



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija

Program: Elektroenergetika

Modul: Elektroenergetska učinkovitost in električne
inštalacije

OBNOVA JAVNE RAZSVETLJAVE V OBČINI MEDVODE

Mentor: doc. dr. Drago Papler
Lektorica: Urška Škvorc, prof. slov.

Kandidat: Miha Bolarič

Ljubljana, julij 2020

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Dragu Paplerju, da si je v svojem prenatrpanem urniku uspel vzeti čas za pomoč in vse nasvete pri izdelavi te diplomske naloge.

Hvala podjetju Javna razsvetljava in sodelavcem, ki so mi omogočili študij in pomagali pri raznih strokovnih gradivih in zapiskih.

Hvala vsem sošolcem za vse zapiske in pozitivno naravnost med študijem.

Zahvaljujem se svoji družini za potrpežljivost in vzpodbudo, še posebej ženi Simoni, ki mi je v najtežjih trenutkih stala ob strani in me bodrila.

Zahvaljujem se tudi lektorici Urški Škvorc, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Miha Bolarič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Draga Paplerja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

V tej diplomski nalogi z naslovom *Obnova javne razsvetljave v občini Medvode* obravnavamo obnovo javne infrastrukture z namenom zamenjave stare, potratne razsvetljave z novo, varčno, tehnološko dovršeno in estetsko razsvetljavo. Pristop k obnovi je tudi posledica sprejete Uredbe o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja.

Preko katastrskih podatkov smo lahko z natančnostjo prešteli število in preučili trenutno stanje obstoječih svetilk, predlagali nove rešitve ali samo prilagoditve ter izračunali višino investicije in mogoče financiranje. Ugotovili smo, da se prihranek ob zamenjavi svetilk kaže v porabi električne energije za kar 51 %. To pomeni, da prihranimo tudi toliko denarja, iz česar lahko financiramo naložbo. Tu so še učinki, kot je prihranek iz vzdrževanja, saj ne bo potrebno nove razsvetljave vzdrževati toliko kot staro, vsaj v začetnih letih. Predlagana nova razsvetljava sledi najnovejšim tehnološkim smernicam, kot sta telemetrija in daljinsko vodenje, je estetska in nudi izboljšanje kakovosti življenja občanov. Izračunali smo tudi finančne kazalnike, iz katerih izhajamo, da je naložba dobičkonosna, realna in ima vse pogoje za izvedbo tudi, če se pojavijo manjša tveganja, kot so povečanje naložbe ali zmanjšani prihodki oziroma prihranki.

KLJUČNE BESEDE

- svetlobno onesnaževanje
- obnova javne razsvetljave
- prihranki
- ekologija

ABSTRACT

In the following pages of the bachelor thesis titled »The Restoration of Public lighting in the municipality of Medvode«, we are treating a restoration of public infrastructure intending to replace old wasteful lighting, with a new more economical, technologically sophisticated and aesthetic one. An additional reason for restoration is an adopted regulation on the limit values of light pollution.

Cadastre data has given us a precise number and state of existing light fixtures. By proposing new solutions or adjustments to the existing ones, we have calculated the amount of investment and possible ways of funding. We have found that by replacing the bulbs, we are reducing electricity consumption by 51%. Generated savings are then allowing us to finance the investment. Further effects, such as maintenance savings in the few initial years, also need to be considered. Proposed new lighting follows the latest technological guidelines, such as telemetry and remote controlling, it also offers aesthetic appeal and an improvement in the quality of life of local citizens. By considering the financial indicators, we have proven the investment as profitable, realistic, with no drawbacks if implemented, even with risks of slight financial increase of investment or reduced incomes or savings.

KEYWORDS

- light pollution
- renovation of public lighting
- savings
- ecology

KAZALO

1 UVOD.....	1
2 OPREDELITEV JAVNE RAZSVETLJAVE.....	2
2.1 PRVA JAVNA RAZSVETLJAVA NA SLOVENSKEM	2
2.2 NAMEN JAVNE RAZSVETLJAVE	3
2.3 ZAKONSKA DOLOČILA JAVNE RAZSVETLJAVE	4
2.4 POVZETEK DOSEDANJIH ŠTUDIJ IN OBJAV	6
3.1 POPIS OBSTOJEČEGA STANJA.....	8
3.2 SEZNAM NOVIH SVETILK IN KARAKTERISTIKE SVETILK.....	13
3.3 SVETLOBNO-TEHNIČNI IZRAČUNI SVETILK.....	16
3.4 IZRAČUN IN PRIMERJAVA PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE STARIH SVETIL Z NOVIMI	20
3.4.1 ZMANJŠANJE IZPUSTA CO ₂ NA ENOTO ELEKTRIČNE ENERGIJE ...	22
3.5 TEHNIKA, REŠITVE, DIMENZIONIRANJE.....	23
3.5.1 REGULACIJA SVETLOBNEGA TOKA.....	23
3.5.2 SCADA.....	23
3.5.3. SISTEM GIS.....	23
4. OCENA UČINKOV NALOŽBE.....	26
4.1. VIŠINA NALOŽBE IN FINANCIRANJE	26
4.2. INDIVIDUALNA DISKONTNA STOPNJA.....	27
4.3. OCENA UČINKOV NALOŽBE	29
4.3.1. SKUPNI DENARNI TOK.....	29
4.3.2. REALNI DENARNI TOK.....	30
4.4. METODA SEDANJE VREDNOSTI NALOŽBE	31
4.5. METODA INTERNE STOPNJE DONOSNOSTI.....	33
4.6. KAZALNIKI UČINKOVITOSTI IN USPEŠNOSTI.....	35
4.6.1 ČAS VRAČANJA.....	35
4.6.2 KAZALNIK GOSPODARNOSTI IN EKONOMIČNOSTI	35
4.6.3 KAZALNIK DONOSNOSTI	35
4.6.4 KAZALNIK DONOSNOSTI ODHODKOV.....	36
4.6.5 KAZALNIK DONOSNOSTI NALOŽB	36
4.7. ANALIZA TVEGANJ	36
4.7.1 IZRAČUN KAZALNIKOV V PRIMERU TVEGANJA.....	38
5 UGOTOVITVE.....	44
6 ZAKLJUČEK	45
7 LITERATURA.....	47
PRILOGE:.....	49

KAZALO SLIK

Slika 1: Prva javna razsvetljava v Ljubljani	3
Slika 2: Prikaz vzdolžne enakomernosti svetlosti.....	5
Slika 3: Primer navpične osvetljenosti	6
Slika 4: Primer polcilindrične osvetljenosti	6
Slika 5: Primer svetilke SLBT	14
Slika 6: Primer svetilke SLBT zvečer.....	14
Slika 7: Primer svetilke SMBT	15
Slika 8: Svetilke SMBT	16
Slika 9: Svetlobno-tehnični izračun za CD 126 W in SMBT 90 W	18
Slika 10: Svetlobno-tehnični izračun za ALTRA KF 36 W in SLBT 20 W	19
Slika 11: Poraba električne energije	20
Slika 12: Stroški razsvetljave	21
Slika 13: Poraba električne energije na prebivalca	21
Slika 14: Povezava sistema SCADA in GIS.....	24
Slika 15: Povezava sistema SCADA in GIS.....	25
Slika 16: Skupni denarni tok in likvidnost projekta	30
Slika 17: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe.....	31
Slika 18: Katastrski posnetek Medvod.....	49

KAZALO TABEL

Tabela 1: Obstoječe stanje javne razsvetljave.....	9
Tabela 2: Popis ustreznih svetilk z vidika UMSVO.....	10
Tabela 3: Popis neustreznih svetilk z vidika UMSVO.....	12
Tabela 4: Letna poraba električne energije.....	20
Tabela 5: Stroški razsvetljave.....	20
Tabela 6: Poraba električne energije na prebivalca	21
Tabela 7: Stanje rabe električne energije in stroškov javne razsvetljave po prenovi.....	22
Tabela 8: Primerjava izpusta CO ₂	22
Tabela 9: Vrednotenje naložbe.....	26
Tabela 10: Vrednost naložbe z diskontirano individualno (2 %) diskontno stopnjo ..	28
Tabela 11: Skupni denarni tok.....	29
Tabela 12: Realni denarni tok.....	30
Tabela 13: Tabela sedanje vrednosti.....	32
Tabela 14: Interna stopnja donosnosti naše investicije znaša 8,3 odstotka	34
Tabela 15: Vrednost naložbe z diskontirano individualno (2 %) diskontno stopnjo v primeru tveganja s povečano naložbo in zmanjšanimi prihodki	37
Tabela 16: Tabela sedanje vrednosti v situaciji tveganja	40
Tabela 17: Interna stopnja donosnosti v kriznih razmerah	42
Tabela 18: Primerjava ekonomskih kazalnikov	43

KRATICE IN AKRONIMI

CIE: International commission on Illumination

DDV: davek na dodano vrednost

EUR: evro

JRL d.d.: Javna razsvetljava Ljubljana d.d.

LED: Light Emitting Diode

UMVSO: Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja

SDR: Slovensko društvo za razsvetljavo

1 UVOD

V letu 2007 je bila sprejeta Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. list RS št. 81/07). Uredba urejuje področje javne razsvetljave in določa, kakšna naj bo javna razsvetljava, da ne bo povzročala svetlobnih obremenitev na okolje in bo ljudem ter okolju prijazna. Neprimerna svetlobna obremenitev okolja povzroča motečo osvetljenost, ki moti ljudi in živali ter hkrati porabi veliko električne energije za osvetljevanje (MOP, 2020).

