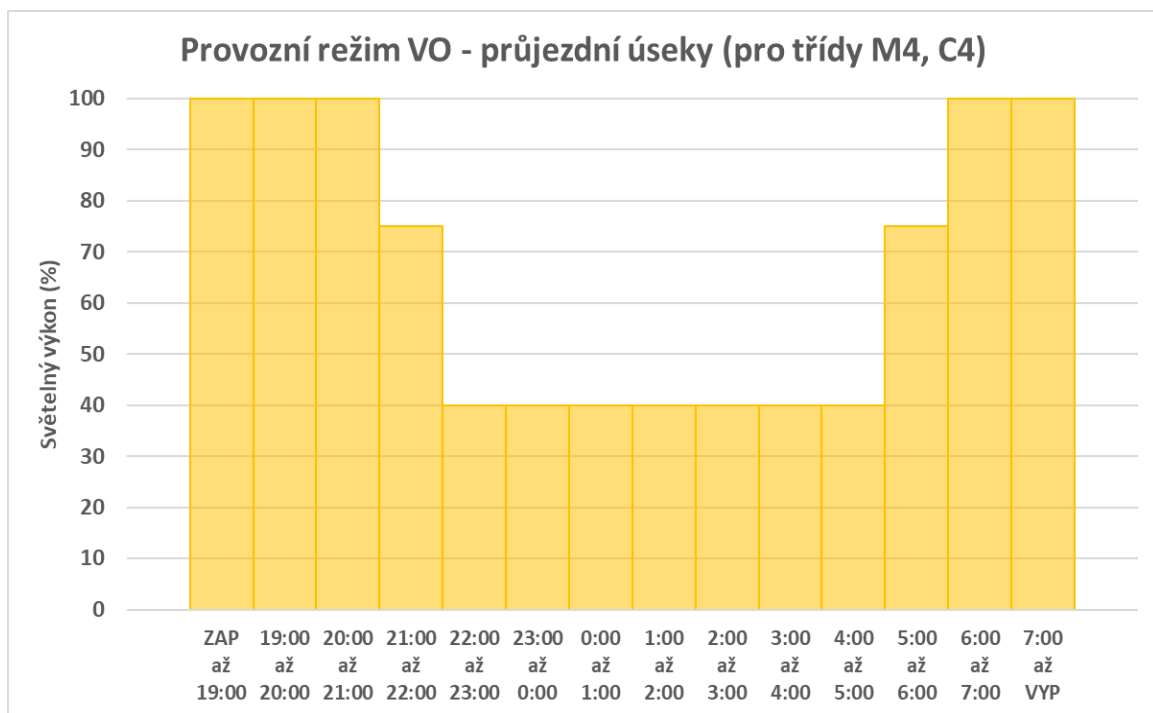
Vhodne navrhnutým prevádzkovým režimom verejného osvetlenia (regulácia príkonu verejného osvetlenia) je možné ušetriť významnú časť el. energie.

Hlavným premenným parametrom, podľa ktorého sa určuje zatriedenie komunikácií, je intenzita dopravy. V priebehu dňa sú najvyššie intenzity v rannej a popoludňajšej dopravnej špičke, teda v čase, keď väčšina obyvateľov cestuje do zamestnania alebo sa z neho vracia. V priebehu doby, kedy dochádza k významným zmenám intenzity dopravy, je možné pretriediť daný úsek pozemnej komunikácie na nižšiu triedu (max. o dve úrovne).

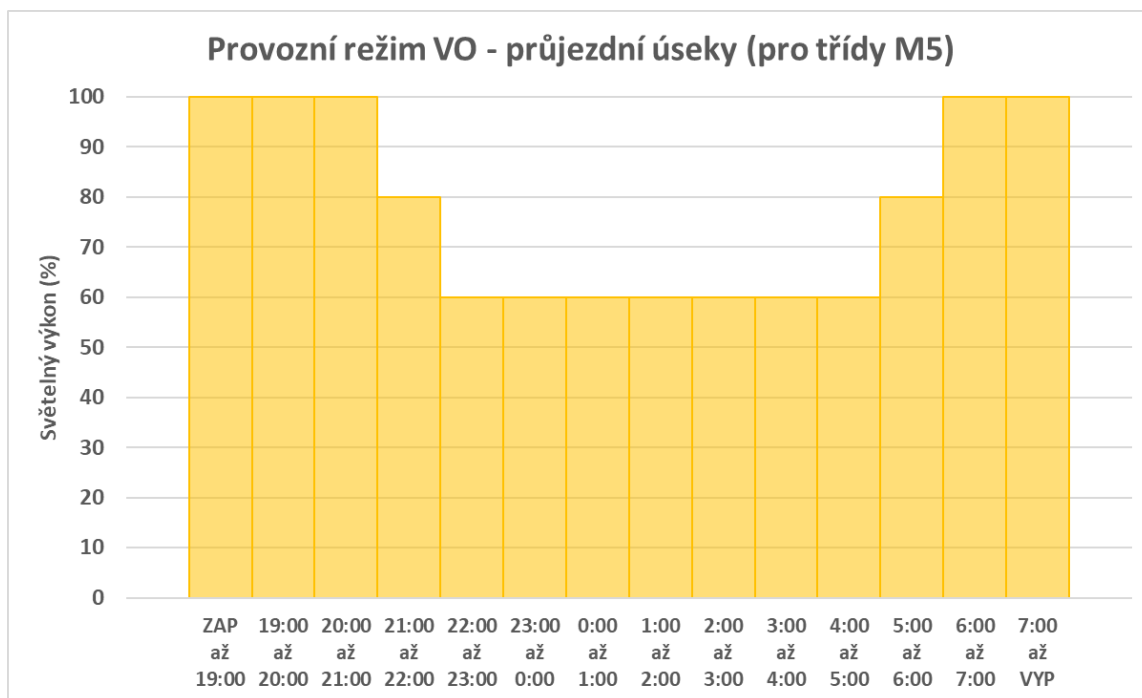
Pre mesto Nitra sú na základe denných variácií intenzít dopravy pre osobnú a nákladnú dopravu uvedených v TP 189 navrhnuté prevádzkové režimy verejného osvetlenia pre prejazdne úseky ciest, a taktiež pre miestne komunikácie. V nasledujúcich grafoch je podrobne uvedený priebeh regulácie verejného osvetlenia.

Na základe navrhnutého zatriedenia pozemných komunikácií do tried osvetlenia, konkrétnej geometrie sústavy verejného osvetlenia a rozsahu osvetľovaného verejného priestoru boli spracované svetelno-technické výpočty zaisťujúce súlad normových požiadaviek. Zmeny výkonov existujúcich svietidiel (prevažne sodíkových) sa po inštalácii LED svietidiel zmenia nasledovne:

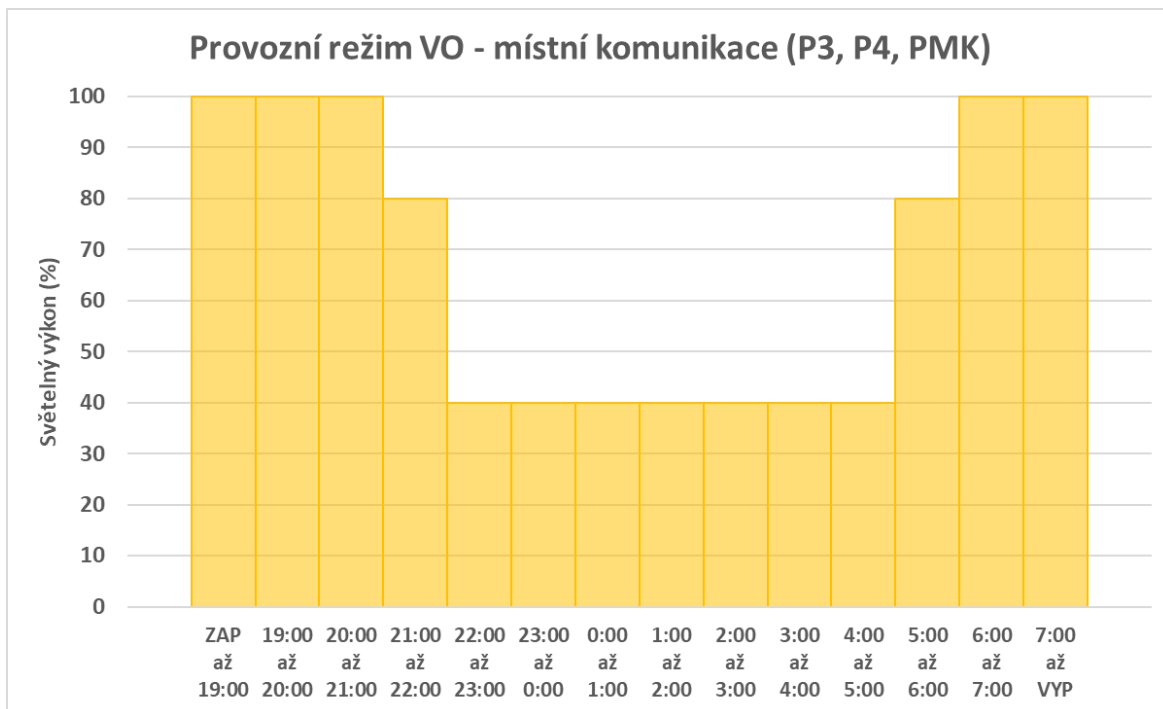
- Svietidlá s výbojkou 150 W budú nahradené LED svietidlami s priemerným príkonom 69,3 W (príkon LED svietidiel od 32 W do 143 W)
- Svietidlá s výbojkou 100 W budú nahradené LED svietidlami s priemerným príkonom 34,5 W (príkon LED svietidiel od 10 W do 143 W)
- Svietidlá s výbojkou 70 W budú nahradené LED svietidlami s priemerným príkonom 18,8 W (príkon LED svietidiel od 8 W do 59 W)
- Svietidlá s výbojkou 50 W budú nahradené LED svietidlami s priemerným príkonom 19,3 W (príkon LED svietidiel od 10 W do 40 W)
- Svietidlá so žiarovkou 36 W budú nahradené LED svietidlami s priemerným príkonom 14,8 W (príkon LED svietidiel od 10 W do 40 W)
- Celkový priemerný príkon novo inštalovaných LED svietidiel je 24,5 W.



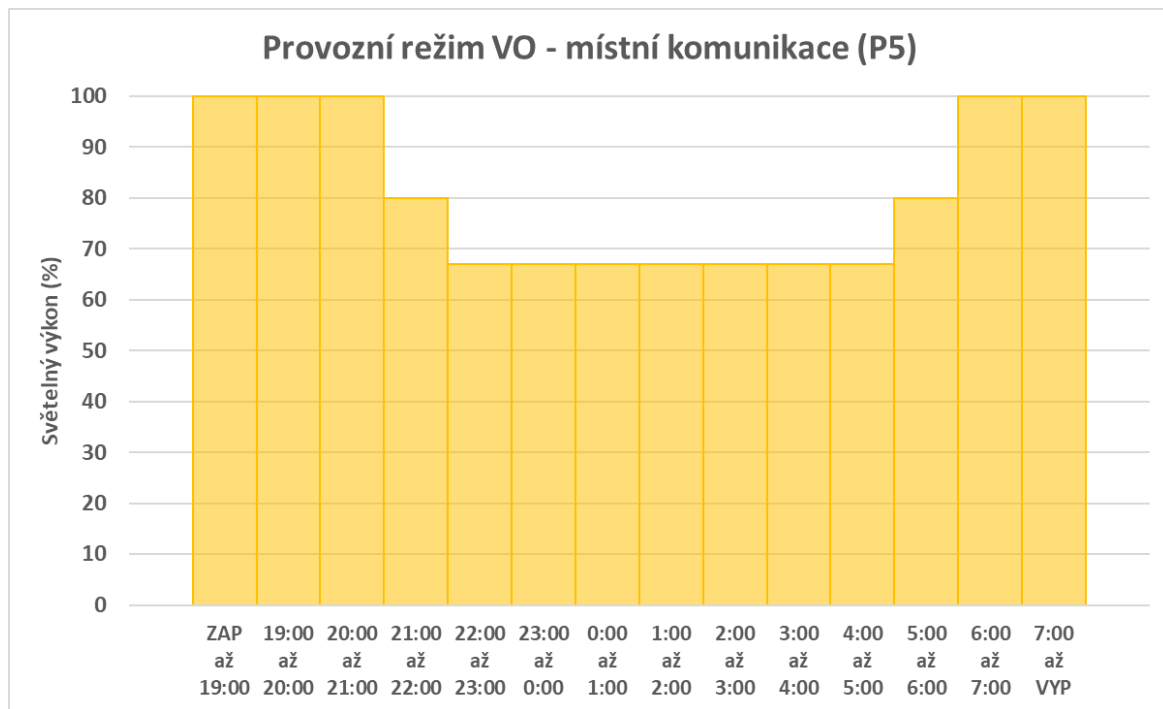
Graf 13 – Prevádzkový režim verejného osvetlenia – Prejazdne úseky ciest s triedou osvetlenia M4 a C4



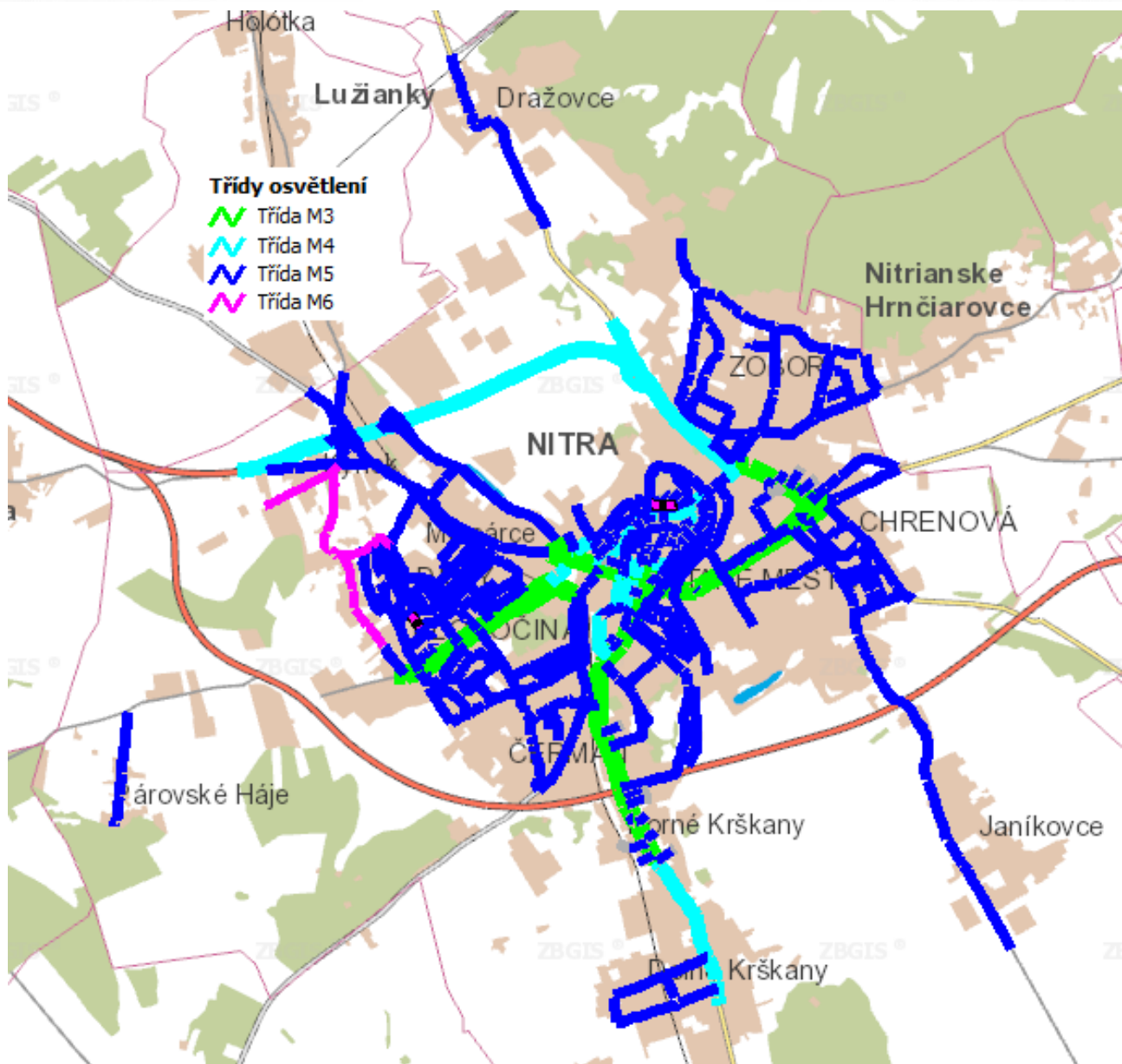
Graf 14 – Prevádzkový režim verejného osvetlenia – Prejazdne úseky ciest s triedou osvetlenia M5



Graf 15 - Prevádzkový režim VO – miestne komunikácie (P3, P4, PMK)



Graf 16 - Prevádzkový režim VO – miestne komunikácie (P5)



Obrázok 7 – Mesto Nitra – triedy osvetlenia pre základnú sieť pozemných komunikácií (triedy Mx)

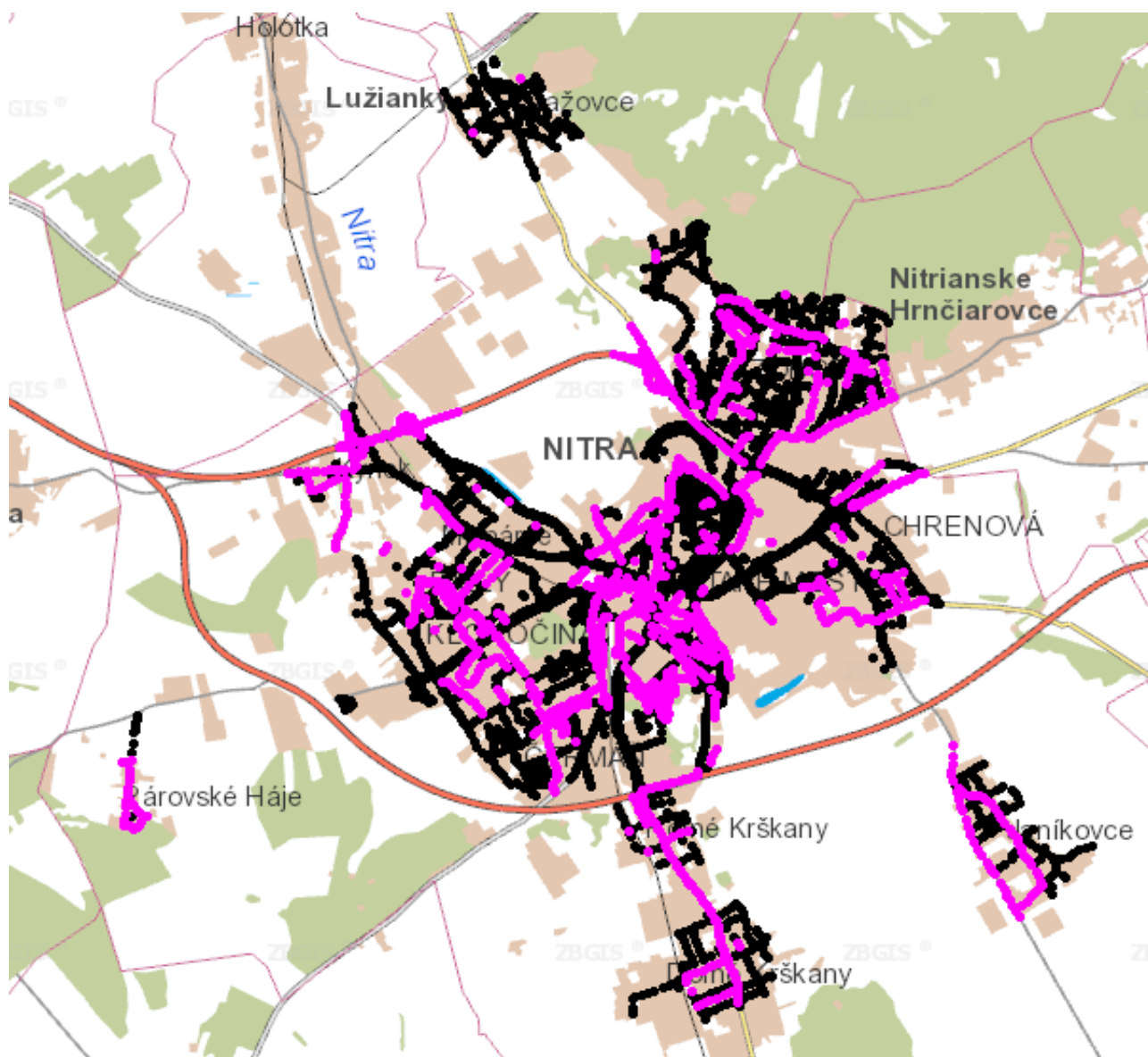
5.1.2 Variant 1

Návrh opatrenia vo Variante 1 sa zameriava na výmenu výbojkových svietidiel VO s najväčšími výkonmi – konkrétne s výkonmi 100 W (1 872 ks) a 150 W (388 ks). Z celkového počtu svietidiel VO ide o celkom 2 260 svietidiel VO, čo predstavuje 24,5 % všetkých svietidiel VO na území mesta a 34,7 % celkového inštalovaného príkonu sústavy verejného osvetlenia.

V rámci tohto variantu bude, pre zaistenie kvalitného osvetlenia pozemných komunikácií, nutné doplniť v lokalitách s vrchným vedením (oblasti s veľkými rozstupmi medzi existujúcimi svietidlami VO) celkom 353 ks nových LED svietidiel VO s výložníkmi o dĺžke 0,5m až 1,5m, ktoré sa nainštalujú na existujúce stožiare vrchného vedenia.

Súčasne s výmenou svietidla bude vykonaná výmena kábla svietidla za kábel CYKY 5Cx1,5 (2 vodiče sú určené pre prípadnú budúcu PLC komunikáciu). Z dôvodu optimálneho umiestnenia svietidla voči pozemnej komunikácii je do projektu zahrnutá aj čiastočná výmena výložníka na existujúcom stožiare verejného osvetlenia, a to v rozsahu cca 10% svetelných miest – t.j. v počte 230 ks výložníkov s dĺžkou vyloženia 1m alebo 2m.

Z vyššie uvedeného je zrejmé, že sa nebude jednáť o jednoduchú výmenu svietidla za svietidlo. Riešenie predpokladá rozšírenie počtu svietidiel za účelom naplnenia požiadaviek na kvalitu osvetlenia komunikácií. Ďalej je predpokladaná aj výmena kabeláže svietidla a v niektorých prípadoch aj výmena výložníkov.



Obrázok 8– Návrh opatrenia – rozsah výmeny svietidiel (Variant 1)

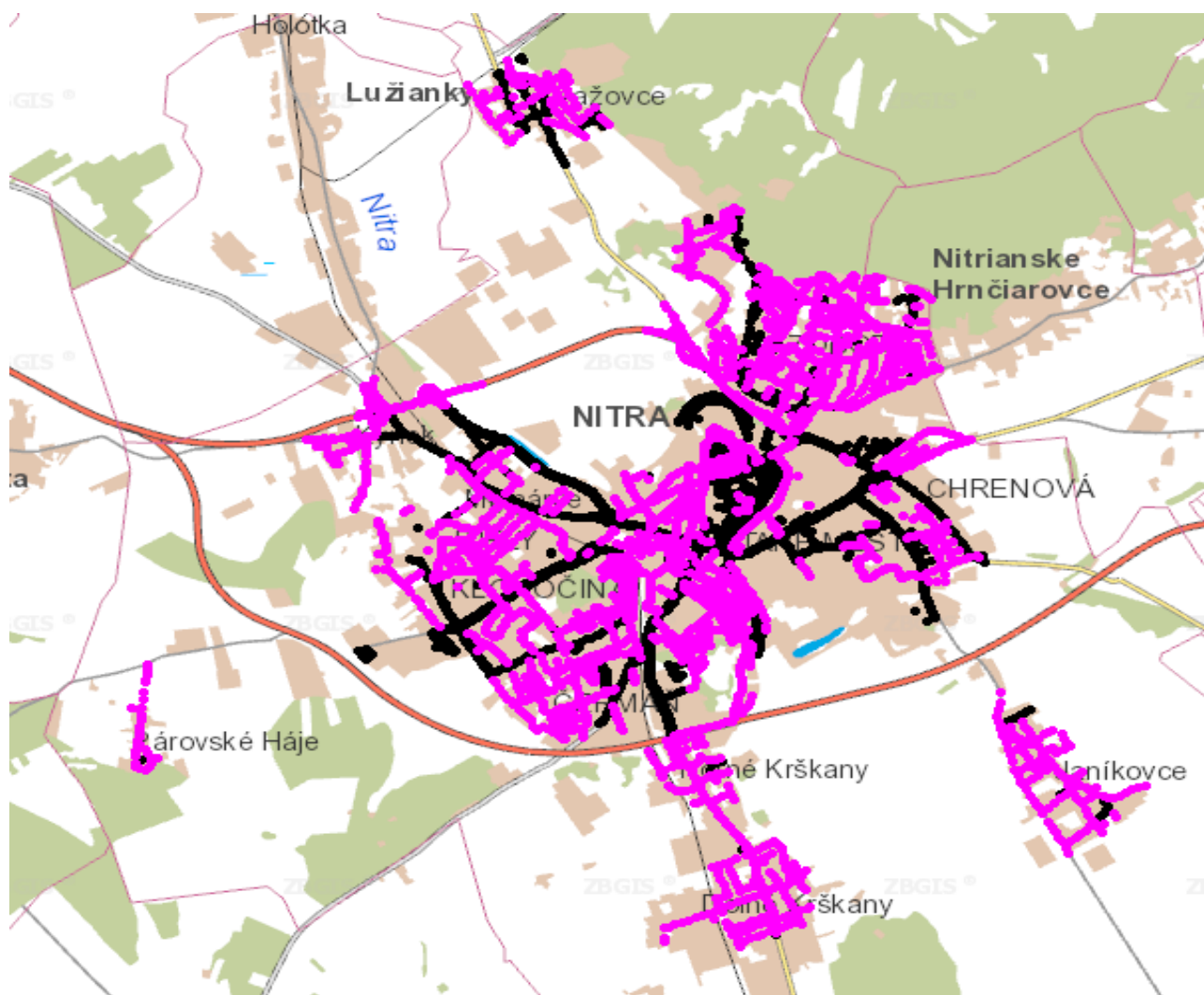
5.1.3 Variant 2

Návrh opatrenia vo Variante 2 sa zameriava na výmenu výbojkových svietidiel VO s výkonom svietidiel VO od 50 W do 150 W – konkrétne s výkonom 50 W (293 ks), 70 W (4 307 ks), 100 W (1 872 ks) a 150 W (388 ks). Z celkového počtu svietidiel VO ide o celkom 6 860 svietidiel VO, čo predstavuje 74,2 % všetkých svietidiel VO na území mesta a 82,5 % celkového inštalovaného príkonu sústavy verejného osvetlenia.

V rámci tohto variantu bude pre zaistenie kvalitného osvetlenia pozemných komunikácií nutné doplniť v lokalitách s vrchným vedením (oblasti s veľkými rozstupmi medzi existujúcimi svietidlami VO) celkom 1235 ks nových LED svietidiel VO vrátane výložníkov s dĺžkou 0,5m až 1,5m, ktoré sa nainštalujú na existujúce stožiare vrchného vedenia.

Súčasne s výmenou svietidla bude vykonaná výmena kábla svietidla za kábel CYKY 5Cx1,5 (2 vodiče sú určené pre prípadnú budúcu PLC komunikáciu). Z dôvodu optimálneho umiestnenia svietidla voči pozemnej komunikácii je do projektu zahrnutá aj čiastočná výmena výložníka na existujúcom stožiare verejného osvetlenia, a to v rozsahu cca 10% svetelných miest – t.j. v počte 690 ks výložníkov s dĺžkou vyloženia 1m alebo 2m.

Rovnako aj pri tomto opatrení je okrem výmeny existujúcich výbojkových svietidiel počítané aj s inštaláciou doplňujúcich svietidiel v lokalitách s vrchným vedením. Nasledovne, tak ako aj pri variante 1, je do opatrenia zahrnutá výmena kabeláže svietidiel a čiastočná výmena výložníkov.



Obrázok 9 – Návrh opatrenia – rozsah výmeny svietidiel (Variant 2)

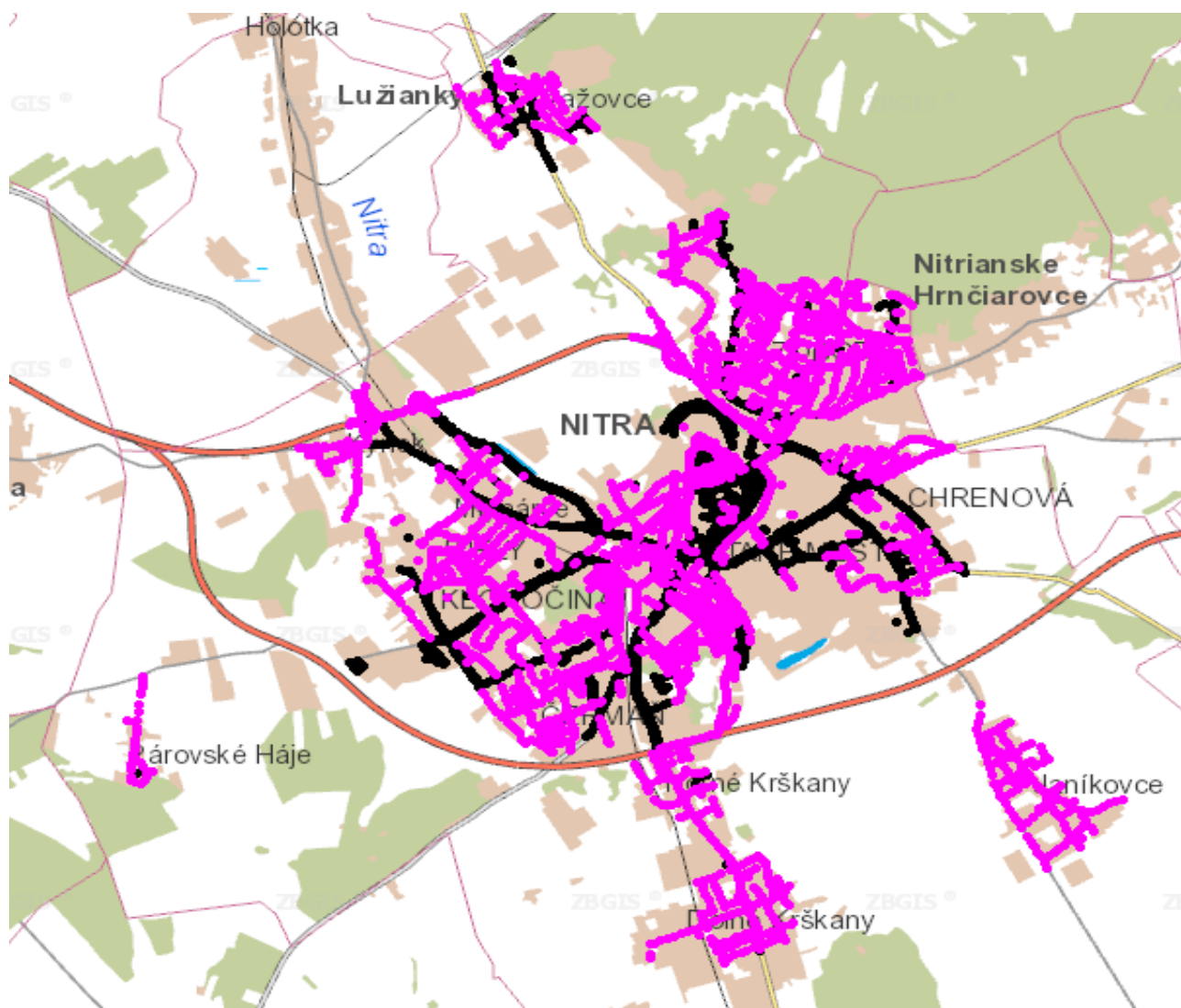
5.1.4 Variant 3

Návrh opatrenia vo Variant 3 sa zameriava na kompletnú výmenu všetkých energeticky náročných svietidiel VO (t.j. okrem nových LED svietidiel) s výkonmi svietidiel VO od 36 W do 150 W – konkrétne s výkonmi 36 W (498 ks) 50 W (293 ks), 70 W (4 307 ks), 100 W (1 872 ks) a 150 W (388 ks). Z celkového počtu svietidiel VO ide o celkom 6 860 svietidiel VO, čo predstavuje 79,6 % všetkých svietidiel VO na území mesta a 85,1 % celkového inštalovaného príkonu sústavy verejného osvetlenia.

V rámci tohto variantu bude pre zaistenie kvalitného osvetlenia pozemných komunikácií nutné doplniť v lokalitách s vrchným vedením (oblasti s veľkými rozstupmi medzi existujúcimi svietidlami VO) celkom 1277 ks nových LED svietidiel VO s výložníkmi o dĺžke 0,5m až 1,5m, ktoré sa nainštalujú na existujúce stožiare vrchného vedenia.

Súčasne s výmenou svietidla bude vykonaná výmena kábla svietidla za kábel CYKY 5Cx1,5 (2 vodiče sú určené pre prípadnú budúcu PLC komunikáciu). Z dôvodu optimálneho umiestnenia svietidla voči pozemnej komunikácii je do projektu zahrnutá aj čiastočná výmena výložníka na existujúcom stožiare verejného osvetlenia, a to v rozsahu cca 10% svetelných miest – t.j. v počte 740 ks výložníkov s dĺžkou vyloženia 1m alebo 2m.

V tomto variante sa predpokladá výmena všetkých výbojkových svietidiel za LED svietidlá a v nemalom počte aj s doplnením svietidiel v oblastiach, kde komunikácie sú osvetľované pomocou svietidiel napájaných vrchným vedením. Rovnako ako o predchádzajúcich variantoch sa predpokladá výmena kabeláže u všetkých nahradzovaných svietidiel a čiastočnej výmeny výložníkov.



Obrázok 10 – Návrh opatrenia – rozsah výmeny svietidiel (Variant 3)

5.1.5 Obnova sústavy verejného osvetlenia

Sústava verejného osvetlenia je nevyhnutnou infraštruktúrou každého mesta. Verejné osvetlenie je dôležitá nielen z pohľadu bezpečného pohybu osôb, vozidiel, sanitiek a ďalších účastníkov cestnej premávky, ale zároveň aj dotvára estetickú tvár mesta z hľadiska verejného priestranstva, predovšetkým v nočných hodinách, kedy má byť zaistená nielen bezpečnosť účastníkov komunikácie, ale aj bezpečnosť majetku obyvateľov.

Pre zaistenie bezpečnej a prevádzkyschopnej sústavy verejného osvetlenia musí byť zaistená predovšetkým dodávka elektrickej energie, ďalej správa, prevádzka, údržba a obnova osvetľovacej sústavy. Tieto úkony vyžadujú prostriedky, ktoré sú nákladnou položkou finančného rozpočtu. Tieto časti môžeme rozdeliť na tri oddiely: náklady na elektrickú energiu, náklady na správu, prevádzku a údržbu, náklady na obnovu verejného osvetlenia.

Výška investičných nákladov na obnovu jedného svetelného miesta vrátane prívodného kábla sa pohybuje podľa aktuálnych cien v priemere medzi 2 200 € až 4 800 € bez DPH podľa typu komunikácie a vybraných prvkov sústavy verejného osvetlenia. Konštrukčné prvky verejného osvetlenia majú životnosť v rozmedzí 15 až 60 rokov v rozdelení podľa tabuľky 10.

Tabuľka 10 Životnosť konštrukčných prvkov VO

Konštrukčný prvok VO	Životnosť
Rozvádzač VO	cca 20-30 rokov v závislosti od typu skrine rozvádzača
Stožiar VO	- Stožiare cca 30-40 rokov v závislosti od typu stožiaru: a) sadové stožiare 15-30 rokov b) cestné stožiare 25-40 rokov
Svietidlo VO	15 - 20 rokov v závislosti na typu svietidla
Káble VO	cca 50 - 60 rokov

Ak uplynie táto doba, je nevyhnutné vykonať obnovu zariadenia - zásah, ktorý predstavuje nemalé finančné prostriedky. Ak sa však obnova verejného osvetlenia odďaľuje, dochádza k výraznému navyšovaniu investičného dlhu v rámci obnovy verejného osvetlenia a súčasne aj navyšovaniu prevádzkových nákladov. Vznikajú tak kumulované náklady, ktoré môžu viesť v konečnom dôsledku k ohrozeniu celkovej bezpečnosti sústavy verejného osvetlenia. Preto je nutné zabezpečiť pravidelnú každoročnú obnovu verejného osvetlenia minimálne v rozsahu jednoduchej obnovy podporenú finančnými prostriedkami v rámci rozpočtu mesta. V súlade s Pasportom VO, ktorý bol predložený zo strany mesta pre spracovanie Energetického auditu, boli spracované odporúčané **ročné investičné náklady na obnovu sústavy verejného osvetlenia vo výške 779 677 €/rok**.