Tako so občine prisiljene, da se lotijo obnove in zamenjave javne razsvetljave in neprimerno potratno ter okolju neprijazno razsvetljavo zamenjajo z modernim sistemom javne razsvetljave, ki omogoča prihranke pri porabi električne energije, prihranke pri vzdrževanju razsvetljave, zmanjšuje svetlobne emisije ter dviguje kakovost življenja ljudi in živali.

Problem lahko nastane pri financiranju naložbe, saj občine v svojih že tako preobremenjenih proračunih za ta namen nimajo denarja. Vendar obnova zastarele in izredno nevarčne javne razsvetljave lahko prinese tako velike prihranke, da je lahko vir financiranja naložbe obnove le v prihranjeni električni energiji, ki jo po zamenjavi občine uspejo privarčevati. Prihranek električne energije pomeni denarni prihranek. Poleg prihrankov pri porabi električne energije prihranimo denar tudi pri vzdrževanju. Po poteku financiranja pa občine ustvarijo pri taki naložbi celo dobiček. Poleg tega, da je nova razsvetljava varčnejša in estetska, jo lahko povežemo v moderen sistem nadzora, s katerim upravljamo razsvetljavo ali pa le nadzorujemo delovanje.

Občina Medvode meji na občino Ljubljana. S svojimi 78,5 km² v 31 naseljih živi dobrih 16.500 prebivalcev (Občina Medvode, 2020). Ker občina Medvode še ni pristopila k celoviti obnovi javne razsvetljave, bomo v tej diplomski nalogi celovito raziskali možnosti in pogoje, pod katerimi bi se občina lahko lotila obnove. S tem bi pripomogla k bolj kakovostnemu bivanju občanov, prometni varnosti ter dobrobiti narave in živali.

Da bi to ugotovili, moramo opraviti natančno raziskavo oziroma popis obstoječega stanja. Ni nujno, da so popolnoma vse svetilke in sijalke neprimerne. Predvidevamo, da bo pri nekaterih dovolj samo prilagoditev. Natančen popis obstoječega stanja nam pove stroške investicije. Nato bo potrebno analizirati trg ponudbe opreme in izbrati najprimernejšo. Cena električne energije nam bo eden najpomembnejših podatkov v raziskavi. Želimo si, da bodo prihranki tako veliki, da se bi investicija financirala le iz njih. Velik pomen bomo dali tveganjem. Investicija bo dolgoročna in z leti se lahko pripeti marsikaj, na kar moramo biti pripravljeni, da ne bi zabredli v

težave. Zato bomo izračunali finančne kazalnike in pripravili analizo tveganja. Glede na dobro prakso v drugih slovenskih občinah predvidevamo, da bodo rezultati ugodni in bo ta obnova le še en primer dobre prakse, ki se uveljavlja na slovenskem prostoru na področju javne razsvetljave.

2 OPREDELITEV JAVNE RAZSVETLJAVE

2.1 PRVA JAVNA RAZSVETLJAVA NA SLOVENSKEM

Škofja Loka je bilo prvo mesto na Slovenskem, ki je imelo javno cestno električno razsvetlavo leta 1894. Razsvetljava je bila napajana iz industrijske elektrarne v tovarni sukna v Škofji Loki (Papler, 2003).

V Ljubljani so električne svetilke zasvetile šele januarja 1898 (Remškar, 2016). Elektrarna na Kotnikovi ulici je sprva delovala le ponoči in le za javno razsvetlavo ter redke zasebne naročnike. Že ob nastanku elektrarne je bila tehnologija nekoliko zastarela, ker so se v mestu, tudi z zavajanjem mestnih oblasti, odločili za enosmerno napetost. Svetloba tedanjih sijalk je bila izredno šibka. Zato so na izbranih lokacijah uporabljali obločnice. Žarnice s kovinsko žarilno nitko (žarenje nitke v stekleni bučki pri visoki temperaturi, imenovana inkadescenca) so začeli uporabljati leta 1906. Električne svetilke so kljub slabši kakovosti in za nekaj let izgubljeni bitki z odlično svetlečimi Auerjevimi plinskimi lučmi počasi znova prevzemale primat. Monterji so električne svetilke običajno pritrdili kar na litoželezne kandelabre plinskih svetilk. Kmalu so jim sledile omarice ob cestah z varovalkami. Električne žice so napeljevali po zraku in v nekaj desetletjih so energijske pajčevine prepredle vse mesto (Remškar, 2016).



*Slika 1: Prva javna razsvetljava v Ljubljani
(spletna stran JRL d.d.)*

2.2 NAMEN JAVNE RAZSVETLJAVE

Nekoč je vladalo mnenje, da javne razsvetljave sploh ne potrebujemo, češ da pošteni ljudje ponoči spijo. Pa vendar so mestne oblasti uvedle, da mora vsaka gostilna vzdrževati vsaj eno svetilko, kasneje pa vsaka hiša. V strnjem mestu je to celo zaživel (Zupan, 2002). Tako so začeli nameščati javno razsvetljava z namenom osvetljevanja javnih cest, javnih površin, pomembnejših površin in objektov ter kulturnih spomenikov. Prvotni namen je doseganje večje osebne varnosti in varnosti prevoženja, varnost prometa ter oblikovanje celostne nočne podobe naselij. Poleg tega pa ima osvetljevanje javnih površin vedno večji dekorativni pomen. Seveda se dandanes tega področja lotevamo strokovno in sistematično. Tako se za navidezno enostavnim nameščanjem nosilcev in luči skrivajo tehnika in leta razvoja, kar je posledica tehnološkega napredka in ekološke usmerjenosti (Zupan, 2002). Z novo tehnologijo LED so prišla nova svetila z manjšo porabo in manjšim vplivom na okolje. Javna razsvetljava zagotavlja svojo funkcijo, če je zasnovana in obratuje skladno z zahtevami standardov, ki urejajo to področje. V letu 2007 je bila sprejeta Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (v nadaljevanju UMSVO). To je občine prisililo, da začnejo reševati tehnološke neustreznosti javnih svetil in posledično znižajo porabo električne energije. Na dolgi rok to privede do prihrankov v občinskih blagajnah, občanom pa se zviša kakovost bivanja. Z UMSVO je določeno, kakšna morajo biti svetila, da so ustrezna, saj imajo neprimerna svetila in prekomerno osvetljevanje lahko velik

negativni vpliv na ljudi, živali in naravo. Govorimo o svetlobnih emisijah. Sodobna svetila, ki jih je dovoljeno uporabljati za javno razsvetljavo, ne smejo sevati nad vodoravnico 0 % svetlobnega toka, povprečna raba električne energije za javno razsvetljavo javnih površin ne sme presegati 44,5 kWh na občana na leto (Nov sistem javne razsvetljave v skladu z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja daje prihranke, 2011).

2.3 ZAKONSKA DOLOČILA JAVNE RAZSVETLJAVE

Na področju javne razsvetljave veljajo naslednja določila in standardi:

- Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. list RS št. 81/2007).

V letu 2007 je Slovenija sprejela Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (v nadaljevanju UMSVO) z namenom, da zaščiti ljudi, naravo in živali pred škodljivimi vplivi prekomernega osvetljevanja. Z UMSVO je določen rok, do katerega morajo občine začeti sanacijo neustrezne javne razsvetljave in porabo električne energije na občana zmanjšati na 44,5 kWh letno. UMSVO določa tudi, da svetlobni tok ne sme sevati navzgor (ULOR = 0), luči morajo imeti ravno zaščitno steklo.

- Standardi EN 13201

Razsvetljava, ki naj bi zagotavljala zahtevano varnost prometa, občanov in premoženja, mora ustrezati zahtevam standarda SIST EN 13201 Cestna razsvetljava:

- SIST-TP CEN/TR 13201-1:2015 Cestna razsvetljava, Izbor razredov za cestno razsvetljavo,
- SIST EN 13201-2:2016 Cestna razsvetljava, Zahtevane lastnosti cestne razsvetljave,
- SIST EN 13201-3:2016 Cestna razsvetljava, Izračun lastnosti za cestno razsvetljavo,
- SIST EN 13201-4:2016 Cestna razsvetljava, Metode za merjenje lastnosti cestne razsvetljave,
- SIST EN 13201-5:2016 Cestna razsvetljava, Kazalniki energijske učinkovitosti (JRL d.d., 2018).

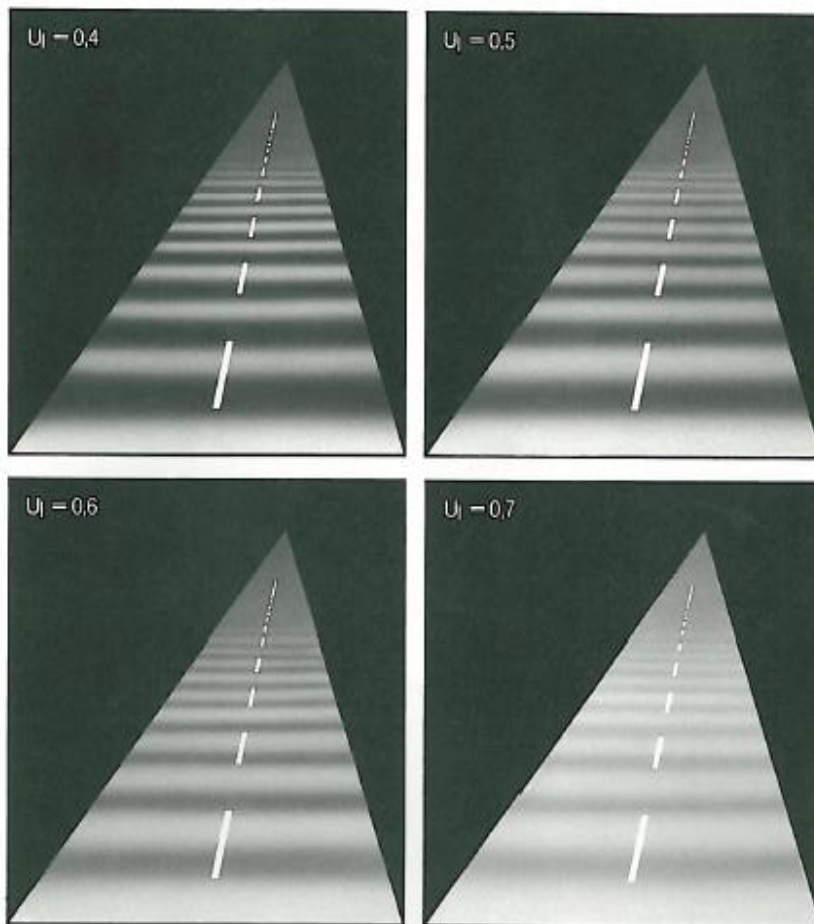
Standardi EN 13201 urejajo svetlobno-tehnične zahteve za razsvetljavo cestnih površin. Javna razsvetljava mora biti projektirana in izgrajena v skladu z njimi.

V standardu SIST EN 13201 so zahteve za razsvetljavo cest za motorni promet podane na osnovi:

- svetlosti vozišča,
- splošne enakomernosti svetlosti,

- vzdolžne enakomernosti svetlosti,
- omejitve bleščanja,
- faktorja svetlosti okolice.

Na spodnji sliki vidimo prikaz vzdolžne enakomernosti svetlosti – potrebna je pravilna izbira svetilk in višine drogov, da zagotovimo zahtevano enakomernost svetlosti.

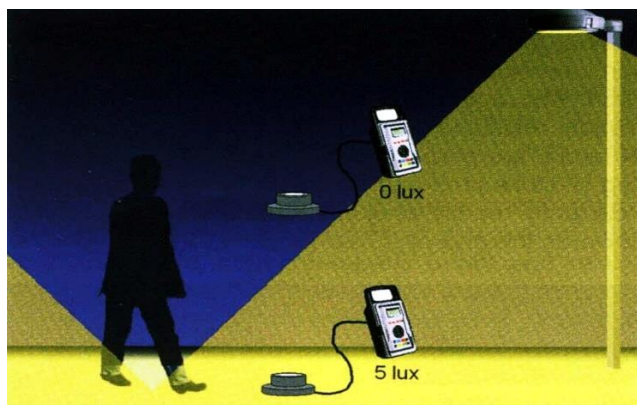


Slika 2: Prikaz vzdolžne enakomernosti svetlosti
(JRL d.d., 2018)

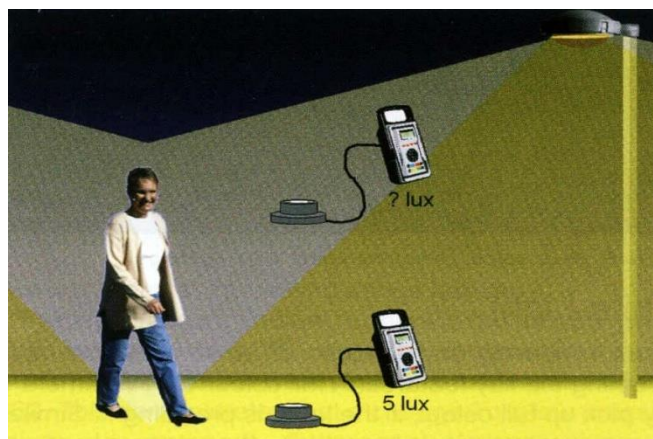
Zahteve za razsvetljavo peščevih površin in ulic za počasni promet so podane na osnovi:

- povprečne vodoravne osvetljenosti,
- enakomernosti osvetljenosti,
- dodatno je merodajna tudi navpična oziroma polcilindrična osvetljenost.

Za pešce je izredno pomembno zagotavljanje ustreznega nivoja navpične osvetljenosti, kar omogoča razpoznavanje obrazov in ovir.



Slika 3: Primer navpične osvetljenosti
(JRL d.d., 2018)



Slika 4: Primer polcilindrične osvetljenosti
(JRL d.d., 2018)

- Dokumenti CIE, Tehnical report, International Commission on Illumination <http://cie.co.at/>
- Priporočila Slovenskega društva za razsvetljavo/SDR, Priporočila SDR Cestna razsvetljava
- Interni akti, odloki posameznih občin

2.4 POVZETEK DOSEDANJIH ŠTUDIJ IN OBJAV

D. Papler in J. Murovec v članku *Nov sistem javne razsvetljave, v skladu z Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja, daje prihranke* (<http://www.e-m.si/media/eges/casopis/2011/5/21.pdf>) predstavita določila UMSVO in primer dobre prakse v občini Slovenska Bistrica, kjer se je pod okriljem projekta Bottom up to Kyoto izvedla prva popolna sanacija javne razsvetljave. Prvi cilj je bil zmanjšanje

stroškov, nato pa s sprejetjem UMSVO še okoljevarstveni cilj v smislu zmanjšanja svetlobnega onesnaževanja. Podjetje Tehmar d.o.o. jim je ponudilo celovito rešitev glede izvedbe projekta. Izvedla se je prilagoditev moči glede na dejanske potrebe in zamenjava 2.500 svetilk. Dodatno znižanje rabe predvidevajo z vgradnjo naprav za redukcijo v krmilne omarice in upravljanje nočnega režima delovanja. Projekt odobrava tudi društvo Temno nebo, ki je znano kot oster kritik svetlobnega onesnaževanja. Avtorja sta izvedla anketo stanja javne razsvetljave v občinah na področju severne Primorske in ugotovila, da ta del Slovenije porabi celo nekoliko manj električne energije, 71,8 kWh/(a p), od slovenskega povprečja, ki znaša 75,5 kWh/(a p). Ugotovila sta, da je poraba največja v občini Komen in najmanjša v občini Ajdovščina. Ugotavljata, da so občine dobro seznanjene z UMSVO. Zaskrbljujoča je ugotovitev, da morajo občine zamenjati od 50 % do 90 % svetilk. Izjema je občina Bovec, ki predvideva zamenjavo le 30 % neustreznih svetilk. Občine naj bi po obnovi v povprečju prihranile kar 25 % električne energije.

Avtorja članka še predstavljata obnovo javne razsvetljave v občini Kanal ob Soči. Letna poraba na prebivalca znaša 62,80 kWh/(a p) in krepko presega mejo, ki jo določa UMSVO. Poleg tega so svetilke neustrezne iz več razlogov. So zastarele, z neustreznim steklom, iz neprimerne materiala in neprimerno vzdrževane. Redukcije ne izvajajo. Posledično se je občina odločila zamenjati vse svetilke. Zaradi visoke vrednosti investicije, ki po oceni znaša slabih 206.000 EUR, bo zamenjava potekala postopoma, kot to tudi dovoljuje UMSVO. Analiza kaže, da bi po sanaciji lahko prihranili 28,9 % električne energije, letna poraba električne energije na prebivalca pa bi znašala 36,57 kWh, kar je pod mejo UMSVO. Tudi ekonomski kazalniki, kažejo, da je naložba smiselna. Posledično pa je investicija okoljsko usmerjena, saj ima sanacija za posledico zmanjšano svetlobno onesnaževanje.

V sklopu projekta LIFE+ »Življenje ponoči« (https://lifeslovenija.si/wp-content/uploads/LIFE09_NAT_SI_000378.pdf) se skupina slovenskih biologov in okoljevarstvenikov ukvarja z izboljšanjem naravovarstvenega statusa nočnih živali (nočnih metuljev in netopirjev) z zmanjšanjem vpliva umetne svetlobe na objekte kulturne dediščine. V projektu se osredotočajo predvsem na objekte kulturne dediščine oziroma katoliških cerkva, ki so po večini osvetljene, njihova razsvetljava pa sveti od spodaj navzgor. Poleg tega pa v 80 % svetloba uhaja mimo objekta v okolico in nebo. Tako taka svetloba negativno vpliva na nočno aktivne živali, ki jih ta svetloba zmede v svojem bioritmu, se slabše prehranjujejo in razmnožujejo. Tako so se preko projekta namenili najti tehnično rešitev za naravi prijaznejšo in energetsko učinkovitejšo razsvetljava cerkva. Namenoma so izbrali cerkve, saj si te živali za svoja zatočišča rade izberejo cerkvene zvonike. Tako je bilo ugotovljeno, da cerkve potrebujejo prilagojene svetilke s prilagojeno svetlobo. Za dobrobit živali pa osvetlitev po 23. uri ugašajo. Model svetilke, ki je bil razvit za potrebe projekta, je

nameščen v 26 cerkva v Sloveniji. Študija kaže pozitivne rezultate na življenje preučevanih vrst živali (Bolta Skaberne, Zagmajster in Verovnik).

3. JAVNA RAZSVETLJAVA V OBČINI MEDVODE

Kot smo omenili že v uvodu, bo naš raziskovalni problem obnova javne razsvetljave v občini Medvode, ki v okviru Oddelka za gospodarske in javne službe zagotavlja javno oziroma cestno razsvetljavo na glavnih prometnicah ter večjih naseljih v občini. Javna razsvetljava je deloma urejena, del pa v dokaj slabem stanju in potreben obnove.