Tabuľka 11 Ročné investičné náklady na obnovu sústavy VO

Typ zariadenia VO	Počet	Priemerné investičné náklady (€)	Konštrukčný prvok	Životnosť (rok)	Ročná výška investícií (€)
Stožiare do 6 m so zemným vedením	3094	1200	Kábel	55	67 505
		1000	Stožiar	25	123 760
		320	Svietidlo	20	49 504
Stožiare 8-10 m so zemným vedením	3257	1920	Kábel	55	113 699
		1800	Stožiar	35	167 503
		400	Svietidlo	20	65 140
svietidlá na vrchnom vedení	2227	1440	Kábel	55	58 307
		1300	Stožiar	35	82 717
		360	Svietidlo	20	40 086
Rozvádzač VO	179	1600	Rozvádzač	25	11 456
Odporúčané ročné investičné náklady					779 677

Poznámka – v oblasti s vrchným vedením je v nasledujúcich cca 30 rokoch predpoklad inštalácie verejného osvetlenia so zemným vedením (plánovaná obnova energetických spoločností, kedy vrchné vedenie je ukladané do zeme).

Modernizácia sústavy VO

V rámci energetického auditu sú spracované tri varianty návrhu opatrení vedúce k zníženiu energetickej náročnosti sústavy verejného osvetlenia. Realizácia tohto opatrenia bude zároveň riešením na ďalších cca 15-20 rokov. Pred rozhodnutím o spôsobe realizácie opatrení sa preto odporúča rozhodnúť o prípadnom doplnení sústavy verejného osvetlenia o riadiaci systém, ktorý by zo sústavy verejného osvetlenia vytvoril najrozsiahlejšiu komunikačnú platformu mesta, ktorá by mohla v budúcnosti poslúžiť pre zdieľanie informácií z prostredia mesta.

Riadiaci systém verejného osvetlenia môžeme rozdeliť do troch úrovní.

Prvú úroveň riadiaceho systému VO zaisťuje prevádzkovateľovi verejného osvetlenia diaľkovú správu iba na úrovni rozvádzača zapínacieho miesta. Týmto spôsobom je možné verejné osvetlenie sledovať, vyhodnocovať, ovládať, blokovať a zisťovať elektrické parametre z rozvádzača zapínacieho miesta.

VÝHODY	NEVÝHODY
Možnosť ovládania verejného osvetlenia na diaľku	Súbor verejného osvetlenia nie je možné využiť pre napájanie ďalších prvkov Smart City
Diaľkové odpočty spotreby elektrickej energie	Nie je možné sledovať, ovládať ani monitorovať jednotlivé svietidlá
Automatická kontrola stavových veličín (výpadok ističa, spínacieho prvku, otvorenie dverí a pod.)	
Zasielanie alarmových správ pri prekročení limitov elektrických parametrov	
Z troch úrovní riadenia verejného osvetlenia je táto najlacnejšia	

Tabuľka 12 - Prvá úroveň riadiaceho systému VO - Výhody/Nevýhody

V druhej úrovni riadiaceho systému VO sú všetky svietidlá a rozvádzače zapínacích miest vybavené komunikačnou jednotkou. Základnou zmenou v druhej úrovni je tá skutočnosť, že súbor verejného osvetlenia je trvalo pod napätím a svietidlá verejného osvetlenia sú v dennej dobe v pohotovostnom režime, kedy čakajú na signál na zapnutie.

V druhej úrovni je možné verejné osvetlenie sledovať, vyhodnocovať, ovládať, blokovať a zisťovať elektrické parametre ako z rozvádzača zapínacieho miesta, tak aj zo svietidiel verejného osvetlenia.

Princíp: v rozvádzači je umiestnená riadiaca jednotka, ktorá komunikuje so svietidlami prostredníctvom komunikácie po káblovej sieti. Každé svietidlo musí obsahovať komunikačnú jednotku, ktorá je umiestnená vo svietidle alebo pod svietidlom.

Poznámka: Navrhnuté typy svietidiel už obsahujú prípravu na pripojenie svietidiel do riadiaceho systému (t.j. pre doplnenie komunikačnou jednotkou).

VÝHODY	NEVÝHODY
Možnosť trvalého napájania ďalších prvkov zo systému verejného osvetlenia (napr. kamerový systém, ukazovateľ rýchlosti, mestský rozhlas, cyklo-nabíjačky, atď.)	Vybavenie rozvádzačov zapínacích miest a svietidiel komunikačnými jednotkami zvyšuje investiční a prevádzkové náklady
Možnosť ovládania verejného osvetlenia na diaľku	Sofistikovaný riadiaci systém prináša vyššie nároky na obsluhu systému
Diaľkové odpočty spotreby elektrickej energie	
Automatická kontrola stavových veličín (výpadok ističa, spínacieho prvku, otváranie dverí a pod.)	
Zasielanie alarmových správ pri prekročení limitov elektrických parametrov	
Sledovanie prevádzkových parametrov svietidiel	
Nastavenie regulácie svietidiel do scenárov cez vzdialené rozhranie	

Tabuľka 13 - Druhá úroveň řízení VO - Výhody/Nevýhody

Tretia úroveň riadiaceho systému VO rozširuje druhú úroveň o súbor rôznych senzorov, ktoré zaisťujú trvalé vyhodnocovanie aktuálneho stavu takých informácií v meste, ktorých zmena má vplyv na nastavenie úrovne hladiny osvetlenia verejného priestoru (intenzita dopravy, klimatické podmienky - sneh, dážď, hmla, dopravné nehody, zhlukovanie občanov, atď.). Na základe vstupných hodnôt trvalo sledovaných informácií nastaví riadiaci systém pre daný úsek verejného osvetlenia svetelno-technické parametre. Systém tak trvalo riadi kvalitu osvetlenia celého mesta a prispôsobuje ju skutočným potrebám, pričom sú energeticky účinné bez obmedzenia bezpečnosti.

VÝHODY	NEVÝHODY
Celý systém sa riadi sám podľa nastavených parametrov	Vybavenie rozvádzačov zapínacích miest a svietidiel komunikačnými jednotkami zvyšuje investiční a prevádzkové náklady
Možnosť trvalého napájania ďalších prvkov zo systému verejného osvetlenia (napr. kamerový systém, ukazovateľ rýchlosti, mestský rozhlas, cyklo-nabíjačky, atď.)	Sofistikovaný riadiaci systém prináša vyššie nároky na obsluhu systému.
Možnosť ovládania verejného osvetlenia na diaľku	Nutná externá spolupráca pre zabezpečenie servisnej podpory (SW údržba systému, zmeny nastavení)
Diaľkové odpočty spotreby elektrickej energie	V dôsledku aktívnych čidiel je systém energeticky náročnejší
Automatická kontrola stavových veličín (výpadok ističa, spínacieho prvku, otváranie dverí a pod.)	
Zasielanie alarmových správ pri prekročení limitov elektrických parametrov	
Sledovanie prevádzkových parametrov svietidiel	
Nastavenie regulácie svietidiel do scenárov cez vzdialené rozhranie	

Tabuľka 14 - Tretia úroveň riadenia VO - Výhody/Nevýhody

Bez ohľadu na voľbu konkrétnej úrovne riadiaceho systému sa odporúča vždy počítať s tým, že v budúcnosti sa môžu požiadavky na rozsah a funkcie riadiaceho systému rozširovať a prechádzať medzi jednotlivými úrovňami. Preto sa **odporúča vždy voliť modulárny systém riadiaceho systému tak, aby mohol byť kedykoľvek rozšírený v súlade s požiadavkami mesta, a to v akejkoľvek úrovni riadiaceho systému.** Investičné náklady modernizácie sústavy verejného osvetlenia sú oproti nákladom obnovy uvedených vo Variantoch 1 – 3 potrebné navýšiť o nasledujúce položky:

- Inteligentný rozvádzač VO v cene cca 5600 €/ks
- Komunikačná jednotka svietidla VO v cene cca 140 €/ks

Preto je veľmi dôležitým krokom spracovanie technického návrhu riadiaceho systému, ktorý by zaistil otvorenú platformu umožňujúcu kedykoľvek v budúcnosti integrovať nové technológie a funkcie na definovanom území mesta. Príklad návrhu technických parametrov riadiaceho systému je prílohou tohto energetického auditu.

5.2 Kvantifikácia úspor energie opatrenia

Súčasná ročná spotreba elektriny inštalovaných výbojkových svietidiel je 2 803 278 kWh a predstavuje viac ako 85 % súčasnej spotreby sústavy VO mesta.

Úsporné opatrenia formulované vo všetkých troch variantných návrhoch prinášajú významné úspory elektrickej energie. Výška úspor je závislá od rozsahu vymieňaných svietidiel.

V nasledujúcej tabuľke sú kvantifikované objemy úspor elektrickej energie vplyvom navrhnutých opatrení.

Tabuľka 15 - Kvantifikácie úspor el. energie navrhovaných opatrení

Opatrenie	Súčasná spotreba	Spotreba po realizácii opatrenia	Úspora el. energie	Percentuálny podiel úspor
	kWh	kWh	kWh	%
Variant 1	2 803 277,8	1 946 007,7	857 270,1	30,6%
Variant 2	2 803 277,8	669 417,7	2 133 860,1	76,1%
Variant 3	2 803 277,8	604 619,9	2 198 657,9	78,4%

Najvyššie úspory elektrickej energie budú dosiahnuté navrhnutým riešením formulovaným vo variante 3, kedy dôjde k úspore vo výške viac ako 78 % pôvodnej spotreby. Je to dané úplnou výmenou všetkých výbojkových svietidiel VO mesta Nitra. Riešením formulovaným vo variante 2 je možné potom dosiahnuť úspory vo výške 76 % doterajšej spotreby výbojkového VO. Najnižšie úspory je potom dosahované riešením variantu 1, hoci je zamerané na výmenu výbojkových svietidiel s najvyššími príkonmi svetelných zdrojov, a to vo výške necelých 31% súčasnej spotreby.

Posudzované úsporné opatrenia formulované vo variantoch 1 až 3 povedú svojou realizáciou aj k pomerne významnému zníženiu potrebného elektrického príkonu novo navrhovaných svietidiel. Najväčší pokles príkonu vykazuje opatrenie variantu 3, kde dôjde k zníženiu o necelých 68% oproti súčasnej hodnote.

Efekty plynúce z navrhovaných opatrení sú kvantifikované v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 16 - Kvantifikácia úspor el. príkonu navrhovaných opatrení

Opatrenie	Súčasný príkon výbojkových svietidiel	Nahradzovaný príkon výbojkových svietidiel	Inštalovaný príkon LED svietidiel	Úspora príkonu VO	Percentuálny podiel úspory
	kW	kWh	kW	kW	%
Variant 1	685 063,0	279 300,0	103 449,0	175 851,0	25,7%
Variant 2	685 063,0	664 147,0	211 885,0	452 262,0	66,0%
Variant 3	685 063,0	685 063,0	220 071,0	464 992,0	67,9%

5.3 Kvantifikácia úspor nákladov na energiu

Realizáciou navrhovaných opatrení formulovaných vo variante 1, variante 2 a variante 3 dôjde k úspore nákladov na prevádzku sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra.

Táto úspora je generovaná najmä úsporou nákladov na elektrickú energiu a ďalej úsporou nákladov na prevádzku, údržbu a opravy verejného osvetlenia.

Výška úspor nákladov jednotlivých variantov opatrení je priamo úmerná rozsahu výmeny existujúcich výbojkových svietidiel.

Najmenšia výška úspory nákladov dôjde pri variante 1 a najvyššia potom pri variante 3, ktorá reprezentuje riešenie spočívajúce v úplnej náhrade výbojkových svietidiel inštalovaných v sústave verejného osvetlenia.

Zároveň vplyvom implementácie svietidiel s dlhým obdobím bezporuchového stavu dôjde aj k zníženiu nákladov na prevádzku a údržbu VO spojených s výmenou svetelných zdrojov a údržbou svietidiel.

Výpočet úspory nákladov na elektrinu vychádza z priemernej ceny elektriny v tomto roku, ktorá je 0,149035 €/kWh bez DPH a je stanovená z odovzdaných faktúr za elektrinu v mesiaci marci.

V nasledujúcej tabuľke sú kvantifikované úspory nákladov posudzovaných variantov opatrení VO mesta Nitra.

Tabuľka 17 - Úspory nákladov na el. energiu variant

Variant	Roční úspora el. energie kWh	Roční úspora nákladov na el. energiu
		€
Variant 1	857 270	106 469
Variant 2	2 133 860	265 016
Variant 3	2 198 658	273 064

5.4 Kvantifikácia investičných a prevádzkových nákladov opatrenia

Realizácia úsporných opatrení formulovaných v troch variantoch, ktoré sa líšia rozsahom výmeny existujúcich výbojkových svietidiel vyžaduje investičné výdavky. Tie boli stanovené na základe navrhnutého zatriedenia pozemných komunikácií do tried osvetlenia, konkrétnej geometrie sústavy verejného osvetlenia a rozsahu osvetľovaného verejného priestoru jednotlivých variantov. Pre jednotlivé varianty boli spracované svetelno-technické výpočty zaisťujúce súlad normových požiadaviek a z toho odvodené počty a typy nových svietidiel vrátane výložníkov, kabeláže, montážnych činností, projektovej dokumentácie a ostatných činností.

Kvantifikácia investičných nákladov variantov je uvedená v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 18- Investičné náklady variantov - súhrnný rozpočet

Položka	Variant 1	Variant 2	Variant 3
	€	€	€
LED svietidlá	835 094	2 429 619	2 570 654
Výložníky na vrchné vedenie a stožiare	64 651	210 122	218 113
Kábel CYKY 5x1,5	29 477	72 009	76 160
Demontáže a montáže svietidiel, káblov a výložníkov	170 207	514 986	547 935
Technické dokumentácie projektu výmeny svietidiel	52 927	163 966	174 904
Ostatné vedľajšie náklady	30 968	93 743	100 743
Investičné náklady celkom bez DPH	1 183 324	3 484 445	3 688 510

V nasledujúcich tabuľkách sú uvedené rozpočty položiek posudzovaných variantov úspor energie verejného osvetlenia mesta Nitra.

Tabuľka 19 - Rozpočet položiek Variant 1

Číslo	Položka	Počet	MJ	Cena za MJ bez DPH (EUR)	Cena celkom bez DPH (EUR)
1	LED svietidlo - Typ 01	25	ks	573,55	14 338,67
2	LED svietidlo - Typ 02	6	ks	368,97	2 213,81
3	LED svietidlo - Typ 03	94	ks	351,35	33 026,62

Číslo	Položka	Počet	MJ	Cena za MJ bez DPH (EUR)	Cena celkom bez DPH (EUR)
4	LED svietidlo - Typ 04	27	ks	573,55	15 485,76
5	LED svietidlo - Typ 05	62	ks	351,35	21 783,51
6	LED svietidlo - Typ 06	57	ks	573,55	32 692,16
7	LED svietidlo - Typ 07	6	ks	310,11	1 860,64
8	LED svietidlo - Typ 08	55	ks	310,11	17 055,90
9	LED svietidlo - Typ 09	3	ks	324,33	972,98
10	LED svietidlo - Typ 10	9	ks	324,33	2 918,94
11	LED svietidlo - Typ 11	24	ks	310,11	7 442,58
12	LED svietidlo - Typ 12	117	ks	310,11	36 282,56
13	LED svietidlo - Typ 13	40	ks	324,33	12 973,06
14	LED svietidlo - Typ 14	12	ks	324,33	3 891,92
15	LED svietidlo - Typ 15	1	ks	310,11	310,11
16	LED svietidlo - Typ 16	123	ks	310,11	38 143,20
17	LED svietidlo - Typ 17	22	ks	324,33	7 135,18
18	LED svietidlo - Typ 18	46	ks	310,11	14 264,94
19	LED svietidlo - Typ 19	204	ks	310,11	63 261,90
20	LED svietidlo - Typ 20	19	ks	310,11	5 892,04
21	LED svietidlo - Typ 21	250	ks	310,11	77 526,84
22	LED svietidlo - Typ 22	126	ks	310,11	39 073,53
23	LED svietidlo - Typ 23	49	ks	310,11	15 195,26
24	LED svietidlo - Typ 24	34	ks	310,11	10 543,65
25	LED svietidlo - Typ 25	10	ks	324,33	3 243,27
26	LED svietidlo - Typ 26	17	ks	310,11	5 271,82
27	LED svietidlo - Typ 27	19	ks	310,11	5 892,04
28	LED svietidlo - Typ 28	26	ks	310,11	8 062,79
29	LED svietidlo - Typ 29	11	ks	310,11	3 411,18
30	LED svietidlo - Typ 30	3	ks	310,11	930,32
31	LED svietidlo - Typ 31	26	ks	310,11	8 062,79
32	LED svietidlo - Typ 32	12	ks	310,11	3 721,29
33	LED svietidlo - Typ 33	13	ks	310,11	4 031,40
34	LED svietidlo - Typ 34	5	ks	310,11	1 550,54
35	LED svietidlo - Typ 35	15	ks	310,11	4 651,61
36	LED svietidlo - Typ 36	43	ks	253,60	10 904,60
37	LED svietidlo - Typ 38	14	ks	253,60	3 550,33
38	LED svietidlo - Typ 40	9	ks	253,60	2 282,36
39	LED svietidlo - Typ 41	30	ks	253,60	7 607,86
40	LED svietidlo - Typ 42	9	ks	253,60	2 282,36
41	LED svietidlo - Typ 43	217	ks	253,60	55 030,18
42	LED svietidlo - Typ 44	62	ks	253,60	15 722,91
43	LED svietidlo - Typ 45	45	ks	253,60	11 411,79
44	LED svietidlo - Typ 46	17	ks	250,68	4 261,54
45	LED svietidlo - Typ 49	2	ks	250,68	501,36

Číslo	Položka	Počet	MJ	Cena za MJ bez DPH (EUR)	Cena celkom bez DPH (EUR)
46	LED svietidlo - Typ 50	37	ks	253,60	9 383,03
47	LED svietidlo - Typ 51	6	ks	250,68	1 504,07
48	LED svietidlo - Typ 53	102	ks	253,60	25 866,72
49	LED svietidlo - Typ 54	7	ks	253,60	1 775,17
50	LED svietidlo - Typ 55	7	ks	253,60	1 775,17
51	LED svietidlo - Typ 56	43	ks	253,60	10 904,60
52	LED svietidlo - Typ UNI	395	ks	372,70	147 214,91
53	Výložník na vrchní vedení 0,5m	190	ks	71,30	13 546,69
54	Výložník na vrchní vedení 1,0 m	115	ks	94,39	10 854,77
55	Výložník na vrchní vedení 1,5m	48	ks	115,45	5 541,83
56	Výložník na oceľový stožiar 1,0m	115	ks	131,66	15 140,77
57	Výložník na oceľový stožiar 2,0m	115	ks	170,14	19 566,54
58	Kábel CYKY 5x1,5	24500	m	1,20	29 477,42
59	Demontáž svietidla vrátane ekologickej likvidácie	2260	ks	14,18	32 043,75
60	Montáž svietidla vrátane zapojenia	2613	ks	18,23	47 634,19
61	Montáž kábla svietidla	24500	m	0,77	18 758,36
62	Demontáž výložníka	230	ks	21,88	5 031,40
63	Montáž výložníka	583	ks	29,17	17 004,66
64	Ostatný drobný spojový materiál vrátane montáže	1	kmpl	1 587,81	1 587,81
65	Montážna plošina	1310	hod	34,43	45 108,37
66	Dopravné náklady (doprava materiálu, presun hmôt)	1	kmpl	3 038,28	3 038,28
67	Zriadenie staveniska a dopravné značenie (4,48% z ceny práce)	1	kmpl	16 476,12	16 476,12
68	Prevádzkové vplyvy (3,5% z ceny práce)	1	kmpl	12 871,95	12 871,95
69	Spracovanie technickej dokumentácie pre výmenu svietidiel (zmeranie geometrie, výpočty, výkresy)	1	kmpl	52 926,88	52 926,88
70	Revízia	1	kmpl	1 215,31	1 215,31
71	Aktualizácia pasportu	1	kmpl	405,10	405,10
Suma					1 183 323,92

Tabuľka 20 - Rozpočet položiek Variant 2

Číslo	Položka	Počet	MJ	Cena za MJ bez DPH (EUR)	Cena celkom bez DPH (EUR)
1	LED svietidlo - Typ 01	25	ks	573,55	14 338,67
2	LED svietidlo - Typ 02	12	ks	368,97	4 427,63
3	LED svietidlo - Typ 03	94	ks	351,35	33 026,62
4	LED svietidlo - Typ 04	27	ks	573,55	15 485,76
5	LED svietidlo - Typ 05	62	ks	351,35	21 783,51
6	LED svietidlo - Typ 06	57	ks	573,55	32 692,16
7	LED svietidlo - Typ 07	7	ks	310,11	2 170,75
8	LED svietidlo - Typ 08	55	ks	310,11	17 055,90
9	LED svietidlo - Typ 09	30	ks	324,33	9 729,80
10	LED svietidlo - Typ 10	9	ks	324,33	2 918,94
11	LED svietidlo - Typ 11	49	ks	310,11	15 195,26
12	LED svietidlo - Typ 12	190	ks	310,11	58 920,40
13	LED svietidlo - Typ 13	54	ks	324,33	17 513,63
14	LED svietidlo - Typ 14	27	ks	324,33	8 756,82
15	LED svietidlo - Typ 15	61	ks	310,11	18 916,55
16	LED svietidlo - Typ 16	130	ks	310,11	40 313,96
17	LED svietidlo - Typ 17	22	ks	324,33	7 135,18
18	LED svietidlo - Typ 18	155	ks	310,11	48 066,64
19	LED svietidlo - Typ 19	284	ks	310,11	88 070,49
20	LED svietidlo - Typ 20	52	ks	310,11	16 125,58
21	LED svietidlo - Typ 21	296	ks	310,11	91 791,78
22	LED svietidlo - Typ 22	167	ks	310,11	51 787,93
23	LED svietidlo - Typ 23	95	ks	310,11	29 460,20
24	LED svietidlo - Typ 24	34	ks	310,11	10 543,65
25	LED svietidlo - Typ 25	12	ks	324,33	3 891,92
26	LED svietidlo - Typ 26	17	ks	310,11	5 271,82
27	LED svietidlo - Typ 27	43	ks	310,11	13 334,62
28	LED svietidlo - Typ 28	56	ks	310,11	17 366,01
29	LED svietidlo - Typ 29	31	ks	310,11	9 613,33
30	LED svietidlo - Typ 30	112	ks	310,11	34 732,02
31	LED svietidlo - Typ 31	26	ks	310,11	8 062,79
32	LED svietidlo - Typ 32	40	ks	310,11	12 404,29
33	LED svietidlo - Typ 33	14	ks	310,11	4 341,50
34	LED svietidlo - Typ 34	185	ks	310,11	57 369,86
35	LED svietidlo - Typ 35	16	ks	310,11	4 961,72
36	LED svietidlo - Typ 36	80	ks	253,60	20 287,62
37	LED svietidlo - Typ 37	31	ks	253,60	7 861,45
38	LED svietidlo - Typ 38	62	ks	253,60	15 722,91
39	LED svietidlo - Typ 39	29	ks	253,60	7 354,26
40	LED svietidlo - Typ 40	14	ks	253,60	3 550,33
41	LED svietidlo - Typ 41	30	ks	253,60	7 607,86
42	LED svietidlo - Typ 42	16	ks	253,60	4 057,52
43	LED svietidlo - Typ 43	960	ks	253,60	243 451,49
44	LED svietidlo - Typ 44	655	ks	253,60	166 104,92
45	LED svietidlo - Typ 45	419	ks	253,60	106 256,43

Číslo	Položka	Počet	MJ	Cena za MJ bez DPH (EUR)	Cena celkom bez DPH (EUR)
46	LED svietidlo - Typ 46	102	ks	250,68	25 569,21
47	LED svietidlo - Typ 47	11	ks	253,60	2 789,55
48	LED svietidlo - Typ 48	73	ks	250,68	18 299,53
49	LED svietidlo - Typ 49	458	ks	250,68	114 810,78
50	LED svietidlo - Typ 50	705	ks	253,60	178 784,69
51	LED svietidlo - Typ 51	13	ks	250,68	3 258,82
52	LED svietidlo - Typ 52	10	ks	250,68	2 506,79
53	LED svietidlo - Typ 53	109	ks	253,60	27 641,89
54	LED svietidlo - Typ 54	25	ks	253,60	6 339,88
55	LED svietidlo - Typ 55	7	ks	253,60	1 775,17
56	LED svietidlo - Typ 56	77	ks	253,60	19 526,84
57	LED svietidlo - Typ 57	11	ks	253,60	2 789,55
58	LED svietidlo - Typ UNI	1652	ks	372,70	615 693,74
59	Výložník na vrchné vedenie 0,5m	650	ks	71,30	46 343,93
60	Výložník na vrchné vedenie 1,0 m	420	ks	94,39	39 643,51
61	Výložník na vrchné vedenie 1,5m	165	ks	115,45	19 050,03
62	Výložník na oceľový stožiar 1,0m	320	ks	131,66	42 130,85
63	Výložník na oceľový stožiar 2,0m	370	ks	170,14	62 953,21
64	Kábel CYKY 5x1,5	59850	m	1,20	72 009,11
65	Demontáž svietidla vrátane ekologickej likvidácie	6860	ks	14,18	97 265,55
66	Montáž svietidla vrátane zapojenia	8095	ks	18,23	147 569,37
67	Montáž kábla svietidla	59850	m	0,77	45 823,98
68	Demontáž výložníka	690	ks	21,88	15 094,19
69	Montáž výložníka	1925	ks	29,17	56 147,46
70	Ostatný drobný spojový materiál vrátane montáže	1	kmpl	4 918,98	4 918,98
71	Montážna plošina	4050	hod	34,43	139 457,16
72	Dopravné náklady (doprava materiálu, presun hmôt)	1	kmpl	8 709,74	8 709,74
73	Zriadenie staveniska a dopravné značenie (4,48% z ceny práce)	1	kmpl	49 898,60	49 898,60
74	Prevádzkové vplyvy (3,5% z ceny práce)	1	kmpl	38 983,27	38 983,27
75	Spracovanie technickej dokumentácie pre výmenu svietidiel (zmeranie geometrie, výpočty, výkresy)	1	kmpl	163 965,97	163 965,97
76	Revízia	1	kmpl	3 645,94	3 645,94
77	Aktualizácia pasportu	1	kmpl	1 215,31	1 215,31
Suma					3 484 445,09

Tabuľka 21 - Rozpočet položiek Variant 3

Číslo	Položka	Počet	MJ	Cena za MJ bez DPH (EUR)	Cena celkom bez DPH (EUR)
1	LED svietidlo - Typ 01	25	ks	573,55	14 338,67
2	LED svietidlo - Typ 02	12	ks	368,97	4 427,63
3	LED svietidlo - Typ 03	94	ks	351,35	33 026,62
4	LED svietidlo - Typ 04	27	ks	573,55	15 485,76
5	LED svietidlo - Typ 05	62	ks	351,35	21 783,51
6	LED svietidlo - Typ 06	57	ks	573,55	32 692,16
7	LED svietidlo - Typ 07	7	ks	310,11	2 170,75
8	LED svietidlo - Typ 08	55	ks	310,11	17 055,90
9	LED svietidlo - Typ 09	30	ks	324,33	9 729,80
10	LED svietidlo - Typ 10	9	ks	324,33	2 918,94
11	LED svietidlo - Typ 11	49	ks	310,11	15 195,26
12	LED svietidlo - Typ 12	190	ks	310,11	58 920,40
13	LED svietidlo - Typ 13	54	ks	324,33	17 513,63
14	LED svietidlo - Typ 14	29	ks	324,33	9 405,47
15	LED svietidlo - Typ 15	61	ks	310,11	18 916,55
16	LED svietidlo - Typ 16	130	ks	310,11	40 313,96
17	LED svietidlo - Typ 17	22	ks	324,33	7 135,18
18	LED svietidlo - Typ 18	173	ks	310,11	53 648,57
19	LED svietidlo - Typ 19	289	ks	310,11	89 621,02
20	LED svietidlo - Typ 20	52	ks	310,11	16 125,58
21	LED svietidlo - Typ 21	302	ks	310,11	93 652,42
22	LED svietidlo - Typ 22	168	ks	310,11	52 098,04
23	LED svietidlo - Typ 23	95	ks	310,11	29 460,20
24	LED svietidlo - Typ 24	34	ks	310,11	10 543,65
25	LED svietidlo - Typ 25	12	ks	324,33	3 891,92
26	LED svietidlo - Typ 26	17	ks	310,11	5 271,82
27	LED svietidlo - Typ 27	43	ks	310,11	13 334,62
28	LED svietidlo - Typ 28	56	ks	310,11	17 366,01
29	LED svietidlo - Typ 29	31	ks	310,11	9 613,33
30	LED svietidlo - Typ 30	124	ks	310,11	38 453,31
31	LED svietidlo - Typ 31	26	ks	310,11	8 062,79
32	LED svietidlo - Typ 32	40	ks	310,11	12 404,29
33	LED svietidlo - Typ 33	14	ks	310,11	4 341,50
34	LED svietidlo - Typ 34	186	ks	310,11	57 679,97
35	LED svietidlo - Typ 35	16	ks	310,11	4 961,72
36	LED svietidlo - Typ 36	80	ks	253,60	20 287,62
37	LED svietidlo - Typ 37	41	ks	253,60	10 397,41
38	LED svietidlo - Typ 38	81	ks	253,60	20 541,22
39	LED svietidlo - Typ 39	29	ks	253,60	7 354,26
40	LED svietidlo - Typ 40	14	ks	253,60	3 550,33
41	LED svietidlo - Typ 41	30	ks	253,60	7 607,86
42	LED svietidlo - Typ 42	16	ks	253,60	4 057,52
43	LED svietidlo - Typ 43	1001	ks	253,60	253 848,90
44	LED svietidlo - Typ 44	704	ks	253,60	178 531,09
45	LED svietidlo - Typ 45	442	ks	253,60	112 089,12

Číslo	Položka	Počet	MJ	Cena za MJ bez DPH (EUR)	Cena celkom bez DPH (EUR)
46	LED svietidlo - Typ 46	176	ks	250,68	44 119,42
47	LED svietidlo - Typ 47	11	ks	253,60	2 789,55
48	LED svietidlo - Typ 48	75	ks	250,68	18 800,89
49	LED svietidlo - Typ 49	578	ks	250,68	144 892,20
50	LED svietidlo - Typ 50	822	ks	253,60	208 455,34
51	LED svietidlo - Typ 51	30	ks	250,68	7 520,36
52	LED svietidlo - Typ 52	10	ks	250,68	2 506,79
53	LED svietidlo - Typ 53	109	ks	253,60	27 641,89
54	LED svietidlo - Typ 54	25	ks	253,60	6 339,88
55	LED svietidlo - Typ 55	7	ks	253,60	1 775,17
56	LED svietidlo - Typ 56	82	ks	253,60	20 794,81
57	LED svietidlo - Typ 57	11	ks	253,60	2 789,55
58	LED svietidlo - Typ UNI	1670	ks	372,70	622 402,27
59	Výložník na vrchné vedenie 0,5m	747	ks	71,30	53 259,87
60	Výložník na vrchné vedenie 1,0 m	380	ks	94,39	35 867,94
61	Výložník na vrchné vedenie 1,5m	150	ks	115,45	17 318,21
62	Výložník na oceľový stožiar 1,0m	370	ks	131,66	48 713,79
63	Výložník na oceľový stožiar 2,0m	370	ks	170,14	62 953,21
64	Kábel CYKY 5x1,5	63300	m	1,20	76 160,02
65	Demontáž svietidla vrátane ekologickej likvidácie	7358	ks	14,18	104 326,51
66	Montáž svietidla vrátane zapojenia	8635	ks	18,23	157 413,41
67	Montáž kábla svietidla	63300	m	0,77	48 465,46
68	Demontáž výložníka	740	ks	21,88	16 187,97
69	Montáž výložníka	2017	ks	29,17	58 830,87
70	Ostatný drobný spojový materiál vrátane montáže	1	kmpl	5 247,11	5 247,11
71	Montážna plošina	4320	hod	34,43	148 754,30
72	Dopravné náklady (doprava materiálu, presun hmôt)	1	kmpl	8 709,74	8 709,74
73	Zriadenie staveniska a dopravné značenie (4,48% z ceny práce)	1	kmpl	53 146,04	53 146,04
74	Prevádzkové náklady (3,5% z ceny práce)	1	kmpl	41 520,36	41 520,36
75	Spracovanie technickej dokumentácie pre výmenu svietidiel (zmeranie geometrie, výpočty, výkresy)	1	kmpl	174 903,79	174 903,79
76	Revízia	1	kmpl	4 456,15	4 456,15
77	Aktualizácia pasportu	1	kmpl	1 620,42	1 620,42
Suma					3 688 509,58

Variety opatrení zameraných na úspory energie v existujúcej osvetľovacej sústave verejného osvetlenia mesta Nitra povedú okrem úspor nákladov na elektrinu aj k úsporám nákladov na prevádzku, údržbu a opravy osvetľovacej sústavy VO. Tieto úspory sú vyvolané oveľa väčšou bezporuchovou dobou prevádzky svietidiel, a teda znížením úkonov spojených s údržbou a opravami jednotlivých svetelných miest.

V roku 2021 bolo na tieto činnosti vynaložených 285 600 €. Kvantifikácia úspor je prezentovaná v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 22 - Úspory nákladov na prevádzku a údržbu variant opatrenia

Variant	Ročné náklady na prevádzku a údržbu VO	Ročné náklady na prevádzku a údržbu po realizácii	Ročná úspora nákladov na prevádzku a údržbu
Variant 1	285 600	269 780	15 820
Variant 2	285 600	234 150	51 450
Variant 3	285 600	230 415	55 185

6 SÚBOR ODPORÚČANÝCH OPATRENÍ

6.1 Energetická bilancia po realizácii opatrení

V nasledujúcich tabuľkách sú prezentované základné ročné bilancie spotreby energie po realizácii úsporných opatrení definovaných v jednotlivých variantoch.

Tabuľka 23		Variant 1	Súčasný stav		Po realizácii opatrenia	
Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť						
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
1	Energetické vstupy	elektrina	3787,1	470,342	2929,8	363,872
2	Zmena stavu zásob		0	0	0	0
3	Spotreba energie	elektrina	3787,1	470,342	2929,8	363,872
4	Predaj energie iným subjektom		0	0	0	0
5	Konečná spotreba energie(r.3 - r-4)	elektrina	3787,1	470,342	2929,8	363,872
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
6	Straty v zdroji a rozvodoch (z hodnoty r.5)	elektrina	57	7,079	57	7,079
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
7	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV	elektrina	0	0	0	0
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
8	Spotreba energie na technologické a výrobné procesy	elektrina	3730,1	463,262	2872,8	356,793
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
Základná ročná bilancia spotreby energie - 2.časť						
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
1	Nákup paliva/energie/energetického média	elektrina	3787,1	470,342	2929,8	363,872
2	Zmena stavu zásob		0	0	0	0
3	Predaj energie bez premeny na inú formu energie		0	0	0	0
4	Energie na vstupe do procesu premeny	elektrina	3787,1	470,342	2929,8	363,872
5	Energie na výstupe z procesu premeny		0	0	0	0

Tabuľka 23 Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť		Variant 1	Súčasný stav		Po realizácii opatrenia	
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
6	Straty energie pri premene		0	0	0	0
7	Vlastná spotreba energie pri premene		0	0	0	0
8	Energie na vstupe do distribúcie	elektrina	3787,1	470,342	2929,8	363,872
9	Energie na výstupe z distribúcie	elektrina	3730,1	463,262	2872,8	356,793
10	Straty energie pri distribúcii	elektrina	57	7,079	57	7,079
11	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV		0	0	0	0
12	Vlastná spotreba energie po premene a distribúcii		0	0	0	0
13	Vlastná prevádzková spotreba mimo procesu premeny a distribúcie	elektrina	3730,1	463,262	2872,8	356,793

Tabuľka 24- Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť		Variant 2	Súčasný stav		Po realizácii opatrenia	
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
1	Energetické vstupy	elektrina	3787,1	470,342	1653,2	205,325
2	Zmena stavu zásob		0	0	0	0
3	Spotreba energie	elektrina	3787,1	470,342	1653,2	205,325
4	Predaj energie iným subjektom		0	0	0	0
5	Konečná spotreba energie (r.3 - r-4)	elektrina	3787,1	470,342	1653,2	205,325
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
6	Straty v zdroji a rozvodoch (z hodnoty r.5)	elektrina	57	7,079	57	7,079
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
7	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV	elektrina	0	0	0	0
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
8	Spotreba energie na technologické a výrobné procesy	elektrina	3730,1	463,262	1596,2	198,246
		teplo	0	0	0	0