Razlogov za obnovo je več. Razsvetljavo je potrebno urediti zaradi zakonskih zahtev. V letu 2007 je bila sprejeta UMSVO. Po tej nekatere naprave že predstavljajo nevarnost za občane ali vsaj vplivajo na kakovost bivanja in so velik energetski potrošnik. Občina se razvija gospodarsko in kulturno. Bližina glavnega mesta daje občini velik potencial za nadaljnji razvoj. V občini lahko najdemo industrijo, mirne samotne zaselke in strnjeno blokovsko naselje, kar pomeni, da moramo biti z vidika postavitve javne razsvetljave pozorni na več tipov osvetlitve.

Osnovni namen projekta je zagotoviti sodobno javno razsvetljavo, ki temelji na tehnologiji LED in je opremljena z različnimi senzorji in krmilniki ter povezana s centralnim nadzornim sistemom (CNS) in s katero bo moč doseči čim večje prihranke pri porabi električne energije.

Z analizo bomo preverili, kako obsežna bi bila obnova javne razsvetljave in ali se občina Medvode lahko poda v investicijo in obnovi infrastrukturo na način, da s prihranjenim denarjem iz privarčevane električne energije financira naložbo. Predvidevamo, da stroški za porabljeno električno energijo lahko padejo tudi za polovico. Ker je za tak obseg svetilk prihrank energije velik, to pomeni že nekaj denarja. Poleg tega si želimo tudi drugih pozitivnih učinkov, zato nam analiza investicije predstavlja izziv.

3.1 POPIS OBSTOJEČEGA STANJA

Prvi korak je popis obstoječega stanja naprav v občini in izdelava detajlnega projekta. Po podatkih iz izvedenega posnetka katastra infrastrukture javne razsvetljave je v občini skupno 1.763 svetilk. Od tega jih je 778 svetilk, kar predstavlja okoli 44 % vseh svetilk, skladnih z UMSVO. Preostalih 985 ni optimalnih z vidika svetlobno-tehnične ustreznosti in energetske učinkovitosti ter so potrebne zamenjave.

Po natančnem pregledu obstoječe javne razsvetljave je bila ugotovljena velika raznolikost svetilk. Vgrajenih je več kot 30 različnih tipov svetilk, kar z vidika vzdrževanja javne razsvetljave ni najugodnejše.

Obnova pa ne zajema le svetilk, pač pa je potrebno preurediti ali zamenjati tudi del drogov. Potrebno jih je na novo zakriviti, podaljšati ali ponovno antikorozijsko zaščititi. Zamenja se tudi vodnik od priključne plošče do svetilke. Izvede se dograditev naprav za regulacijo. Dogradila bi se avtonomna redukcija posameznega svetlobnega mesta, kar pomeni obratovanje z zmanjšanim svetlobnim tokom v nočnem času po vnaprej določenem algoritmu. Svetilke na prehodih za pešce in križiščih niso nikoli reducirane.

V spodnji tabeli 1 so navedeni nekateri ključni podatki o obstoječi javni razsvetljavi v občini Medvode:

Obstoječe stanje	
Št. prebivalcev (SURSTAT, 2019)	16.651
Skupno število svetilk	1.763
Izračunana letna poraba el. energije za javno razsvetljavo (kWh)	1.091.216
Izračunana letna poraba na prebivalca v kWh	65,5

Tabela 1: Obstoječe stanje javne razsvetljave

Izračun nam pove, da je trenutna poraba električne energije za javno razsvetljavo na prebivalca na leto v občini Medvode kar 65,5 kWh, kar pa presega ciljno vrednost, predpisano v UMSVO, Ta predpisuje 44,5 kWh na prebivalca na leto. Poleg tega, kot smo že ugotovili, le 44 % nameščenih svetilk izpolnjuje zahtevo glede 0 % svetlobnega toka navzgor.

V tabeli 2 smo pripravili popis ustreznih svetilk z vidika UMSVO.

Tip svetilke	Moč sijalke [W]	Tip sijalke	Število svetilk
5Stars1	32	TC	25
ARC80	150	HST	6
ARC90	250	HST	1
BRERA	100	HST	18
CX 100 COMFORT	70	HST	14
CX 100 COMFORT	100	HST	43
CX 100 COMFORT	150	HST	80
CX 200 COMFORT	150	HST	40
CX 200 COMFORT	250	HST	23
Dekorativna splošno	36	TCL	8
DISQ	36	TCL	329
DL 500 MAXI-M	70	HST	4
GRAH LSL	100	LED	4
LSL 60	115	LED	2
Luxtella Street	115	LED	58
MODUS LVS	36	TCL	21
SELENIUM	150	HST	10
Spinella	115	LED	14
ST 50 RS	100	HST	5
ST 70	100	HST	17
Utripalec	35	QT	2
VITAL	70	HST	26
VITAL	100	HST	26
Žaromet	50	LED	1
Žaromet	100	LED	1
			778

Tabela 2: Popis ustreznih svetilk z vidika UMSVO

Zgoraj omenjene svetilke so ustrezne in niso predvidene za sanacijo.

Opazamo, da so novejšje ureditve ustrezne oziroma so potrebne zgolj manjših prilagoditev, kot je naklon svetilke, ter potrebno je opsijsko dograditi elektronsko predspojno napravo. UMSVO zahteva prilagoditev naklona svetilk 0° glede na vodoravnico, kar se pri svetilkah, ki omogočajo brezstopenjsko nastavitvev naklona,

lahko izvede brez vgradnje dodatnih nosilnih elementov, kar pa ni mogoče pri svetilkah, ki ne omogočajo brezstopenjske nastavitve, zato je potrebna dodatna vgradnja nosilnih konzol.

Prihranke pri porabljeni električni energiji dosežemo z uporabo elektronskih predspojnih naprav in izvedbo večnivojskega režima na principu redukcije svetlobnega toka in moči. Klasične elektromagnetne predspojne naprave predstavljajo kar od 10 % do 15 % izgube dodatne porabe električne energije v primerjavi z nazivno močjo določene sijalke. Izgube pri elektronskih dušilkah ne presegajo 5 W. Ne glede na moč sijalke je pri zamenjavi klasičnih elektrospojnih naprav možnost za zamenjavo t. i. pametnih dušilk, ki omogočajo reduciranje svetlobnega toka sijalke v času noči ali ko je gostota prometa manjša. Prednost v primerjavi s klasično redukcijo je v ohranitvi obstoječih inštalacij, saj za krmiljenje redukcije ni potreben krmilni vodnik iz prižigališča javne razsvetljave.

Reduciranje svetlobnega toka ni dovoljeno na prehodih za pešce, križiščih in drugih konfliktnih področjih. Konfliktna področja se predhodno določijo v dokumentaciji PZI. Prehodi za pešce so opremljeni s svetilkami s prilagojeno optiko – parabulo.

V tabeli 3 smo pripravili popis neustreznih svetilk z vidika UMSVO.

Tip svetilke	Moč sijalke [W]	Tip sijalke	Število svetilk
ALTRA KF 36	36	TCL	46
AXIAL KF 36	36	TCL	30
CD 1216-1250	125	HME	8
CD 1216-1250	250	HME	355
CJ	150	HSE	4
CJ	250	HME	59
CM 1216-2150	250	HSE	6
CT 3326-1250	150	HSE	4
CT 3326-1250	250	HSE	6
CX 6236-1150	100	HSE	13
CX 6236-1150	125	HST	6
CX 6236-1150	150	HSE	106
CX 6336-1250	150	HSE	3
CX 6336-1250	250	HSE	3
ELKO	125	HSE	1
KROGLA FI 30	70	HSE	52
KROGLA FI 30	125	HSE	7
ST KAPA	100	HSE	4
ST KAPA	150	HSE	1
UCHR	125	HSE	1
UCHR	250	HSE	4
UD	125	HSE	19
UD	140	HME	8
UE 1283-2125	100	HME	4
UE 1283-2125	125	HSE	92
UE 1283-2125	140	HME	113
UKH	125	HSE	9
Žaromet	150	HST	2
Žaromet	250	HIT	19
			985

Tabela 3: Popis neustreznih svetilk z vidika UMSVO

Razsvetljavo ločimo na cestno in ulično. Pri cestni sta znani smer opazovanja in tudi gostota. Razsvetljava mora osvetliti potek ceste, meje cestišča, morebitne ovire in druge udeležence v prometu. Pri ulični razsvetljavi gre za redkejši vendar raznovrstnejši promet, smer opazovanja je lahko različna, zato je naloga javne razsvetljave zmanjšanje nevarnosti, ki prežijo na šibkejše udeležence v prometu, kot so kolesarji in pešci. Pri ulični razsvetljavi je pomembna tudi estetska stran (Bizjak).

Glede na skupine postavitev svetilk smo podali predloge za sanacijo:

- Cestna razsvetljava

Pri cestni razsvetljavi je potrebno zamenjati svetilke in preurediti drogove. Uvede se tudi avtonomna redukcija. Višina montaže bo od 8 m do 10 m. Potrebno je prevedeti barvo svetlobe za posamezna področja oziroma jo uskladiti z obstoječo razsvetljavo. Po zamenjavi se bodo izvedle svetlobno-tehnične meritve, ki morajo biti v skladu s priporočili Slovenskega društva za razsvetljavo.

- Ulična razsvetljava

Tudi pri ulični razsvetljavi je potrebno zamenjati svetilke in preurediti drogove ter uvesti avtonomno redukcijo. Višina montaže bo 8 m. Prilagodila se bo barva osvetlitve in izvedle se bodo meritve.

3.2 SEZNAM NOVIH SVETILK IN KARAKTERISTIKE SVETILK

Po skrbni preučitvi trga svetilk smo se odločili za svetilke SLBT in SMBT. Pomembno je, da je različnih svetilk čim manj. To je pomembno z vidika vzdrževanja in estetskega vidika.