Tabuľka 24- Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť		Variant 2	Súčasný stav		Po realizácii opatrenia	
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
		iné	0	0	0	0
Základná ročná bilancia spotreby energie - 2.časť						
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
1	Nákup paliva/energie/energetického média	elektrina	3787,1	470,342	1653,2	205,325
2	Zmena stavu zásob		0	0	0	0
3	Predaj energie bez premeny na inú formu energie		0	0	0	0
4	Energie na vstupe do procesu premeny	elektrina	3787,1	470,342	1653,2	205,325
5	Energie na výstupe z procesu premeny		0	0	0	0
6	Straty energie pri premene		0	0	0	0
7	Vlastná spotreba energie pri premene		0	0	0	0
8	Energie na vstupe do distribúcie	elektrina	3787,1	470,342	1653,2	205,325
9	Energie na výstupe z distribúcie	elektrina	3730,1	463,262	1596,2	198,246
10	Straty energie pri distribúcii	elektrina	57	7,079	57	7,079
11	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV		0	0	0	0
12	Vlastná spotreba energie po premene a distribúcii		0	0	0	0
13	Vlastná prevádzková spotreba mimo procesu premeny a distribúcie	elektrina	3730,1	463,262	1596,2	198,246

Tabuľka 25 - Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť		Variant 3	Súčasný stav		Po realizácii opatrenia	
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
1	Energetické vstupy	elektrina	3787,1	470,342	1588,4	197,278
2	Zmena stavu zásob		0	0	0	0
3	Spotreba energie	elektrina	3787,1	470,342	1588,4	197,278
4	Predaj energie iným subjektom		0	0	0	0
5	Konečná spotreba energie (r.3 - r-4)	elektrina	3787,1	470,342	1588,4	197,278
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
6	Straty v zdroji a rozvodoch (z hodnoty r.5)	elektrina	57	7,079	57	7,079
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
7	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV	elektrina	0	0	0	0
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
8	Spotreba energie na technologické a výrobné procesy	elektrina	3730,1	463,262	1531,4	190,199
		teplo	0	0	0	0
		iné	0	0	0	0
Základná ročná bilancia spotreby energie - 2.časť						
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
1	Nákup paliva/energie/energetického média	elektrina	3787,1	470,342	1588,4	197,278
2	Zmena stavu zásob		0	0	0	0
3	Predaj energie bez premeny na inú formu energie		0	0	0	0
4	Energie na vstupe do procesu premeny	elektrina	3787,1	470,342	1588,4	197,278
5	Energie na výstupe z procesu premeny		0	0	0	0

Tabuľka 25 - Základná ročná bilancia spotreby energie - 1.časť		Variant 3	Súčasný stav		Po realizácii opatrenia	
Riadok	Ukazovateľ	Forma energie	MWh/r	tis.€/rok	MWh/r	tis.€/rok
6	Straty energie pri premene		0	0	0	0
7	Vlastná spotreba energie pri premene		0	0	0	0
8	Energie na vstupe do distribúcie	elektrina	3787,1	470,342	1588,4	197,278
9	Energie na výstupe z distribúcie	elektrina	3730,1	463,262	1531,4	190,199
10	Straty energie pri distribúcii	elektrina	57	7,079	57	7,079
11	Spotreba energie na vykurovanie a ohrev TV		0	0	0	0
12	Vlastná spotreba energie po premene a distribúcii		0	0	0	0
13	Vlastná prevádzková spotreba mimo procesu premeny a distribúcie	elektrina	3730,1	463,262	1531,4	190,199

6.2 Stanovenie investičných nákladov a úspory nákladov na energiu

Na základe svetelno-technických výpočtov boli stanovené predpokladané investičné výdavky spojené s realizáciou úsporných opatrení v rámci existujúcej sústavy verejného osvetlenia.

Tabuľka 26 - Investičné náklady variantov			
Položka	Variant 1	Variant 2	Variant 3
	€	€	€
LED svietidlá	835 094	2 429 619	2 570 654
Výložníky na vrchné vedenie a stožiare	64 651	210 122	218 113
Kábel CYKY 5x1,5	29 477	72 009	76 160
Demontáže a montáže svietidiel, káblov a výložníkov	170 207	514 986	547 935
Technické dokumentácie projektu výmeny svietidiel	52 927	163 966	174 904
Ostatné vedľajšie náklady	30 968	93 743	100 743
Investičné náklady celkom bez DPH	1 183 324	3 484 445	3 688 510

Tabuľka 27 – Úspora prevádzkových nákladov variantov

Variant	Ročná úspora nákladov na elektrinu (€)	Úspora nákladov na prevádzku a údržbu (€)	Ročná úspora prevádzkových nákladov (€)
Variant 1	106 469	14 690	121 159
Variant 2	265 016	44 590	309 606
Variant 3	273 064	47 827	320 891

6.3 Porovnanie prevádzkových nákladov po realizácii opatrení s nákladmi na súčasný stav

Realizáciou úsporných opatrení v existujúcej sústave verejného osvetlenia by bolo možné dosiahnuť úspory prevádzkových nákladov. Tieto úspory sú tvorené úsporami nákladov za zníženie spotreby elektrickej energie VO a úsporami nákladov spojených s prevádzkovaním, údržbou a opravami svetelných miest.

Tabuľka 28 – Úspory prevádzkových nákladov

Úsporné opatrenia	Ročné náklady na el. energiu (€)	Ročné náklady na prevádzku a údržbu (€)	Súčasný prevádzkové náklady celkom (€)	Ročná úspora nákladov na elektrinu (€)	Úspora nákladov na prevádzku a údržbu (€)	Ročná úspora prevádzkových nákladov (€)	Ročné prevádzkové náklady po realizácii (€)
Variant 1	470342	285 600	755 942	106 469	15 820	122 289	633 652
Variant 2	470342	285 600	755 942	265 016	51 450	316 466	439 475
Variant 3	470342	285 600	755 942	273 064	55 185	328 249	427 693

6.4 Hodnotenie opatrení podľa prílohy č.3

V súlade s vyhláškou č. 179/2015 Z.z. o energetickom audite je vykonané ekonomické hodnotenie úsporných opatrení.

Prvá fáza je zameraná na hodnotenie jednotlivých úsporných opatrení na báze kvantifikácie:

- úspor nákladov na energiu
- investičných nákladov spojených s realizáciou opatrení
- prevádzkových nákladov po realizácii opatrení
- stanovenie jednoduchej doby návratnosti podľa vzťahu

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

Druhá fáza ekonomického hodnotenia je potom zameraná na vyhodnotenie ekonomickej efektívnosti variantov úsporných opatrení za dobu hodnotenia pomocou dynamických metód ekonomického hodnotenia. Jednotlivé varianty sú tvorené súborom čiastkových úsporných opatrení, ktoré sa líšia energetickým, ekonomickým a ekologickým efektom.

Ekonomické hodnotenie variantov úsporných opatrení sa vykonáva na báze týchto kritériálnych ukazovateľov, a to z hľadiska projektu:

- reálna doba návratnosti
- čistá súčasná hodnota toku hotovosti
- vnútorné výnosové percento.

Vo výpočtoch sa prínosy uvažujú v cenovej úrovni roka realizácie projektu. Peňažné toky projektu sa posudzujú bez vplyvu predpokladanej štátnej pomoci. Výpočet ek. efektívnosti tiež zahŕňa predpokladaný cenový vývoj nákladov na el. energiu a prevádzku. Doba hodnotenia je 20 rokov.

Výsledky ekonomického hodnotenia navrhnutých variantov sú zobrazené v nasledujúcich tabuľkách.

Tabuľka 29 – Náklady a prínosy úsporných opatrení

Výsledky ekonomického vyhodnotenia - 1. časť									
Riadok	Číslo opatrenia	Názov opatrenia	Náklady	Ročné úspory					
				energia	náklady na energiu	osobné náklady	náklady na opravy a údržbu	ostatné náklady	celkom
			euro	MWh/rok	euro/rok				
1	1	Variant 1 - výmena výbojkových svietidiel 150W a 100W	1 183 323,9	857,3	106 469,3	0,0	15 820,0	0,0	122 289,3
2	2	Variant 2 - výmena výbojkových svietidiel 150W,100W, 70W a 50W	3 484 445,1	2 133,9	265 016,4	0,0	51 450,0	0,0	316 466,4
3	3	Variant 3 - výmena všetkých súčasných výbojkových svietidiel	3 688 509,6	2 198,7	273 064,1	0,0	55 185,0	0,0	328 249,1
1) Pri výpočte celkovej hodnoty úspor sa zohľadnia synergické efekty jednotlivých navrhovaných opatrení.									
Výsledok nemusí byť jednoduchým súčtom úspor vplyvom realizácie jednotlivých opatrení v riadkoch									

Tabuľka 30 – Výsledky ekonomického hodnotenia – Variant 1

Výsledky ekonomického vyhodnotenia - 2. časť		
Ukazovateľ	Hodnota	Jednotka
<i>Variant 1- výmena výbojkových svietidiel 150W a 100W</i>		
Náklady na realizáciu súboru opatrení	1 183 323,92	eur
Zmena nákladov na zabezpečenie energie (-zníženie/+ zvýšenie)	-106 469,33	eur
Zmena osobných nákladov, napríklad mzdy, poistné, ... (-/+)	0,00	eur
Zmena ostatných prevádzkových nákladov, napríklad opravy a údržba, služby, réžia, poistenie majetku, ...(-/+)	-15 820,00	eur
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napríklad emisie, odpady a iné (-/+)	0,00	eur
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využité odpady, ... (-/+)	0,00	eur
Prínosy z realizácie súboru opatrení celkom	122 289,33	eur
Doba hodnotenia	20,00	rokov
Diskontný faktor	0,04	
Jednoduchá doba návratnosti (Ts)	9,33	rokov
Reálna doba návratnosti (Tsd)	9,80	rokov
Čistá súčasná hodnota (NPV)	1 088 526,33	eur
Vnútorne výnosové percento (IRR)	11,95	%
Iné údaje		
Index rastu cien energie	1,04	
Index rastu ostatných prevádzkových nákladov	1,02	

Tabuľka 31 - Výsledky ekonomického hodnotenia – Variant 2

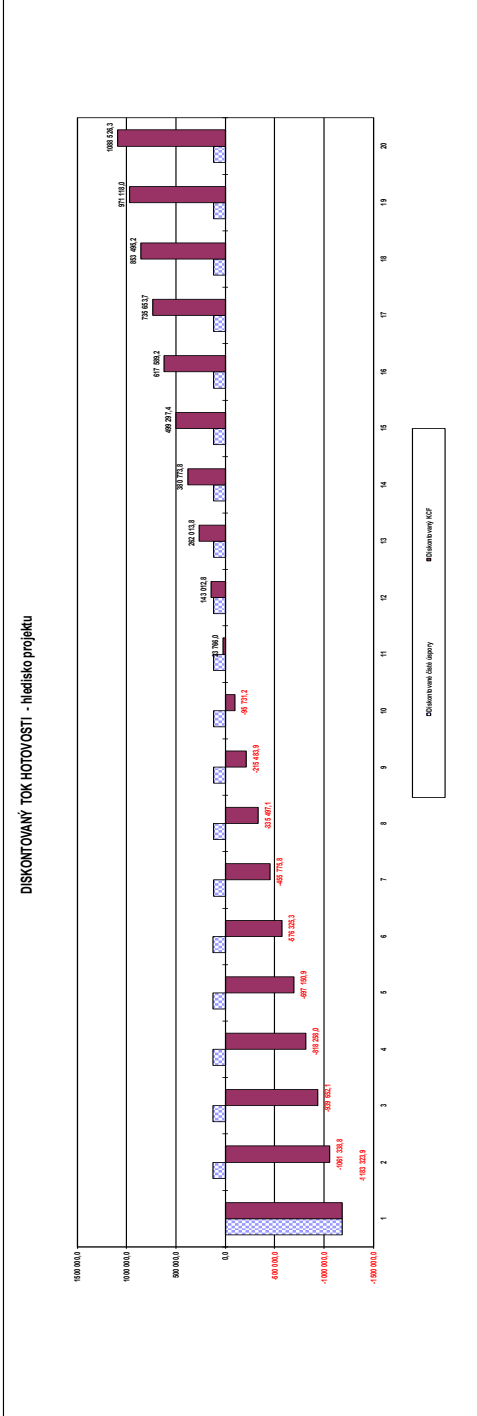
Výsledky ekonomického vyhodnotenia - 2. časť		
Ukazovateľ	Hodnota	Jednotka
<i>Variant 2- výmena výbojkových svietidiel 150W,100W,70W 50W</i>		
Náklady na realizáciu súboru opatrení	3 484 445,1	eur
Zmena nákladov na zabezpečenie energie (-zníženie/+ zvýšenie)	-265 016,44	eur
Zmena osobných nákladov, napríklad mzdy, poistné, ... (-/+)	0,00	eur
Zmena ostatných prevádzkových nákladov, napríklad opravy a údržba, služby, réžia, poistenie majetku, ...(-/+)	-51 450,00	eur
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napríklad emisie, odpady a iné (-/+)	0,00	eur
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využitie odpady, ... (-/+)	0,00	eur
Prínosy z realizácie súboru opatrení celkom	316 466,44	eur
Doba hodnotenia	20,00	rokov
Diskontný faktor	0,04	
Jednoduchá doba návratnosti (Ts)	10,62	rokov
Reálna doba návratnosti (Tsd)	11,21	rokov
Čistá súčasná hodnota (NPV)	2 360 449,36	eur
Vnútorne výnosové percento (IRR)	10,10	%
Iné údaje		
Index rastu cien energie	1,04	
Index rastu ostatných prevádzkových nákladov	1,02	

Tabuľka 32 - Výsledky ekonomického hodnotenia – Variant 3

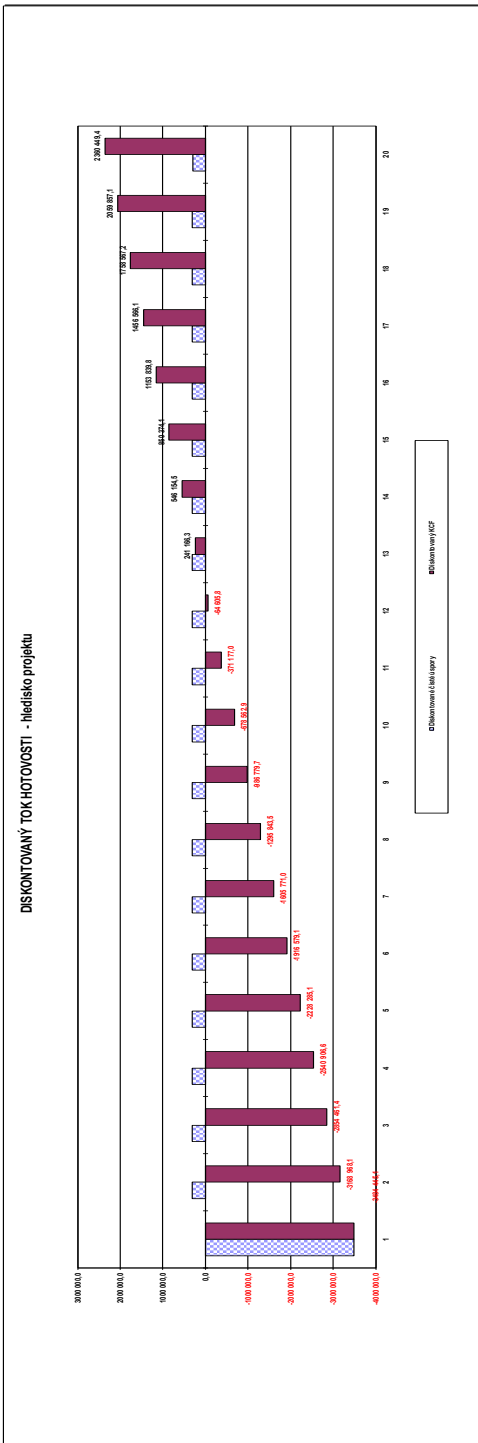
Výsledky ekonomického vyhodnotenia - 2. časť		
Ukazovateľ	Hodnota	Jednotka
<i>Variant 3- výmena všetkých výbojkových svietidiel</i>		
Náklady na realizáciu súboru opatrení	3 688 509,6	eur
Zmena nákladov na zabezpečenie energie (-zníženie/+ zvýšenie)	-273 064,08	eur
Zmena osobných nákladov, napríklad mzdy, poistné, ... (-/+)	0,00	eur
Zmena ostatných prevádzkových nákladov, napríklad opravy a údržba, služby, réžia, poistenie majetku, ...(-/+)	-55 185,00	eur
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napríklad emisie, odpady a iné (-/+)	0,00	eur
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využitie odpady, ... (-/+)	0,00	eur
Prínosy z realizácie súboru opatrení celkom	328 249,08	eur
Doba hodnotenia	20,00	rokov
Diskontný faktor	0,04	
Jednoduchá doba návratnosti (Ts)	10,84	rokov
Reálna doba návratnosti (Tsd)	11,45	rokov
Čistá súčasná hodnota (NPV)	2 368 061,16	eur
Vnútorne výnosové percento (IRR)	9,82	%
Iné údaje		
Index rastu cien energie	1,04	
Index rastu ostatných prevádzkových nákladov	1,02	

Ďalej sú uvedené tabuľky a grafy ekonomických prepočtov jednotlivých variant.