- SLBT

Svetilka je primerna za zamenjavo sijalk VTNa moči od 35 W do 100 W in za zamenjavo kompaktnih fluorescenčnih sijalk. SLBT je idealna rešitev za osvetlitev površin, kjer je potreben srednji nivo osvetljenosti.

Lastnosti svetilke:

- ohišje: tlačno liti aluminij;
- zaščita IP: IP66;
- zaščita IK: IK09;
- nazivna vhodna moč: od 15 W do 72 W;
- območje svetlobnega toka: od 1.220 lm do 8.190 lm;
- življenjska doba (standard L90B50): > 103.000 ur;
- montaža: na drog ali konzolo premera od 35 mm do 76 mm;
- temperaturno območje delovanja: od -40 °C do +35 °C;
- možnost izbire temperature barve svetlobe: 2.700 K, 3.000 K in 4.000 K;
- indeks barvne reprodukcije: > 70;
- napajalna napetost: od 220 V do 240 V;
- električna zaščita svetilke: razred I ali razred II;
- možnost izbire med 22 različnimi porazdelitvami (optikami) svetlobnega toka;

- možnost redukcije svetlobnega toka v nočnem času.

Na spodnjih slikah so prikazane slike novih svetilk SLBT in SMBT.



*Slika 5: Primer svetilke SLBT
(JRL d.d.)*



*Slika 6: Primer svetilke SLBT zvečer
(JRL d.d.)*

- SMT

Svetilka je primerna za zamenjavo sijalk VTNa moči od 35 W do 150 W. SMT je idealna rešitev za osvetlitev glavnih in stranskih ulic ter vseh javnih površin, kjer je potreba po osvetljenosti višja.

Lastnosti svetilke:

- ohišje: tlačno liti aluminij;
- zaščita IP: IP66;
- zaščita IK: IK09;
- nazivna vhodna moč: od 52 W do 158 W;
- območje svetlobnega toka: od 6.440 lm do 18.760 lm;
- življenjska doba (standard L90B50): > 102.000 ur;
- montaža: na drog ali konzolo premera od 35 mm do 76 mm;
- temperaturno območje delovanja: od $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- možnost izbire temperature barve svetlobe: 3.000 K in 4.000 K;
- indeks barvne reprodukcije: > 70;
- napajalna napetost: od 220 V do 240 V;
- električna zaščita svetilke: razred I ali razred II;
- možnost izbire med 19 različnimi porazdelitvami (optikami) svetlobnega toka;
- možnost redukcije svetlobnega toka v nočnem času.



*Slika 7: Primer svetilke SMT
(JRL d.d.)*



*Slika 8: Svetilke SMBT
(JRL d.d.)*

Pri načrtovanju obnove javne razsvetljave je potrebna skrbna analiza svetlobnih razmer, obnove se je potrebno lotiti celovito in zagotoviti take višine drogov ter takšne svetilke, ki zagotavljajo ustrezne nivoje svetlosti in osvetljenosti ter ustrezno enakomernost svetlosti in osvetljenosti. Takšna razsvetljava v svetlobno-tehničnem smislu omogoča tudi nadgradnjo s sistemom pametne razsvetljave ter posledično dokajšnje prihranke pri porabljeni električni energiji.

3.3 SVETLOBNO-TEHNIČNI IZRAČUNI SVETILK

Meritve razsvetljave izvajamo z namenom, da zadostimo zahtevam, predvidenim v projektu, preverimo razsvetljava in ugotovimo morebitne potrebe glede vzdrževanja ter primerjamo različne svetlobne naprave. Namenu meritev mora ustrezati tudi uporabljena metodologija za izvajanje meritev. Če se meritve izvajajo zaradi primerjave z izračuni, je potrebno pri izvajanju meritev upoštevati enaka izhodišča (položaj merilnih točk, področje meritev) kot pri izračunih razsvetljave.

Za preverjanje razsvetljave je dopustno uporabiti poenostavljeno metodologijo, pomembno pa je, da je merilni postopek ponovljiv.

Pogoji za izvajanje meritev so:

- stabilizacija po zagonu sijalk,
- vremenski pogoji,

- vpliv tujih svetlobnih virov (Bizjak in ostali, 2000).

Pri zunanji razveljavi merimo:

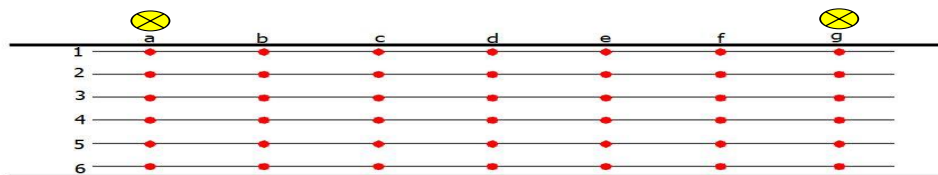
- svetlost cestne površine,
- enakomernost svetlosti,
- osvetljenost cestne površine,
- enakomernost osvetljenosti.

Nivo osvetljenosti cestišča ugotovimo z meritvami svetlosti v posameznih točkah znotraj področja vrednotenja. Točke meritev se ujemajo s točkami izračunov oziroma točkami vrednotenja.

Enakomernost osvetljenosti izračunamo podobno kot enakomernost svetlosti s pomočjo razmerja med minimalno in srednjo vrednostjo ali minimalno in maksimalno vrednostjo osvetljenostjo (Bizjak).

Naslednji sliki prikazujeta primera svetlobno-tehničnih meritev obstoječih svetilk in novih svetilk ter svetlobno-tehnična izračuna osvetljenosti na cestišču.

SKICA MERILNIH TOČK



PODATKI O MERITVAH

Naročnik:	Javna razsvetljava d.d.	Svetilka po menjavi:	SMBT 90W
Mesto meritve:	cestišče	Svetlobni vir:	LED 90W
Datum meritve:		Svetilka pred menjavo:	CD
Razpored svetilk:	enostransko	Svetlobni vir:	HSE 150 W
Višina montaže:	10m	Razmak:	30,5m
Širina merjene površine:	9 m	Stanje površine:	asfalt-suho
Izglede okolice:	temen	Stanje atmosfere:	oblačno

MERILNI REZULTATI PRED ZAMENAJVO : CD 125W

HORIZONTALNA OSVETLJENOST - $E_h [lx]$:

a	25,2	27,8	27,0	14,9	14,8	15,0
b	15,2	17,3	19,0	17,8	15,2	11,8
c	7,6	8,2	9,8	9,5	7,7	7,6
d	3,7	3,9	4,1	3,7	3,8	3,3
e	5,6	5,9	5,9	6,9	5,4	4,7
f	14,7	14,4	10,7	12,6	8,5	5,7
g	34,5	33,0	27,1	10,0	9,1	5,7

	E_{min}	E_{max}	E_{sr}	U_0
cestišče	3,3	34,5	12,2	27%

SVETLOST - $L [cd/m^2]$:

	vozni pas 1			vozni pas 2		
a	0,58	0,42	0,56	1,03	1,10	1,12
b	0,33	0,28	0,36	0,72	0,91	1,36
c	0,28	0,26	0,31	0,45	0,53	0,83
d	0,33	0,31	0,29	0,49	0,49	0,57
e	0,39	0,49	0,41	0,50	0,61	0,45
f	0,36	0,40	0,38	0,49	0,69	0,69
g	0,28	0,39	0,45	0,75	0,85	1,00

	L_{min}	L_{max}	L_{sr}	U_0
cestišče	0,26	1,36	0,56	0,46

	U_1	U_2
	0,53	0,45

U_0 - splošna enakomernost

MERILNI REZULTATI PO ZAMENAJVI : SMBT 90W

HORIZONTALNA OSVETLJENOST - $E_h [lx]$:

a	49,1	52,5	51,9	49,8	46,0	36,7
b	42,2	45,0	49,7	48,0	48,6	44,5
c	27,5	34,1	41,6	44,4	52,6	52,3
d	30,7	35,2	44,3	51,1	53,7	51,8
e	35,1	39,5	47,8	49,8	50,5	42,0
f	44,1	46,8	52,5	50,1	47,2	34,8
g	50,0	52,2	53,8	51,5	46,0	35,5

	E_{min}	E_{max}	E_{sr}	U_0
cestišče	27,5	53,8	45,5	60%

U_0 - splošna enakomernost

SVETLOST - $L [cd/m^2]$:

	vozni pas 1			vozni pas 2		
a	0,92	1,11	1,15	1,53	1,38	1,29
b	0,90	0,93	1,12	1,31	1,35	1,31
c	0,83	0,87	0,92	1,63	1,41	1,27
d	0,85	1,06	1,12	1,73	1,67	1,61
e	1,16	1,08	0,98	1,43	1,60	1,51
f	0,93	1,00	1,10	1,75	1,59	1,67
g	0,96	0,98	1,08	1,31	1,35	1,43