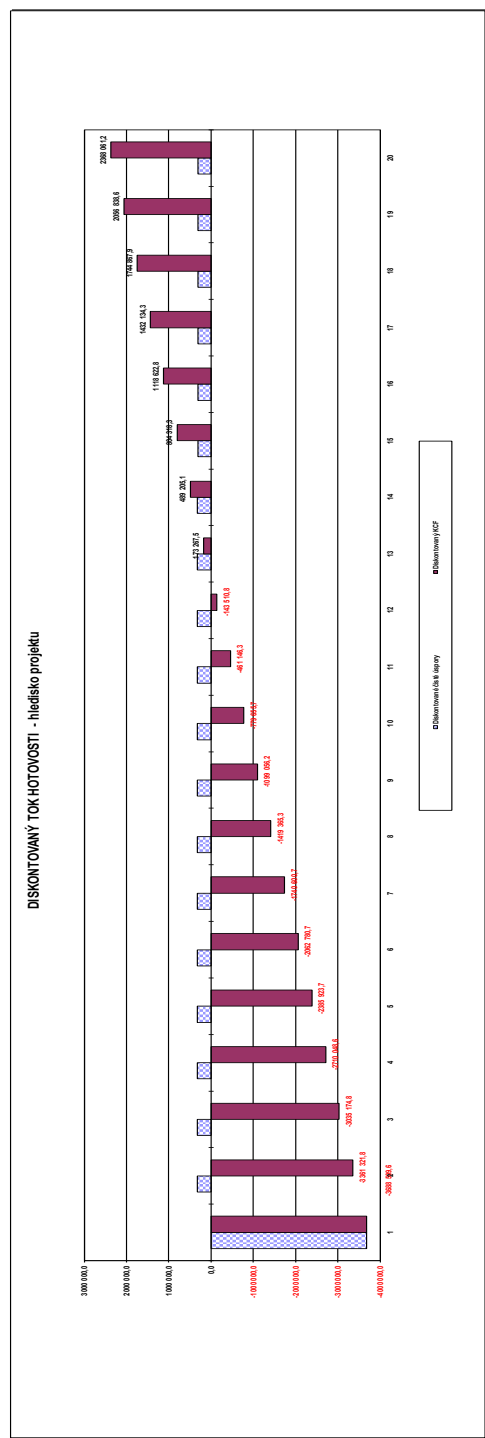
Názov:	Energetický audit verejného osvetlenia mesta Nitra																				
Dopravení:	Varianta 1 - výmena výbojkových svietidiel 150W a 100W																				
Podiel na projektovej záťaž:	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	
1) Náklady na realizáciu	1 183 323,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(2) Prevádzkové náklady celkom pred realizáciou projektu	633 765,3	653 393,5	673 703,0	684 708,4	716 435,1	738 809,6	762 159,5	786 513,3	811 100,5	838 852,0	863 489,7	891 076,8	919 617,7	948 181,2	976 735,5	1 011 389,0	1 044 159,0	1 078 080,9	1 113 205,9	1 148 576,0	
Provozom náklady osvetlenia	286 680,0	281 312,0	287 139,2	303 981,0	309 142,6	315 325,5	321 632,0	328 064,6	334 629,9	341 316,4	348 144,8	355 107,7	362 209,9	368 454,1	376 845,1	384 380,0	392 067,6	399 908,9	407 907,1	416 065,3	
Náklady na energiu celkom	348 185,3	382 081,5	376 564,8	391 927,4	407 932,5	423 984,2	440 927,5	469 148,6	476 474,6	495 533,6	515 354,9	535 968,1	557 407,9	579 704,2	602 892,4	627 009,0	652 089,4	678 171,9	705 289,8	733 510,7	
(3) Prevádzkové náklady po realizácii projektu	633 765,3	526 529,0	542 086,7	558 156,5	574 756,9	591 906,9	609 625,9	627 834,7	646 854,2	666 406,6	686 614,6	707 502,0	728 093,3	751 444,1	774 460,9	798 351,1	823 023,4	846 537,3	874 923,7	902 214,4	
Provozom náklady osvetlenia	286 680,0	275 175,6	280 979,1	286 292,7	292 016,5	297 559,9	303 916,6	309 892,4	316 090,9	322 412,7	328 860,2	335 437,5	342 146,3	348 989,2	355 969,0	363 088,4	370 350,1	377 757,1	385 312,3	393 016,5	
Náklady na energiu celkom	348 185,3	251 353,4	261 407,5	271 863,8	282 738,4	294 447,9	306 809,8	318 942,2	330 763,9	343 994,5	357 754,3	372 064,4	386 947,0	402 424,9	418 521,9	435 252,8	452 673,3	470 790,2	488 611,4	509 155,9	
(4) Zmena výška za energiu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(5) Pôvodný projekt (2+3+4)	0,0	126 864,5	131 616,4	136 551,8	141 678,2	147 002,8	152 533,6	158 279,6	164 246,3	170 445,4	176 885,1	183 574,8	190 524,4	197 741,1	205 244,6	213 036,9	221 132,6	229 545,5	238 282,2	247 361,6	
(6) Ľúčňí cash flow (5-1)	-1 183 323,9	126 864,5	131 616,4	136 551,8	141 678,2	147 002,8	152 533,6	158 279,6	164 246,3	170 445,4	176 885,1	183 574,8	190 524,4	197 741,1	205 244,6	213 036,9	221 132,6	229 545,5	238 282,2	247 361,6	
(7) Kumulovaný tok hotovosti	-1 183 323,9	-1 088 489,4	-924 432,0	-788 291,2	-646 613,0	-499 610,2	-347 076,7	-188 798,1	-24 651,8	66 332,7	322 779,8	606 353,7	896 876,1	894 622,2	1 098 868,8	1 312 909,8	1 524 036,3	1 763 579,8	2 001 662,0	2 249 229,6	
(8) Diskontovaný roční cash flow	0,0	-1 183 323,9	12 198,5	121 984,1	121 107,1	120 825,6	120 549,5	120 279,7	120 013,2	119 752,7	119 497,3	119 246,7	119 001,0	118 760,0	118 523,6	118 291,8	118 064,5	117 841,5	117 622,8	117 408,3	
(9) Diskontovaný kumulovaný cash flow	-1 183 323,9	-1 081 338,3	-939 652,1	-819 259,0	-697 193,9	-576 325,3	-458 775,8	-335 487,1	-215 483,9	-95 791,2	23 765,0	143 025,8	262 015,8	380 775,9	495 297,4	617 589,2	738 653,7	858 495,2	971 119,0	1 088 526,3	
Index rastu cen energie																					
Index rastu ostatných provozných nákladů																					
Diskontná satba																					
Časť súčasnej hodnoty (NPV)	eur																				
Vnívaní výnosové procento (IRR)	%																				
Práha doba návratnosti	let																				
Peňažná doba návratnosti (T ₀)	let																				



Názov:	Energetický audit verejného osvetlenia mesta Nitra																				
Opätrenie:	Varianta 2 - výmena výrobných svietidiel I15W, I10W, I70W, I50W																				
Hledisko 'populár' 'zariadení'	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	
	(€)																				
(1) Náklady na realizáciu IN	3 484 445,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(2) Provozní náklady celkom pred realizáciou projektu	633 755,3	653 393,5	673 703,0	694 708,4	716 435,1	739 098,6	762 158,5	788 213,3	811 700,5	836 852,0	863 697,7	891 076,8	919 817,7	949 158,2	979 735,5	1 011 388,0	1 044 156,0	1 078 089,9	1 113 205,9	1 148 576,0	
(3) Provozní náklady ostatní	285 800,0	291 312,0	297 139,2	303 081,0	309 142,6	316 325,5	323 632,0	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	328 064,6	
Náklady na energi celkom	348 155,3	362 081,5	376 564,8	391 627,4	407 292,5	423 564,2	440 527,5	458 148,6	476 635,9	495 533,5	515 354,0	535 989,1	557 407,9	579 704,2	602 892,4	627 080,0	652 088,4	678 171,9	705 290,8	733 510,7	
(4) Provozní náklady po realizácii projektu	633 755,3	325 297,4	333 532,7	342 001,8	350 712,2	359 671,7	368 888,1	378 359,3	388 125,3	398 163,5	408 493,4	419 124,6	430 066,8	441 330,3	452 925,6	464 863,5	477 155,3	489 812,8	502 846,0	516 273,4	
(5) Provozní náklady ostatní	285 800,0	238 333,0	245 695,7	252 451,5	258 520,5	265 890,9	269 964,7	274 344,0	279 509,3	285 427,5	291 136,1	296 595,9	302 899,0	309 995,0	315 135,1	321 437,8	327 866,5	334 423,9	341 112,3	347 924,1	
(6) Zmena tržieb za energi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(7) Prínosy projektu (2)-(5)+(6)	0,0	328 096,1	340 170,4	352 706,6	365 723,9	379 238,0	393 271,4	407 843,4	422 975,2	438 688,5	455 006,3	471 982,2	489 550,9	507 827,9	526 809,9	546 524,6	567 000,7	588 265,1	610 356,0	633 302,6	
(8) Roční cash flow (7)-(1)	-3 484 445,1	-3 155 349,0	-2 816 173,6	-2 463 472,0	-2 097 745,1	-1 719 511,1	-1 325 239,7	-917 396,3	-494 421,1	-55 732,6	399 273,8	871 226,0	1 380 776,9	1 868 804,8	2 395 414,7	2 941 939,3	3 508 940,0	4 097 200,0	4 707 565,0	5 340 866,6	
(9) Kumulovaný roční cash flow	-3 484 445,1	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	-3 155 349,0	
(10) Diskontovaný kumulovaný cash flow	-3 484 445,1	-3 169 995,1	-2 854 461,4	-2 540 906,6	-2 228 285,1	-1 916 579,1	-1 605 771,0	-1 298 840,3	-988 779,7	-678 562,9	-371 177,0	-44 805,8	241 166,3	546 154,5	850 374,1	1 153 839,8	1 458 565,1	1 758 857,2	2 059 857,1	2 360 449,4	
Index rastu cen energie	1,04																				
Index rastu oštiehí provozních nákladů	1,02																				
Diskontní sazba	0,04																				
Časť současná hodnota (NPV)	2 389 468,4																				
Vnitřní výnosová procento (IRR)	10,7																				
Průběh návratnosti	10,6																				
Reálná doba návratnosti (T ₀)	11,2																				



Názov : Energetický audit verejného osvetlenia mesta Nitra		(€)																				
Opätieni		2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	
Th	Ts																					
		3 688 999,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(1) Náklady na realizáciu IN		633 755,3	673 703,0	684 708,4	716 435,1	738 909,6	762 159,5	786 213,3	811 000,5	838 822,0	863 499,7	881 076,8	919 617,7	941 159,2	975 735,5	1 011 389,0	1 044 159,0	1 078 809,3	1 113 206,9	1 148 576,0	1 185 065,3	
(2) Prevádzkové náklady celkom pred realizáciou projektu		285 600,0	291 312,0	297 138,2	303 081,0	309 142,6	315 332,5	321 632,0	328 064,6	334 629,9	341 318,4	348 144,8	356 107,7	362 209,9	368 454,1	374 839,0	381 366,6	388 037,6	394 851,9	402 807,1	416 065,3	
Provozovacie náklady osvetlenia		348 165,3	362 081,5	376 564,8	391 627,4	407 292,5	423 584,2	440 527,5	459 148,6	478 474,6	498 533,6	519 361,1	537 079,9	562 802,4	602 802,4	627 009,0	652 089,4	678 771,9	705 299,8	733 510,7	762 310,7	
Náklady na energiu celkom		633 755,3	313 118,2	320 942,5	328 895,7	337 254,7	345 766,8	354 499,1	363 489,4	372 735,4	382 245,5	392 028,0	402 091,6	412 445,4	424 098,8	436 061,4	448 343,3	460 954,9	473 909,9	487 210,4	498 877,1	
(3) Prevádzkové náklady po realizácii projektu		285 600,0	235 023,5	239 723,6	244 516,3	249 408,6	254 396,9	259 484,7	264 671,4	269 957,9	275 337,5	280 814,6	286 492,1	292 271,9	298 165,4	304 277,7	310 603,3	317 144,4	322 898,4	329 867,1	335 671,1	
Náklady na energiu celkom		348 165,3	78 094,9	81 218,7	84 369,4	87 846,1	91 369,9	94 914,4	98 487,9	102 107,6	105 777,3	109 492,1	113 250,5	117 053,8	120 903,4	124 809,7	128 772,0	132 793,5	136 874,5	141 017,3	145 226,0	
(4) Zmena tržieb za energiu		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
(5) Prínosy projektu (2)-(3)+(4)		0,0	340 275,3	382 760,6	385 722,7	379 180,4	393 152,9	407 680,4	422 723,9	438 365,1	454 606,5	471 471,7	488 965,2	507 172,3	526 059,4	546 674,1	568 044,7	587 201,1	608 774,0	631 995,5	656 689,9	
(6) Tržby z cash flow (5)-(1)		-3 688 999,6	340 275,3	382 760,6	385 722,7	379 180,4	393 152,9	407 680,4	422 723,9	438 365,1	454 606,5	471 471,7	488 965,2	507 172,3	526 059,4	546 674,1	568 044,7	587 201,1	608 774,0	631 995,5	656 689,9	
(7) Kumulovaný tok hotovosti		-3 688 999,6	-3 348 234,2	-2 965 473,7	-2 539 751,0	-2 159 970,6	-1 823 477,7	-1 449 757,3	-1 027 033,4	-588 683,3	-134 061,8	377 409,9	828 385,1	1 333 567,4	1 859 628,8	2 405 309,9	2 971 346,6	3 559 546,6	4 167 720,6	4 799 771,1	5 458 416,0	
(8) Diskontovaný ročný cash flow		-3 688 999,6	327 187,8	326 447,0	325 126,2	324 125,0	323 143,0	322 180,0	321 235,4	320 309,1	319 400,5	318 509,4	317 635,5	316 778,3	315 937,7	315 113,2	314 304,5	313 511,4	312 733,6	311 970,7	311 224,5	
(9) Diskontovaný kumulovaný cash flow		-3 688 999,6	-3 361 321,8	-3 035 174,8	-2 710 046,6	-2 385 923,7	-2 062 790,7	-1 740 600,7	-1 419 365,3	-1 099 065,2	-779 655,7	-461 146,3	-148 508,8	172 267,5	485 205,1	804 310,3	1 119 622,8	1 432 134,3	1 748 867,9	2 058 838,6	2 368 061,2	
Index rastu cen energie	104																					
Index rastu ostatných provozných nákladov	102																					
Diskontná satza	104																					
Časť súčasnej hodnoty (NPV)																						
Vnitřní výnosové procento (IRR)																						
Průměr doby návratnosti (Ts)																						
Reálná doba návratnosti (Tsd)																						



6.5 Environmentálne hodnotenie opatrení

Navrhované variantné opatrenia modernizácie existujúceho výbojkového verejného osvetlenia prináša okrem energetických úspor v podobe zníženia spotreby elektrickej energie pri zlepšení svetelno-technických vlastností aj environmentálne efekty v podobe zníženia znečisťujúcich látok do ovzdušia vplyvom ušporenej elektriny.

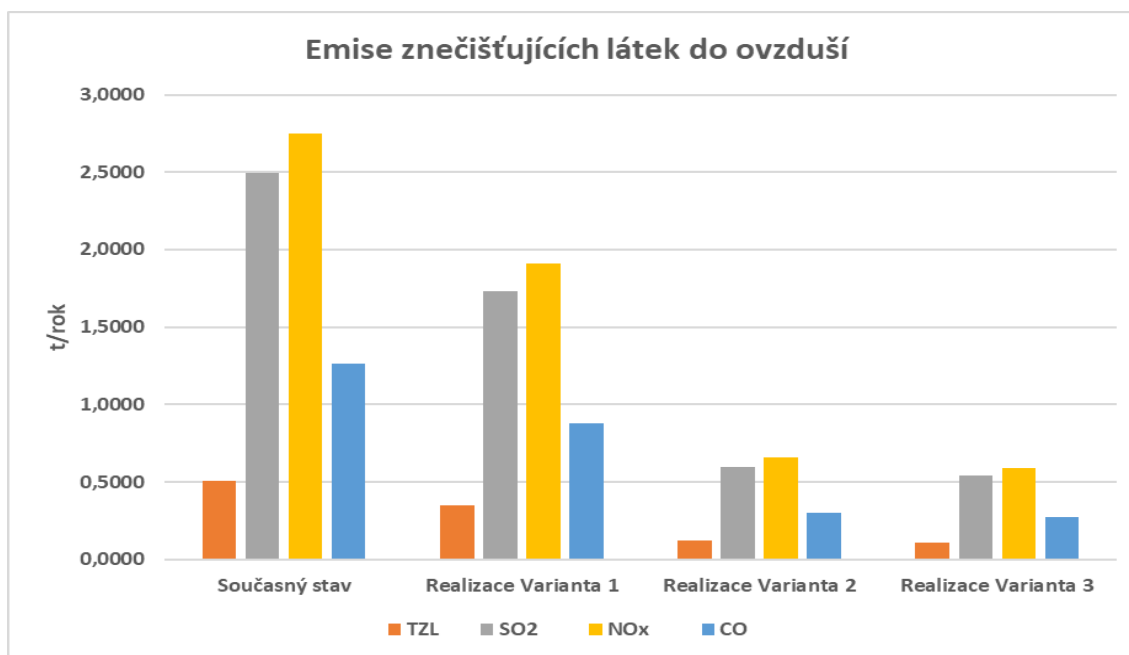
Na vyhodnotenie environmentálnych efektov posudzovaných úsporných opatrení v rámci sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra boli použité tieto emisné faktory:

Tabuľka 33 – Emisné faktory

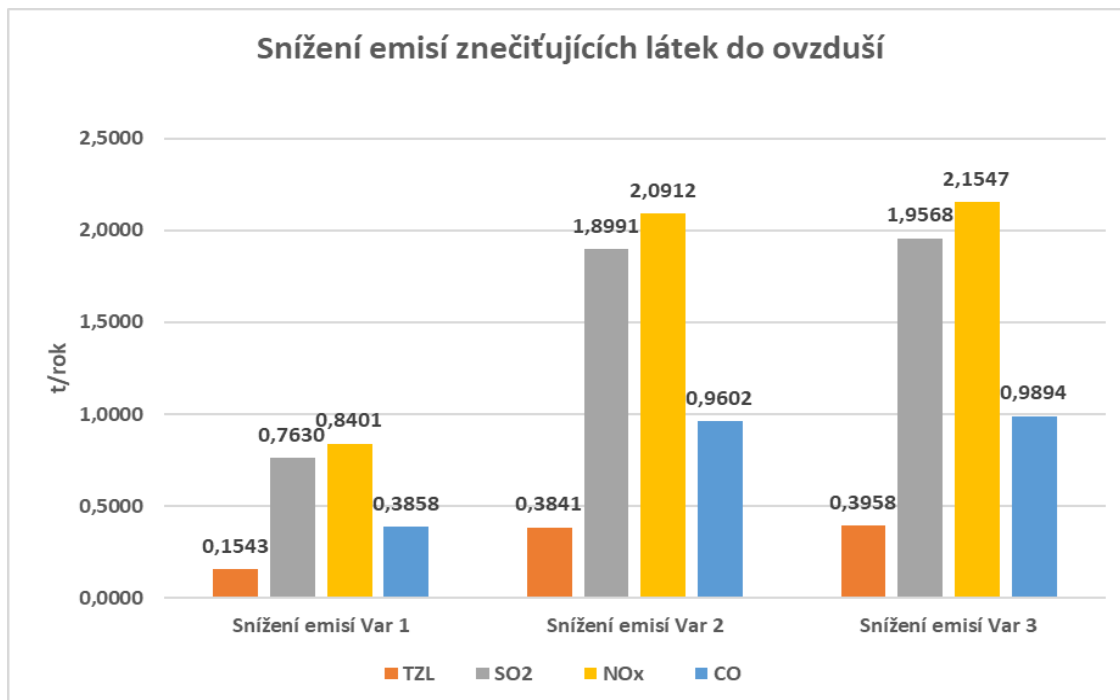
Emisie	t/MWh
TZL	0,00018
SO ₂	0,00089
NO _x	0,00098
CO	0,00045
CO ₂	0,167

Výsledky environmentálneho hodnotenia variantov úsporných opatrení sú prezentované v nasledujúcej tabuľke a grafoch.