	L_{min}	L_{max}	L_{sr}	U_0
cestišče	0,83	1,75	1,24	0,67

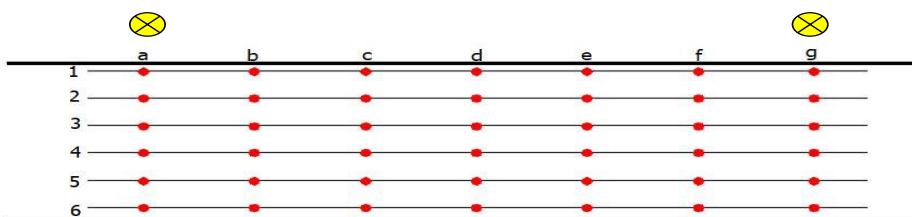
	U_1	U_2
	0,79	0,80

U_0 - splošna enakomernost

U_1 - vzdolžna enakomernost

Slika 9: Svetlobno-tehnični izračun za CD 126 W in SMBT 90 W

SKICA MERILNIH TOČK



PODATKI O MERITVAH

Mesto meritve: **cestišče**
 Datum meritve: **08.04.2019**
 Razpored svetilk: **Enostranska**
 Višina montaže: **5 m**
 Širina merjenja: **4 m**
 Izgled okolice: **temen**

Svetilka: **Slbt**
 Svetlobni vir: **Led 20 W**
 Stanje atmosfere: **jasno**
 Razmak: **25 m**
 Stanje površine: **asfaltna plast**

MERILNI REZULTATI PRED ZAMENAJVO : ALTRA KF36W

HORIZONTALNA OSVETLJENOST - $E_h [lx]$:

a	3,4	5,0	8,5	12,5	18,4	21,5	⊗
b	1,7	1,7	2,1	2,4	3,2	3,1	
c	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	
d	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	
e	1,5	2,2	2,4	2,4	2,8	2,7	
f	1,5	2,3	3,8	5,5	6,0	6,4	
g	2,9	4,9	8,9	12,9	18,9	22,8	⊗

	E_{min}	E_{max}	E_{sr}	U_0
cestišče	1,0	22,8	4,9	20%

U_0 - splošna enakomernost

MERILNI REZULTATI PO ZAMENAJVI : SLBT 20W

HORIZONTALNA OSVETLJENOST - $E_h [lx]$:

⊗	a	51,3	50,8	49,1	34,0	12,8	7,9	
	b	13,6	17,3	20,1	16,3	6,6	6,2	
	c	5,1	5,9	4,4	5,3	4,6	5,9	
	d	5,3	5,5	5,8	5,5	5,3	5,0	
	e	15,7	17,2	15,2	7,6	4,4	5,0	
	f	17,9	24,4	28,5	19,7	8,8	5,8	
⊗	g	50,8	51,3	50,5	34,2	11,8	8,9	

	E_{min}	E_{max}	E_{sr}	U_0
cestišče	4,4	51,3	17,3	25%

U_0 - splošna enakomernost

Slika 10: Svetlobno-tehnični izračun za ALTRA KF 36 W in SLBT 20 W

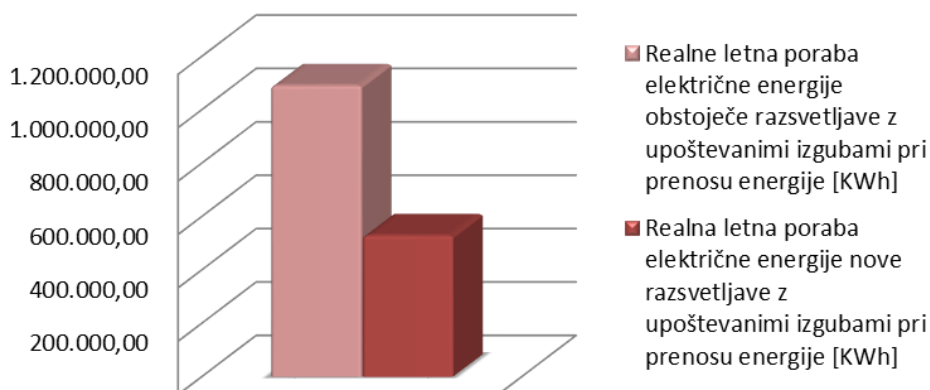
3.4 IZRAČUN IN PRIMERJAVA PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE STARIH SVETIL Z NOVIMI

Po izvedbi predvidenih posegov, opisanih v tehničnem delu, se pričakuje energetski in posledično ekonomski prihranek. Glavni del prihranka predstavlja poraba električne energije z novimi svetilkami, dodaten prihranek pa dosežemo z večstopenjsko avtonomno redukcijo posameznih svetilk. Prihranek pričakujemo tudi pri vzdrževanju novih svetil.

V tabeli 4 smo primerjali porabo električne energije obstoječe javne razsvetljave in porabo predvidevane porabe z novo razsvetljavo.

Letna poraba električne energije obstoječe razsvetljave [kWh]:	Letna poraba električne energije nove razsvetljave [kWh]:
1.091.215,92	529.324,73

Tabela 4: Letna poraba električne energije

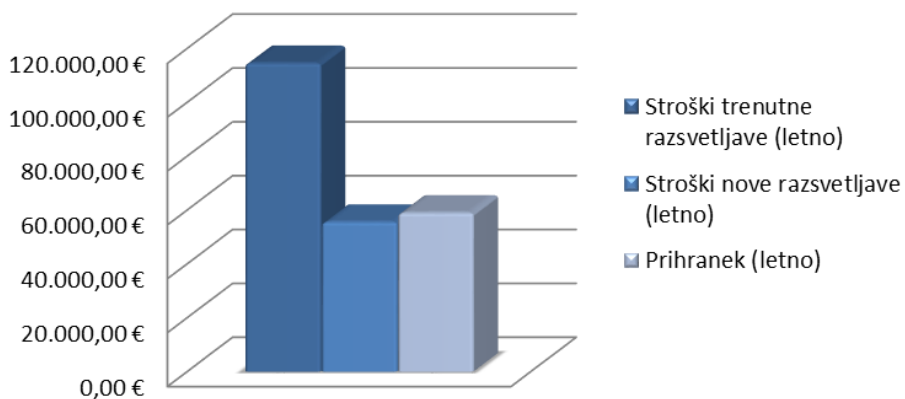


Slika 11: Poraba električne energije

V tabeli 5 so prikazani stroški porabe elektrike za namen razsvetljave. Ugotovili smo prihranek v porabi električne energije. Prihranili bi kar 51 % električne energije, posledično to pomeni velik finančni prihranek.

Cena električne energije – ocenjena brez DDV/kWh	0,105
Stroški trenutne razsvetljave/leto	114.577,67 EUR
Stroški nove razsvetljave/leto	55.579,10 EUR
Prihranek z novo razsvetljavo/leto	58.998,58 EUR
Prihranek – v odstotkih	51 %

Tabela 5: Stroški razsvetljave

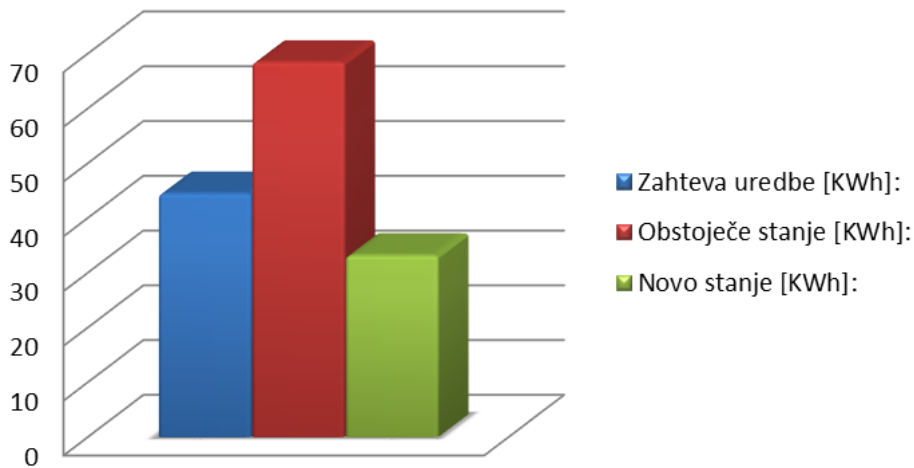


Slika 12: Stroški razsvetljave

V tabeli 6 je prikazana poraba električne energije na prebivalca:

Število prebivalcev	16.651
Zahteva UMSVO [kWh]	44,5
Obstoječe stanje [kWh]	65,5
Novo stanje [kWh]	31,8

Tabela 6: Poraba električne energije na prebivalca



Slika 13: Poraba električne energije na prebivalca

Povzetek sanacije

	Vrednosti	
Poraba električne energije po prenovi	529.325	kWh
Število prebivalcev	16.651	
Poraba na prebivalca po prenovi	31,8	kWh/preb.
Delež prihranka električne energije	51	%
Število zamenjanih svetilk	985	št.
Cena električne energije – ocenjena (brez DDV)	0,105	EUR/kWh
Letni strošek za električno energijo po prenovi	55.579	EUR
Prihranek stroškov električne energije	58.998	EUR

Tabela 7: Stanje rabe električne energije in stroškov javne razsvetljave po prenovi

Ugotovili smo, da z obnovo javne razsvetljave prihranimo slabih 59.000 EUR, kar bo naš podatek za nadaljnji izračun.

3.4.1 Zmanjšanje izpusta CO₂ na enoto električne energije

S predlagano obnovo bi se zmanjšal tudi izpust CO₂. Za izračun tega se upošteva celotna proizvodnja električne energije v državi. Lahko pa izračunavamo na način, da za izračun upoštevamo proizvodnjo električne energije, ki jo zmanjšujemo oziroma nadomeščamo – marginalni viri. V Sloveniji je to premog.

Povprečni emisijski faktor za izpuste CO₂ od leta 2002 do 2018 znaša 0,48 kg CO₂/kWh (Izpusti CO₂/TGP na enoto električne energije in daljinske toplote, 2018).