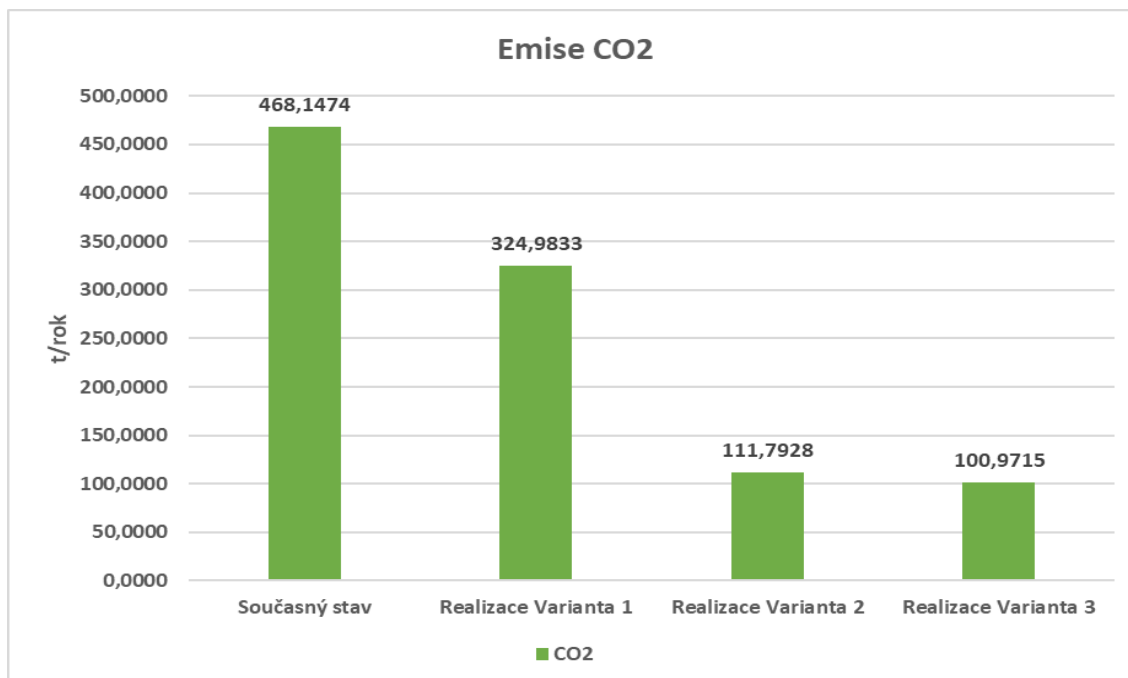
Tabuľka 34 - Environmentálne hodnotenie variant opatrení							
Emisie	Súčasný stav	Realizácia Variant 1	Zníženie emisií Variant 1	Realizácia Variant 2	Zníženie emisií Variant 2	Realizácia Variant 3	Zníženie emisií Variant 3
	t/rok						
TZL	0,5046	0,3503	0,1543	0,1205	0,3841	0,1088	0,3958
SO ₂	2,4949	1,7319	0,7630	0,5958	1,8991	0,5381	1,9568
NO _x	2,7472	1,9071	0,8401	0,6560	2,0912	0,5925	2,1547
CO	1,2615	0,8757	0,3858	0,3012	0,9602	0,2721	0,9894
CO ₂	468,1474	324,9833	143,1641	111,7928	356,3546	100,9715	367,1759



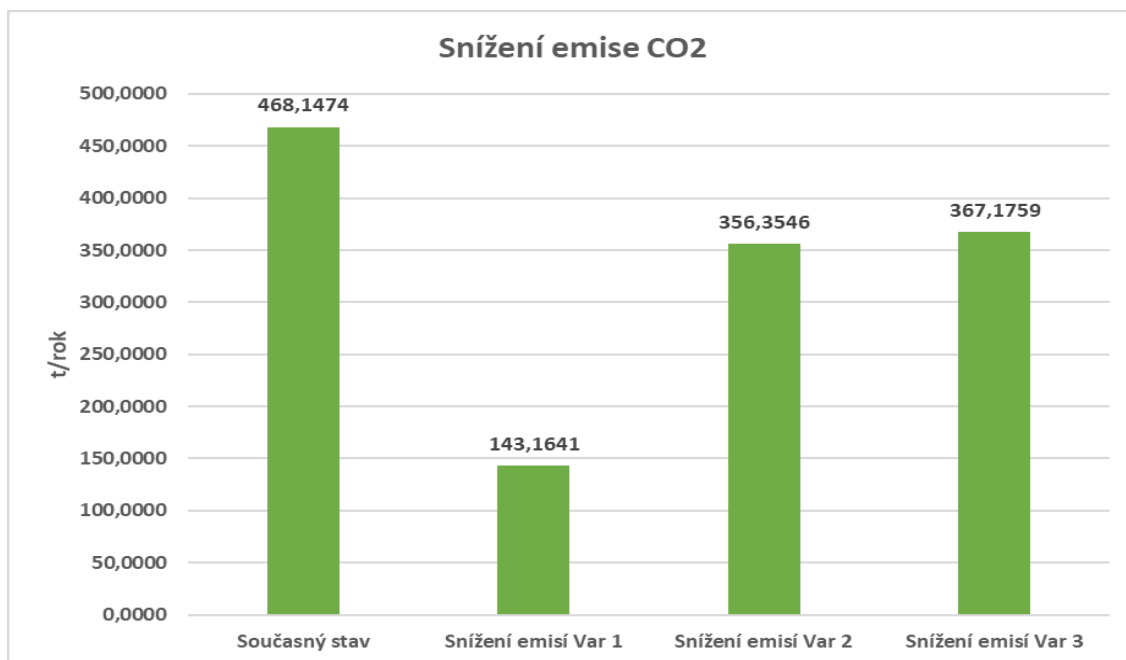
Graf 17 – Emisie znečisťujúcich látok do ovzdušia



Graf 18 – Zníženie emisií variantov



Graf 19 – Emisie CO₂ variantov



Graf 20 – Zníženie emisií CO₂

Z výsledkov je zjavné, že všetky tri varianty majú pozitívny vplyv na životné prostredie, pretože ich realizáciou by došlo k zníženiu ako znečisťujúcich látok do ovzdušia, tak najmä k zníženiu produkcie skleníkového plynu CO₂.

Najvýznamnejšie environmentálne vplyvy prináša variant 3, kedy by jeho realizáciou došlo k redukcii skleníkového plynu CO₂ o 367,2 ton za rok, čo je o viac ako 78% oproti súčasnemu stavu. Rovnako úsporné opatrenie formulované vo variante 2 prináša významné zníženie produkcie CO₂, a to o 76,1 %. Variant 1 by svojim vplyvom priniesol zníženie emisií CO₂ o 30,6 %.

6.6 Východiskové podmienky pre stanovenie hodnôt úspor energie a nákladov

Vyššie uvedené výsledky energetického, ekonomického a ekologického hodnotenia navrhnutých variantov energeticky úsporného projektu platia pre tieto okrajové podmienky:

Energetické

Ozn.	Špecifikácia okraj. podmienky	Merná jednotka	Hodnota
O01	Údaje o spotrebe energie v r. 2019 - 2021	-	Odovzdané zadávateľom (vlastníkom)
O02	Údaje o energetických systémoch VO k roku	rok	2022

Ekonomické

Ozn.	Špecifikácia okraj. podmienky	Merná jednotka	Hodnota
O03	Diskontný činiteľ	-	1,04
O04	Doba životnosti	roky	20
O05	Cena el. energie (bez DPH)	€ kWh ⁻¹	0,1242
	Medziročná eskalácia cien el. energie	%	4
O06	nákladov na prevádzku	%	2
O07	Cenová hladina výrobkov, materiálu a práce	rok	2022

Ekologické

Ozn.	Špecifikácia okraj. podmienky	Merná jednotka	Hodnota
O08	Emisné koeficienty znečisťujúcich látok (vrátane CO ₂)	t/rok	TZL 0,00018 SO ₂ 0,00089 NO _x 0,00098 CO 0,00045 CO ₂ 0,16700

6.7 Odôvodnenie odporúčaných opatrení z hľadiska technických, ekonomických a iných dohodnutých hodnotiacich kritérií

Existujúca sústava verejného osvetlenia mesta Nitra je už zastaraná a energeticky náročná, svietidlá sú osadené prevažne výbojkovými svetelnými zdrojmi s príkonmi od 36 do 150 W bez možnosti regulácie svitu. Optická časť existujúcich svietidiel je už silne zastaraná s neprimerane nízkou svetelnou účinnosťou optickej časti. Tieto svietidlá v kombinácii s vysokotlakovou výbojkou je možné hodnotiť ako nevhodné. Výkony výbojkových svietidiel boli navrhnuté podľa platných noriem v čase inštalácie verejného osvetlenia. Súčasnú normu podrobne špecifikujú svetelno-technické požiadavky na osvetľovanie pozemných komunikácií v detailnejšom rozdelení ako pôvodné normy. Z tohto možno usudzovať, že v súčasnosti je v dôsledku podstatného zvýšenia intenzity dopravy, ktorá má podstatný vplyv na stanovenie úrovne osvetlenia/jasov pozemnej komunikácie, ďalej morálne a fyzicky zastaraných svietidiel, kvalita osvetlenia pozemných komunikácií pod úrovňou dnešných požiadaviek. Na základe toho bolo pristúpené k formulácii úsporných opatrení, ktoré budú plniť súčasné požiadavky na plnenie svetelno-technických požiadaviek osvetľovacích sústav mestských komunikácií a zároveň povedú k významnému zníženiu spotreby energie, a teda aj produkcie skleníkových plynov.

Navrhované opatrenia na zníženie energetickej náročnosti sústavy verejného osvetlenia sú zamerané na výmenu existujúcich, energeticky náročných výbojkových svietidiel verejného osvetlenia. V rámci energetického auditu sú navrhnuté tri varianty úsporných opatrení.

Prvý variant sa zameriava iba na výmenu sodíkových svietidiel s výbojkami 100W a 150W v celkovom počte 2260 ks svietidiel. Jedná sa o výmenu svietidiel so svetelnými zdrojmi s najvyšším príkonom a podielom 40,7% na celkovej spotrebe elektrickej energie výbojkového osvetlenia VO mesta.

Druhý variant je rozšírený oproti variantu 1 o výmenu sodíkových svietidiel s výbojkami 70W a 50W a celkový počet svietidiel na výmenu tak činí 6860 ks svietidiel a podielom 97% na celkovej spotrebe výbojkového osvetlenia.

Tretí variant je potom doplnený o ostatné výbojové zdroje s príkonom 36W v celkovom počte 7358 ks svietidiel a jej realizácia by viedla ku kompletnej náhrade výbojkových svietidiel osvetľovacej sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra.

Variantné úsporné opatrenia tiež zahŕňajú doplnenie svietidiel verejného osvetlenia na zabezpečenie kvality osvetlenia pozemných komunikácií v lokalitách s vrchným vedením, ktoré sú nedostatočne osvetlené (svietidlá sú umiestnené vo veľkých vzdialenostiach od stožiar). Počet doplnujúcich svietidiel je špecifikovaný v popise variantov úsporných opatrení.

Súčasná ročná spotreba elektriny inštalovaných výbojkových svietidiel je 2 803 278 kWh a predstavuje viac ako 85 % súčasnej spotreby sústavy VO mesta.

Úsporné opatrenia formulované vo všetkých troch variantných návrhoch prinášajú významné úspory elektrickej energie. Výška úspor je závislá od rozsahu vymieňaných svietidiel. Nižšie sú špecifikované úspory elektrickej energie navrhovaných opatrení.

Tabuľka 35 - Úspory el. energie variantov

Opatrenia	Súčasná spotreba	Spotreba po realizácii opatrení	Úspora el. energie	Percentuálny podiel úspor
	kWh	kWh	kWh	%
Variant 1	2 803 277,8	1 946 007,7	857 270,1	30,6%
Variant 2	2 803 277,8	669 417,7	2 133 860,1	76,1%
Variant 3	2 803 277,8	604 619,9	2 198 657,9	78,4%

Z prehľadu je zrejmé, že významné úspory spotreby elektriny dosahujú opatrenia formulované vo variantoch 2 a 3.

Úsporné riešenia definované v jednotlivých variantoch budú prinášať aj úspory nákladov spojených s prevádzkovaním osvetľovacej sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra. Úspora nákladov je dosahovaná jednak vplyvom zníženia spotreby elektrickej energie, ako aj vplyvom úspor nákladov na údržbu a opravy svietidiel. Ich výška je uvedená v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 36 – Ročné úspory prevádzkových nákladov variantov

Variant	Ročná úspora nákladov na elektrinu (€)	Ročná úspora nákladov na prevádzku a údržbu (€)	Ročná úspora prevádzkových nákladov (€)
Variant 1	106 469	15 820	122 289
Variant 2	265 016	51 450	316 466
Variant 3	273 064	55 185	328 249

Z hľadiska investičnej náročnosti realizácie opatrení zameraných na modernizáciu osvetľovacej sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra, najvyššie finančné zdroje bude vyžadovať variant 3, ktorý reprezentuje riešenie spočívajúce v úplnej náhrade existujúcich výbojkových svietidiel inštalovaných v osvetľovacej sústave VO. Výška stanovených investičných nákladov (bez DPH) je špecifikovaná v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 37 - Investiční náklady variant

Položka	Variant 1	Variant 2	Variant 3
	€	€	€
LED svietidlá	835 094	2 429 619	2 570 654
Výložníky na vrchnom vedení a stožiare	64 651	210 122	218 113
Kábel CYKY 5x1,5	29 477	72 009	76 160
Demontáže a montáže svietidiel, káblov a výložníkov	170 207	514 986	547 935
Technické dokumentácie projektu výmeny svietidiel	52 927	163 966	174 904
Ostatné vedľajšie náklady	30 968	93 743	100 743
Investičné náklady celkom bez DPH	1 183 324	3 484 445	3 688 510

Definované variantné úsporné opatrenia boli tiež vyhodnotené z hľadiska ekonomickej efektívnosti investícií spojených s ich realizáciou. Vyhodnotenie vychádzalo zo súčasnej cenovej úrovne výrobkov a zmluvnej ceny elektrickej energie pre rok 2022, diskontného faktora 0,04 a medziročnej eskalácie en elektriny a prevádzkových nákladov.

Z hľadiska kritériálneho ukazovateľa v podobe jednoduchej doby návratnosti investície je poradie variantov nasledovné:

Tabuľka 38 – Jednoduchá doba návratnosti investícií

1.	Variant 1	9,3 roku
2.	Variant 2	10,6 rokov
3.	Variant 3	10,8 rokov

Hodnotenie úsporných opatrení na báze dynamických kritériálnych ukazovateľov NPV, IRR a reálnej doby návratnosti viedlo k týmto výsledkom.

Tabuľka 39 – Výsledky dynamických metód ekonomického hodnotenia variant

Ukazovateľ	Variant 1	Variant 2	Variant 3	
Reálna doba návratnosti (Tsd)	9,80	11,21	11,45	rokov
Čistá súčasná hodnota (NPV)	1 088 526,33	2 360 449,36	2 368 061,16	eur
Vnútorne výnosové percento (IRR)	11,95	10,10	9,82	%

Z ekonomického hodnotenia vyplynulo, že najkratšiu dobu jednoduchej návratnosti vykazuje opatrenie sformulované vo variante 1. Naopak z hľadiska výšky čistej súčasnej hodnoty NPV je najlepšie opatrenie vo variante 3, kedy diskontovaný tok hotovosti (cash flow) dosahuje hodnotu takmer 2,368 mil. 20 rokov. Variant 2 potom dosahuje veľmi blízke hodnoty a to 2,360 mil. Euro, pričom jej investičné náklady sú nižšie o viac ako 200 tis. euro. Naopak variant 1 dosahuje hodnotu NPV 1,088 mil. euro, čo je iba necelých 46 % vyššie NPV variant 3.

Navrhované a posudzované úsporné opatrenia majú okrem vyššie uvedených efektov a nárokov tiež veľmi pozitívny environmentálny vplyv. Okrem zníženia znečisťujúcich látok do ovzdušia je hlavným efektom zníženie produkcie skleníkových plynov, a to oxidu uhličitého CO₂.

Tabuľka 40 – Environmentálne hodnotenie variantov – CO₂

Emisie	Súčasný stav	Realizácia Variant 1	Zníženie emisií Variant 1	Realizácia Variant 2	Zníženie emisií Variant 2	Realizácia Variant 3	Zníženie emisií Variant 3
	t/rok						
CO ₂	468,1474	324,9833	143,1641	111,7928	356,3546	100,9715	367,1759

Najvyšší efekt sa dosiahne v prípade realizácie variantu 3, ktorý by prispel k zníženiu emisií CO₂ o 367,2 t/rok, nasledovaný variantom 2 s efektom zníženia emisií skleníkových plynov o 356,4 t/rok. Najnižší efekt potom bude dosiahnutý v prípade realizácie variantu 1, a to vo výške 143,2 t/rok.

Všetky posudzované úsporné opatrenia využívajú moderné LED svietidlá, ktoré okrem zaistenia kvality osvetlenia pozemných komunikácií mesta zaistia vďaka svetelno-technickým parametrom aj významné energetické úspory a zníženie prevádzkových nákladov VO.

Variant 1, ktorý vykazuje najkratšiu jednoduchú dobu návratnosti vynaložených investícií, rieši predmetnú problematiku obmedzene, pretože jej realizáciou bude dotknutých iba 25 % svietidiel VO. To sa prejavuje v najnižších úsporách CO₂, najnižšej úspore spotreby elektrickej energie a najnižšej hodnote diskontovaného toku hotovosti vygenerovaného realizáciou tohto opatrenia. Naopak vykazuje najnižšiu investičnú náročnosť.

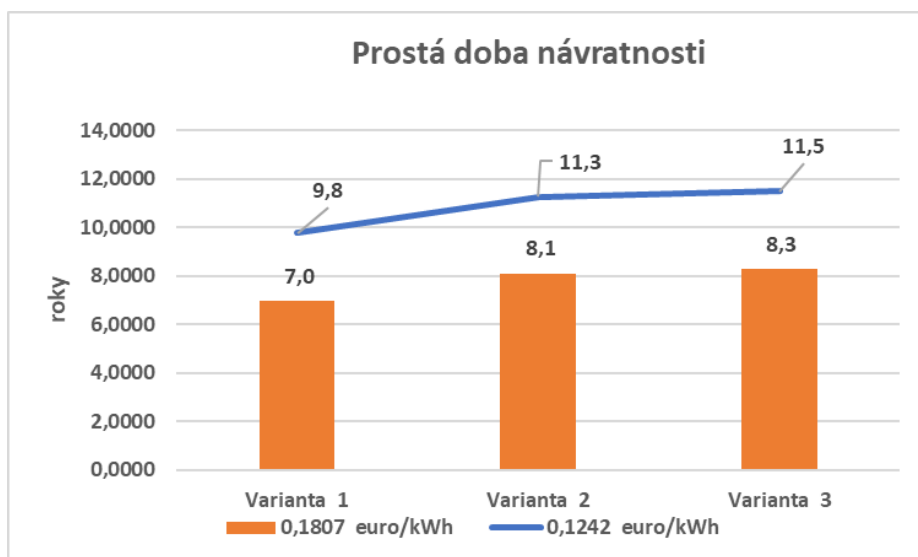
Variant 2 dosahuje druhú najkratšiu dobu jednoduchej návratnosti, rieši však významne vyšší podiel výmeny svetidiel VO, a to 77% všetkých existujúcich inštalovaných svetelných miest. Z hľadiska úspor spotreby elektrickej energie, výšky diskontovanej hodnoty cash flow a úspory produkcie CO₂ je o niekoľko percent za efektom variantu 3. Naopak, z hľadiska investičnej náročnosti je výhodnejší ako variant 3.