Evropska okoljska agencija (European Environment Agency) objavlja podatke izpusta CO₂ pri proizvodnji električne energije. Glede na podatke lahko rečemo, da spadamo v sredino držav glede na merjen izpust CO₂ v okolje (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/co2-electricity-g-per-kWh>).

Na osnovi podatka distributerja električne energije E.ON, da se je v letu 2018 na 1 kWh proizvedene energije v atmosfero izpustilo 0,649 kg/kWh, smo izračunali prihranek izpusta CO₂ za primer občine Medvode (E.ON, račun za električno energijo 04/2020).

V spodnji tabeli je prikazan izpust CO₂ v atmosfero pred prenovi in po njej.

CO ₂	Trenutno stanje	Novo stanje – LED
Poraba el. energije (kWh/leto)	1.091.215,92	529.324,73
Emisija CO ₂ (t/leto)	0,649	0,649
Emisija CO ₂ (t/kWh)	708.199,13	343.531,75
Zmanjšane emisije CO ₂	364.667,38	

Tabela 8: Primerjava izpusta CO₂

S predlagano rekonstrukcijo stanja bi se emisija CO₂ zmanjšala na letnem nivoju za 364.667,38 kg/kWh kot posledica zmanjšanja porabe električne energije.

3.5 TEHNIKA, REŠITVE, DIMENZIONIRANJE

3.5.1 Regulacija svetlobnega toka

Na določenih odsekih, kjer so svetlobno-tehnične razmere boljše od minimalnih priporočenih oziroma kjer je v nočnem času promet bistveno manjši, je mogoče v tem času (običajno med 23. in 5. uro) znižati svetlobni tok sijalk in s tem zmanjšati tudi porabo električne energije. Znižanje svetlobnega toka se izvede s pomočjo znižanja napajalne napetosti, za kar je potrebno v napajalni vod cestne razsvetljave vgraditi ustrezno predspojno napravo. Ocenjeni prihranek električne energije je 15 %. Pri izračunu smo upoštevali, da so vse svetilke na eni lokalni cesti napajane iz enega pržigališča in da je torej za vsako lokalno cesto potrebna samo ena tovrstna naprava.

3.5.2 SCADA

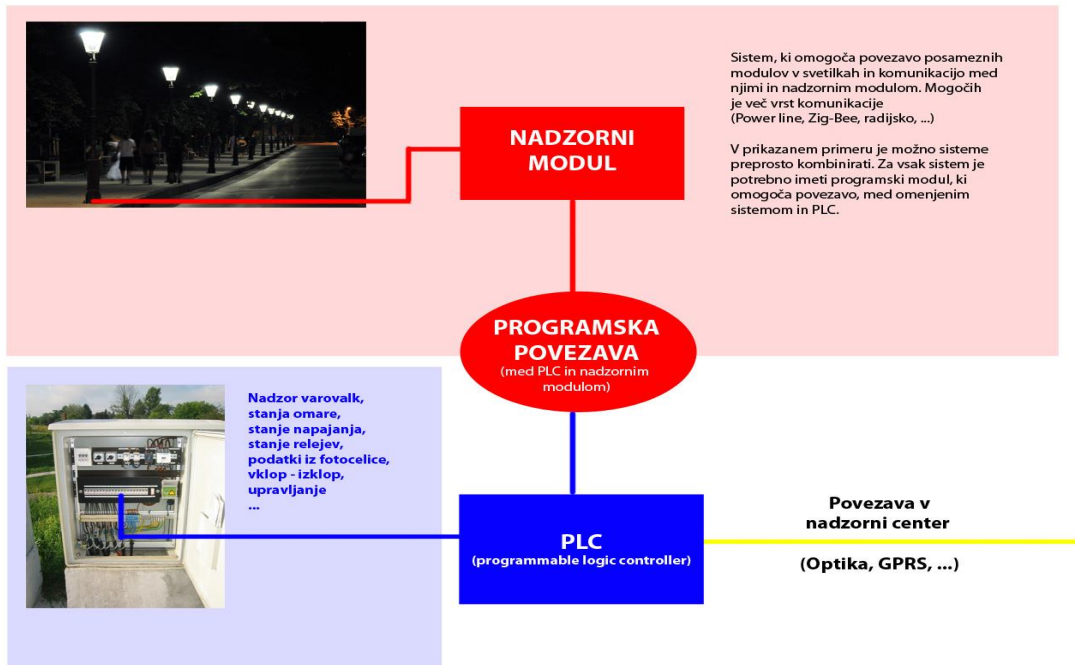
SCADA je nadzorni sistem, ki ga za potrebe javne razsvetljave razvija podjetje Javna razsvetljava d.d., ki je v povezavi z lastno razvitim sistemom GIS eno najbolj razvitih orodij na področju upravljanja in nadzora razsvetljave. Sistem omogoča vnos in pregled statističnih podatkov o omrežju razsvetljave. Nadzor je narejen na nivoju posameznega pržigališča, kjer lahko preko lokalnega OLC spremljamo delovanje in porabo. Lokalni PLC omogoča nadzor porabe, stanja omare, zajem podatkov iz okolja, ki so podlaga za avtomatsko regulacijo razsvetljave. Preko sistema SCADA lahko dinamično upravljamo vsako svetilko posebej ter njeno moč prilagodimo trenutnim potrebam, kar daje večjo varnost ali maksimalne prihranke. Ob izrednih dogodkih lahko sistem upravljamo tudi ročno. Iz sistema SCADA lahko izvozimo različne analize in poročila. Podatki so nam v pomoč pri nadaljnjem delu. Modul energetskega knjigovodstva v sistemu omogoča uvoz podatkov energetskih podjetij, obdelavo teh podatkov in primerjavo s podatki v sistemu. Analize teh podatkov nam omogočijo odkrivanje napak v omrežju.

V okviru te sanacije občine Medvode ni predvidena povezava v sistem SCADA, saj bi bilo potrebno obnoviti pržigališča, vendar pa se ob odločitvi to lahko še nadgradi.

3.5.3. Sistem GIS

Sistem GIS je grafični vmesnik sistema. Sistem omogoča kontrolo na več nivojih in upravljanje na nivoju svetilke oziroma omare. Sistem omogoča krmiljenje vnaprej določenih skupin svetilk. Te lahko upravljamo preko spleta, za to namenjenega

programa ali preko pametnega telefona. V ta sistem lahko poleg razsvetljave povežemo parkirišča, števec prometa, vremenske podatke in kamere.



Slika 14: Povezava sistema SCADA in GIS



Slika 15: Povezava sistema SCADA in GIS
(JRL, d.d., 2020)

4. OCENA UČINKOV NALOŽBE

4.1. VIŠINA NALOŽBE IN FINANCIRANJE

Pri tem projektu je investitor občina Medvode. Predpostavljamo, da bo za celotno obnovo uporabila privarčevana sredstva. Pomembno je, da natančno preučimo vse morebitne stroške in tveganja, da čez leta ne bi imeli težav. Vse vrednosti so uporabljene brez DDV.

V spodnji tabeli so navedeni stroški obnove.

Zap. št.	OPIS POSTAVKE	ME	Količina
		A	B
SVETILKE + POMOŽNA OPREMA			
1	Dobava in montaža cestne svetilke LED z montažnim in pritrdilnim materialom maksimalne moči 19 W, vključno z vsemi potrebnimi pomožnimi deli	kos	380
2	Dobava in montaža cestne svetilke LED z montažnim in pritrdilnim materialom maksimalne moči 60 W, vključno z vsemi potrebnimi pomožnimi deli	kos	27
3	Dobava in montaža cestne svetilke LED z montažnim in pritrdilnim materialom maksimalne moči 89 W, vključno z vsemi potrebnimi pomožnimi deli	kos	130
4	Dobava in montaža cestne svetilke LED z montažnim in pritrdilnim materialom maksimalne moči 105 W, vključno z vsemi potrebnimi pomožnimi deli	kos	448
5	Demontaža in odvoz obstoječih svetilk na deponijo	kpl	985
6	Predelava krivin ter montaža novih pritrdilnih elementov	ocena	540
7	Povišanje drogov zaradi zagotavljanja boljših svetlobnih razmer	ocena	115
	Ocena investicije oziroma sanacije (brez DDV)		410.000 EUR

Tabela 9: Vrednotenje naložbe

Izračunana vrednost 410.000 EUR je višina investicije in naš podatek za nadaljnje izračune.

Prihodki od prihranka električne energije po oceni znašajo 59.000 EUR.
Stroški vzdrževanja na leto znašajo po obnovi 10.000 EUR.

Projekt se bo izvajal s strani financiranja naložbe 15 let. Zato izračunamo amortizacijo in amortizacijsko stopnjo. Časovna amortizacija osnovnih sredstev pomeni, da se obračanje amortizacije izvaja glede na čas uporabe osnovnega sredstva (Papler, 2008).

Amortizacija na leto:

$$Am = \frac{Nv}{Pp} = \frac{410.000\text{EUR}}{15\text{let}} = 27.333\text{EUR / leto}$$

*Am = amortizacijska stopnja

Nv = naložbena vrednost

Pp = trajanje naložbe

Stopnja amortizacije:

$$f = \frac{100\%}{Pp} = \% / \text{leto} = \frac{100\%}{15\text{let}} = 6,67\% / \text{leto}$$

*f = stopnja amortizacije

100 % = celota

Pp = trajanje projekta

Na leto bomo lahko odpisali 27.333 EUR stroška od naše nabavne vrednosti, kar predstavlja 6,67 % od celotne nabavne vrednosti.

4.2. INDIVIDUALNA DISKONTNA STOPNJA

Investitor v naložbo bo občina sama, zato posledično nima nobenih dolžnosti do različnih posojilodajalcev ali financerjev, zato je diskontna stopnja lahko nizka, in sicer 2 %.