Variant 3 vykazuje najdlhšiu jednoduchú dobu návratnosti. Svojím rozsahom však rieši úplnú výmenu výbojkového osvetlenia a jej realizácia by priniesla najvyššie úspory elektrickej energie, CO₂ a najvyššiu hodnotu diskontovaného cash flow. Naopak, je investične najnáročnejšia, a to aj z hľadiska realizovateľnosti.

Ak prihliadneme na súčasný vývoj na trhu s elektrickou energiou, je zrejmé, že v najbližšej dobe možno očakávať skokový nárast ceny za dodávku silovej elektriny. Táto situácia bude mať významný vplyv na prevádzkové náklady súčasnej energeticky náročnej osvetľovacej sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra.

Nepriaznivý vývoj cien elektrickej energie podporuje realizáciu úsporných opatrení v sústave VO mesta formulovaných vo variantných riešeniach, pretože ich efektívnosť v očakávanej cenovej úrovni silovej elektriny bude výrazne vyššia.

Napr. pri 100% náraste ceny za dodávku silovej elektriny, dôjde k skráteniu doby návratnosti vynaložených investičných prostriedkov pri variantoch 1 o 2,8 rokov a pri variante 2 a pri variante 3 o 3,2 rokov (viď. graf).



Graf 21 – Porovnanie doby návratnosti pri súčasnej a očakávanej cene silovej elektriny

Z vyššie uvedených dôvodov odporúčame na realizáciu variant 2, ktorý zahŕňa výmenu 6860 ks výbojkových svetidiel so svetelnými zdrojmi 150W, 100W, 70 W a 50W. Tento variant úsporných opatrení VO prináša ako kladné ekonomické a environmentálne efekty, tak svojím rozsahom povedie k výraznému zníženiu energetickej náročnosti, zásadnú modernizáciu a zvýšenie kvality sústavy verejného osvetlenia mesta Nitra a nadviaže na predchádzajúcu čiastkovú etapu modernizácie VO.

Realizácia tohto variantu úsporných opatrení taktiež zaistí bezproblémové zaradenie svetelnej sústavy do systému SMART CITY mesta Nitra.

Ďalším významným efektom tohto úsporného opatrenia je fakt, že jeho realizácia prispeje ku každoročnému zníženiu produkcie CO₂ o 356 ton.

7 SÚHRNNÝ INFORMAČNÝ LIST

<i>Názov subjektu alebo obchodné meno, identifikačné číslo a sídlo:</i>				
Mesto Nitra, Štefánikova tr.60, 95006 Nitra, zastúpené primátorom p. Marekom Hattasom, IČO 00308307, DIČ 2021102853				
<i>Meno, priezvisko a adresa trvalého pobytu alebo obdobného pobytu energetického audítora:</i>				
Ing. Vladimír Laco, Ph.D.				
<i>Zoznam opatrení na zlepšenie energetickej efektívnosti:</i>				
<p>Odporúčaný návrh opatrenia formulovaný vo variante 2 sa zameriava na výmenu výbojkových svietidiel VO s výkonmi svietidiel VO od 50 W do 150 W – konkrétne s výkonmi 50 W (293 ks), 70 W (4 307 ks), 100 W (1 872 ks) a 150 W (388 ks) za energeticky úsporné LED svietidlá. Z celkového počtu svietidiel VO sa jedná o celkom 6 860 svietidiel VO, čo predstavuje 74,2 % všetkých svietidiel VO na území mesta a 82,5 % celkového inštalovaného príkonu sústavy verejného osvetlenia.</p> <p>V rámci tohto variantu bude, pre zaistenie kvalitného osvetlenia pozemných komunikácií, nutné doplniť v lokalitách s vrchným vedením (oblasti s veľkými rozstupmi medzi existujúcimi svietidlami VO) celkom 1235 ks nových LED svietidiel VO vrátane výložníkov s dĺžkou 0,5m až 1,5m, ktoré sa nainštalujú na existujúce stožiare vrchného vedenia.</p> <p>Súčasne s výmenou svietidla bude vykonaná výmena kábla svietidla za kábel CYKY 5Cx1,5 (2 vodiče sú určené pre prípadnú budúcu PLC komunikáciu). Z dôvodu optimálneho umiestnenia svietidla voči pozemnej komunikácii je do projektu zahrnutá aj čiastočná výmena výložníka na existujúcom stožiarí verejného osvetlenia, a to v rozsahu cca 10% svetelných miest – t.j. v počte 690 ks výložníkov s dĺžkou vyloženia 1m alebo 2m.</p>				
<i>Predpokladané úspory energie dosiahnuté opatreniami:</i>				
Opatrenia	Súčasná spotreba	Spotreba po realizácii opatrení	Úspora el. energie	Percentuálny podiel úspor
	kWh	kWh	kWh	%
Variant 2	2 803 277,8	669 417,7	2 133 860,1	76,1%
<i>Predpokladané finančné náklady na realizáciu opatrení:</i>				
Finančné náklady spojené s realizáciou energeticky úsporných opatrení formulovaných vo variante 2 sú predpokladané v tejto výške a štruktúre:				
Položka	Finanční náklady			
	€			
LED svietidlá	2 429 619			
Výložníky na vrchnom vedení a stožiare	210 122			
Kábel CYKY 5x1,5	72 009			
Demontáže a montáže svietidiel, káblov a výložníku	514 986			
Technické dokumentácie projektu výmeny svietidiel	163 966			
Ostatné vedľajšie náklady	93 743			
Investičné náklady celkom bez DPH	3 484 445			
<i>Iné údaje:</i>				

Výsledky ekonomického hodnotenia odporúčaného variantu úsporných opatrení v osvetľovacej sústave verejného osvetlenia mesta Nitra sú tieto:

Ukazovateľ	Hodnota	Jednotka
Variant 2- výmena výbojkových svietidiel 150W,100W,70W a 50W		
Náklady na realizáciu súboru opatrení	3 484 445,09	eur
Zmena nákladov na zabezpečenie energie (-zníženie/+ zvýšenie)	-265 016,44	eur
Zmena osobných nákladov, napríklad mzdy, poistné, ... (-/+)	0,00	eur
Zmena ostatných prevádzkových nákladov, napríklad opravy a údržba, služby, réžia, poistenie majetku, ...(-/+)	-51 450,00	eur
Zmena iných samostatne uvádzaných nákladov, napríklad emisie, odpady a iné (-/+)	0,00	eur
Zmena tržieb, napr. za teplo, elektrinu, využitie odpady, ... (-/+)	0,00	eur
Prínosy z realizácie súboru opatrení celkom	316 466,44	eur
Doba hodnotenia	20,00	rokov
Diskontný faktor	0,04	
Jednoduchá doba návratnosti (Ts)	10,62	rokov
Reálna doba návratnosti (Tsd)	11,21	rokov
Čistá súčasná hodnota (NPV)	2 360 449,36	eur
Vnútorne výnosové percento (IRR)	10,10	%
Iné údaje		
Index rastu cien energie	1,04	
Index rastu ostatných prevádzkových nákladov	1,02	

Realizácia odporúčaného úsporného opatrenia VO mesta Nitra – variant 2 povedie k týmto environmentálnym efektom:

Emisie	Súčasný stav	Variant 2	Úspora emisií
	t/rok		
TZL	0,50459	0,12050	0,38409
SO ₂	2,49492	0,59578	1,89914
NO _x	2,74721	0,65603	2,09118
CO	1,26148	0,30124	0,96024
CO ₂	468,147	111,793	356,355

8 SÚBOR ÚDAJOV PRE MONITOROVACÍ SYSTÉM

Identifikačné údaje (názov alebo obchodné meno a sídlo, identifikačné číslo, daňové identifikačné číslo)			
Mesto Nitra, Štefánikova tr.60, 95006 Nitra, zastúpené primátorom p. Marekom Hattasom, IČO 00308307, DIČ 2021102853			
Zatriedenie podľa SK NACE (podľa hlavnej činnosti objednávateľa energetického auditu)			
Celkový potenciál úspor energie (MWh)		2198,7	
Súbor odporúčaných opatrení na zníženie spotreby energie			
Stručný popis súboru odporúčaných opatrení	<p>Odporúčaný návrh opatrenia formulovaný vo variante 2 sa zameriava na výmenu výbojkových svietidiel VO s výkonmi svietidiel VO od 50 W do 150 W – konkrétne s výkonmi 50 W (293 ks), 70 W (4 307 ks), 100 W (1 872 ks) a 150 W (388 ks) za energeticky úsporné LED svietidlá. Z celkového počtu svietidiel VO sa jedná o celkom 6 860 svietidiel VO, čo predstavuje 77 % všetkých svietidiel VO na území mesta a 99 % celkového inštalovaného príkonu sústavy verejného osvetlenia. V rámci tohto variantu bude pre zaistenie kvalitného osvetlenia pozemných komunikácií nutné doplniť v lokalitách s vrchným vedením (oblasti s veľkými rozstupmi medzi existujúcimi svietidlami VO) celkom 1235 ks nových LED svietidiel VO vrátane výložníkov s dĺžkou 0,5m až 1,5m, ktoré sa nainštalujú na existujúce stožiare vrchného vedenia. Súčasne s výmenou svietidla bude vykonaná výmena kábla svietidla za kábel CYKY 5Cx1,5 (2 vodiče sú určené pre prípadnú budúcu PLC komunikáciu). Z dôvodu optimálneho umiestnenia svietidla voči pozemnej komunikácii je do projektu zahrnutá aj čiastočná výmena výložníka na existujúcom stožiare verejného osvetlenia, a to v rozsahu cca 10% svetelných miest – t.j. v počte 690 ks výložníkov s dĺžkou vyloženia 1m alebo 2m.</p>		
Náklady na technológie pre premenu a distribúciu energie (v tisícoch eur)		72, 0	
Náklady na výrobné technológie (v tisícoch eur)		2 639, 7	
Náklady na znižovanie energetickej náročnosti budov (v tisícoch eur)		0	
Iné náklady (v tisícoch eur)		772, 7	
Sumárne bilančné údaje			
	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Spotreba energie (MWh/r)	2803,278	669,418	2133,860
Náklady na energiu v aktuálnych cenách (v tisícoch eur)	348,155	83, 139	265, 016
Prínosy z hľadiska ochrany životného prostredia			

Znečisťujúca látka/skleníkový plyn			
	Pred realizáciou súboru opatrení	Po realizácii súboru opatrení	Rozdiel
Tuhé znečisťujúce látky (t/r)	0,50459	0,12050	0,38409
SO ₂ (t/r)	2,49492	0,59578	1,89914
No _x (t/r)	2,74721	0,65603	2,09118
CO (t/r)	1,26148	0,30124	0,96024
CO ₂ (t/r)	468,147	111,793	356,355
Ekonomické vyhodnotenie			
Cash - Flow projektu (v tisícoch eur/r)	265, 016	Doba hodnotenia (roky)	20
Jednoduchá doba návratnosti (roky)	10,6	Diskontná sadzba (%)	4
Reálna doba návratnosti (roky)	11,2	NPV (v tisícoch eur)	2 360 ,45
		IRR (%)	10,1
Energetický audítor	Ing. Vladimír Laco, Ph.D.		
Podpis		Dátum	

9 ZÁZNAM O ODOVZDANÍ A PREVZATÍ PÍ SOMNEJ SPRÁVY

Predmet zákazky:

Energetický audit sústavy verejného osvetlenia v meste Nitra

Názov	Mesto Nitra		
Štatutárny orgán	Verejná správa		
Adresa	Štefánikova trieda 80/60, 95006 Nitra		
IČ	00308307	Zodpovedný zástupca	Ing. Jaroslav Jazvinský
Telefón	M: 037/6502 218	E-mail	jazvinsky@msunitra.sk

ZHOTOVITEĽ	
Názov	Arnea s.r.o.
Organizačno-právna forma	s.r.o.
Sídlo prevádzkovateľa	Jégého 15/D
	821 08 Bratislava
Štatutárny orgán prevádzkovateľa	Ing. Vladimír Laco, PhD., konateľ
Telefónne číslo	0915 071 791
e-mail:	info@arnea.sk

Dátum preberacieho konania	7.7.2022
-----------------------------------	----------

Zhotoviteľ na základe tohto protokolu odovzdáva a objednávateľ preberá predmetné dielo s prehlásením, že preberané dielo je v súlade s objednávkou.

*Za objednávateľa prevzal:**Za zhotoviteľa odovzdal:
Ing. Vladimír Laco, PhD., konateľ*

**10 KÓPIA OSVEDČENIA O ZÁPISE DO ZOZNAMU ENERGETICKÝCH
AUDÍTOROV A KÓPIA DOKLADU O POSLEDNOM ABSOLVOVANÍ
AKTUALIZÍCIE ODBORNEJ PRÍPRAVY**

SLOVENSKÁ REPUBLIKA
Slovenská inovačná a energetická agentúra

OSVEDČENIE

číslo: 321/2014-0117

SLIA
o odbornej spôsobilosti na výkon činnosti energetického audítora

podľa § 12 ods. 8 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov

LACO Vladimír
19.9.1989

V Banskej Bystrici, 12. 12. 2017


Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.
predseda skúšobnej komisie

SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Slovenská inovačná a energetická agentúra

POTVRDENIE

o zapísaní do zoznamu energetických audítorov

podľa § 12 ods. 9 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov

LACO Vladimír
19.9.1989

V Banskej Bystrici, 12. 12. 2017

Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.

riaditeľka odboru legislatívy, metodológie a vzdelávania



SLOVENSKÁ REPUBLIKA
Slovenská inovačná a energetická agentúra

POTVRDENIE

o účasti na aktualizaçnej odbornej príprave pre energetických audítorov
podľa § 12 ods. 10 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti
a o zmene a doplnení niektorých zákonov

LACO Vladimír Ing., Ph.D.
19.9.1989



V Banskej Bystrici, 23. 11. 2020

Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.
riaditeľka odboru legislatívy, metodológie a vzdelávania

11 PRÍLOHA – TECHNICKÉ PARAMETRE RIADIACEHO SYSTÉMU

11.1 Motivácia

V rámci dodávky technológie je nutné obstaranie kompletného softvéru, ktorý bude slúžiť nielen ako konfiguračno-monitorovací nástroj pre technológiu verejného osvetlenia, ale zároveň bude v budúcnosti umožňovať jednoduché pripojenie ďalších mestských technológií a zariadení.

11.2 Všeobecné požiadavky

- Systém bude obsahovať nasledujúce časti
 - a. Dátovo-integračnú vrstvu
 - b. Vrstvu monitorovania a riadenia
 - c. Vrstvu zjednoteného užívateľského rozhrania
- Systém bude rozdelený na jadro, do ktorého bude možné pridávať jednotlivé moduly
- Systém bude v základe dodaný s modulom pre verejné osvetlenie ako jeho základnou časťou
- Systém bude možné v budúcnosti doplniť o nový modul (napr. parkovanie, meranie kvality ovzdušia alebo udalosti v doprave), a to bez nutnosti zmeny jadra Systému
- Systém bude zapracovávať všetky informácie v reálnom čase a s minimálnym oneskorením (napr. registrácia poruchy zariadenia alebo zber aktuálnych údajov)
- Systém bude umožňovať pripojenie veľkého počtu koncových zariadení (až 10.000 lúčov verejného osvetlenia) bez nutnosti dodatočného rozširovania
- Systém bude možné nainštalovať na dedikované servery v majetku mesta

11.3 Požiadavky na údaje a integráciu

- Systém bude ukladať údaje o pripojenom zariadení, konkrétne
 - a. Názov
 - b. Identifikácia (sériové číslo)
 - c. Pozícia (WGS84)
 - d. Prevádzkový stav (s rozlíšením V poriadku, Podozrenie na chybu a Chyba a Nepripojené a Nedostupné)
 - e. Výrobca a model
 - f. Údaje o spotrebe
 - g. Údaje o výpadkoch
 - h. Ďalšie užívateľské údaje, ak bude potreba
- Systém bude ukladať údaje štruktúrované tak, aby bolo možné údaje neskôr využiť pri vlastnej dátovej analýze (napr. software Power BI)
- Systém bude obsahovať API rozhranie k dátovej vrstve, a toto rozhranie by malo byť dostatočne zdokumentované a opísané

11.4 Požiadavky na automatizáciu a notifikácie

- Systém bude umožňovať nastavenie vlastných notifikácií, konkrétne
 - a. Informáciu do užívateľského rozhrania
 - b. Odosielanie emailu alebo SMS správy
 - c. Zápis do operátorského denníka
 - d. Spustenie inej akcie
 - Notifikácie bude možné nastaviť, pokiaľ:
-

- a. Vymedzená hodnota bude mimo dosah
- b. Systém zaregistruje nevalidné údaje
- c. Dôjde k poruche zariadenia
- d. Dôjde k dôležitej systémovej udalosti

11.5 Požiadavky na užívateľské rozhranie

- Užívateľské rozhranie musí byť webové a musí byť centralizované do jednej webovej aplikácii
- Systém nesmie po užívateľovi požadovať žiadne použitie akéhokoľvek zásuvného modulu tretích strán, ako napríklad Adobe Flash, Java Applet a ďalšie.
- Systém musí fungovať vo všetkých bežne používaných prehliadačoch, a to buď v aktuálnej verzii, alebo vo verzii nie staršej než jeden rok
- Systém musí podporovať rôzne užívateľské role (typicky čitateľ, operátor a správca)

11.6 Požiadavky na modul pre verejné osvetlenie

- Modul bude zobrazovať prehľad zariadení nad mapovým pohľadom
 - Modul bude obsahovať nástroje pre monitorovanie a porovnanie spotreby
 - Modul bude obsahovať dashboard s dôležitými údajmi o spotrebe a prevádzky zariadenia
 - Modul bude obsahovať nástroj pre konfiguráciu
 - Modul bude umožňovať rozdelenie zariadenia do geografických a logických oblastí
 - Modul bude obsahovať nástroj pre ovládanie (prepínanie plánov alebo tlmenie osvetlenia)
-