Z diskontno stopnjo določimo vrednost denarja, s katerim bomo pokrili nepredvidene stroške, ki bodo nastali med izvedbo projekta.

Sredstva smo obremenili z 2-odstotno diskontno stopnjo ($r = 2\%$).

Časovna obdobja				Diskontna stopnja (1 + r) ⁱ r = 2,0 %	Diskontni faktor 1/(1 + r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 2,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 2,0 %
i	Leto	Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So				
0	2020	0	410.000	1	1	0	410.000
1	2021	59.000	10.000	1,020	0,98	57.843,14	9.803,92
2	2022	59.000	10.000	1,040	0,96	56.708,96	9.611,69
3	2023	59.000	10.000	1,061	0,94	55.597,02	9.423,22
4	2024	59.000	10.000	1,082	0,92	54.506,88	9.238,45
5	2025	59.000	10.000	1,104	0,91	53.438,12	9.057,31
6	2026	59.000	10.000	1,126	0,89	52.390,31	8.879,71
7	2027	59.000	10.000	1,149	0,87	51.363,05	8.705,60
8	2028	59.000	10.000	1,172	0,85	50.355,93	8.534,90
9	2029	59.000	10.000	1,195	0,84	49.368,56	8.367,55
10	2030	59.000	10.000	1,219	0,82	48.400,55	8.203,48
11	2031	59.000	10.000	1,243	0,80	47.451,52	8.042,63
12	2032	59.000	10.000	1,268	0,79	46.521,10	7.884,93
13	2033	59.000	10.000	1,294	0,77	45.608,92	7.730,33
14	2034	59.000	10.000	1,319	0,76	44.714,63	7.578,75
15	2035	59.000	10.000	1,346	0,74	43.837,87	7.430,15
Skupaj		885.000	560.000			758.106,55	538.492,64
SV		Sd – So = 325.000				Sv = Sd – So = 219.613,91	

Tabela 10: Vrednost naložbe z diskontirano individualno (2 %) diskontno stopnjo
(povzeto po: Papler, 2018)

Po izračunu smo ugotovili, da bi po koncu obdobja trajanja odplačevanja investicije izbrani občini moralo ostati čistega dobička 219.613,91 EUR ob 2-odstotni diskontni stopnji.

4.3. OCENA UČINKOV NALOŽBE

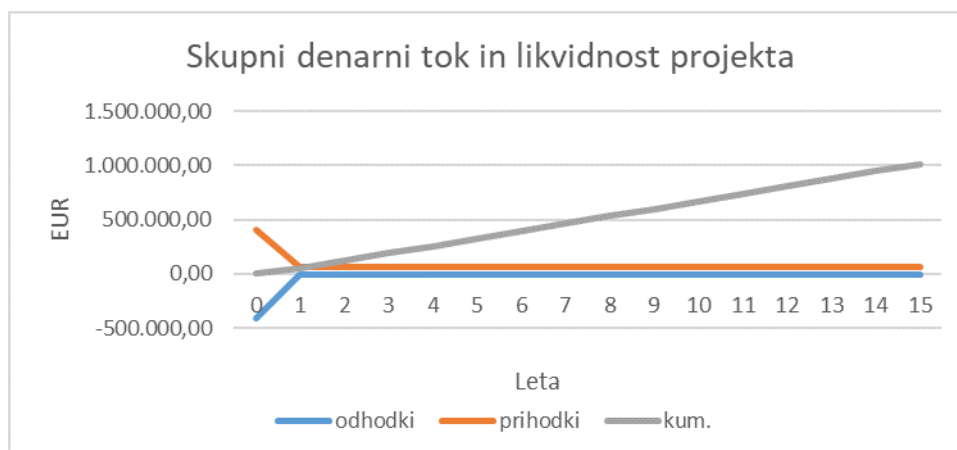
4.3.1. Skupni denarni tok

V spodnji tabeli so prikazani vsi prihodki in odhodki našega projekta ter skupni prihodki in odhodki od razlike porabljene energije ter kumulativni donos.

Leta	Odhodki	Prihodki	Kumulativa
0	-410.000	410.000	0
1	-10.000	59.000	49.000
2	-10.000	59.000	118.000
3	-10.000	59.000	187.000
4	-10.000	59.000	256.000
5	-10.000	59.000	325.000
6	-10000	59.000	394.000
7	-10.000	59.000	463.000
8	-10.000	59.000	532.000
9	-10.000	59.000	601.000
10	-10.000	59.000	670.000
11	-10.000	59.000	739.000
12	-10.000	59.000	808.000
13	-10.000	59.000	877.000
14	-10.000	59.000	946.000
15	-10.000	59.000	1.015.000

Tabela 11: Skupni denarni tok
(povzeto po Papler, 2018)

V spodnji sliki vidimo odnos med prihodki, odhodki in kumulativno frekvenco. Prihodki morajo biti večji od odhodkov. Kumulativna frekvenca donosa nam pove, koliko denarja se nam bo povrnilo v nekem obdobju.



Slika 16: Skupni denarni tok in likvidnost projekta

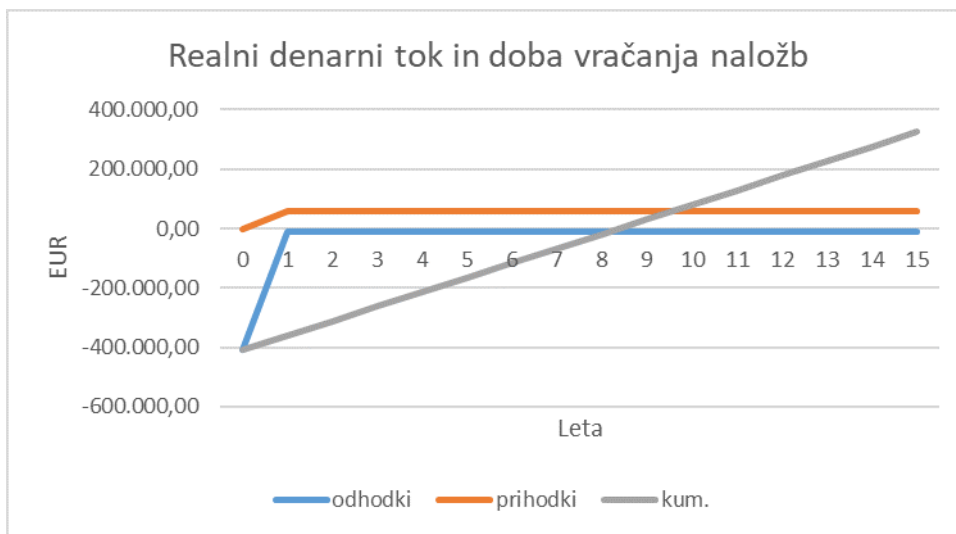
4.3.2. Realni denarni tok

Pri realnem denarnem toku je najpomembnejši podatek kumulativni donos, ki nam pove realni donos projekta in kolikšno časovno obdobje je potrebno, da se nam v naložbi začne realni donos prihodkov.

Leta	Odhodki	Prihodki	Kumulativa
0	-410.000	0	-410.000
1	-10.000	59.000	-361.000
2	-10.000	59.000	-312.000
3	-10.000	59.000	-263.000
4	-10.000	59.000	-214.000
5	-10.000	59.000	-165.000
6	-10.000	59.000	-116.000
7	-10.000	59.000	-67.000
8	-10.000	59.000	-18.000
9	-10.000	59.000	31.000
10	-10.000	59.000	80.000
11	-10.000	59.000	129.000
12	-10.000	59.000	178.000
13	-10.000	59.000	227.000
14	-10.000	59.000	276.000
15	-10.000	59.000	325.000

Tabela 12: Realni denarni tok
(povzeto po Papler, 2018)

Preko realnega denarnega toka ugotovimo, da preidemo na realni donos prihodkov med 8. in 9. letom.



Slika 17: Realni denarni tok in doba vračanja naložbe

4.4. METODA SEDANJE VREDNOSTI NALOŽBE

Če bi se za sredstva morali zadolžiti, bi to imelo negativne posledice za našo naložbo. Za primer smo vzeli obrestno mero 3 %, kar prikazuje tabela 13.

časovna obdobja		Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja (1+r) ⁱ r= 3,0 %	Diskontni faktor 1/(1+r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=3,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=3,0 %
i	leto						
0	2020	0	410.000	1	1	0	410.000
1	2021	59.000	10.000	1,030	0,97	57.281,55	9.708,74
2	2022	59.000	10.000	1,061	0,94	55.613,16	9.425,96
3	2023	59.000	10.000	1,093	0,92	53.993,36	9.151,42
4	2024	59.000	10.000	1,126	0,89	52.420,74	8.884,87
5	2025	59.000	10.000	1,159	0,86	50.893,92	8.626,09
6	2026	59.000	10.000	1,194	0,84	49.411,57	8.374,84
7	2027	59.000	10.000	1,230	0,81	47.972,40	8.130,92
8	2028	59.000	10.000	1,267	0,79	46.575,14	7.894,09
9	2029	59.000	10.000	1,305	0,77	45.218,59	7.664,17
10	2030	59.000	10.000	1,344	0,74	43.901,54	7.440,94
11	2031	59.000	10.000	1,384	0,72	42.622,86	7.224,21
12	2032	59.000	10.000	1,426	0,70	41.381,41	7.013,80
13	2033	59.000	10.000	1,469	0,68	40.176,13	6.809,51
14	2034	59.000	10.000	1,513	0,66	39.005,95	6.611,18
15	2035	59.000	10.000	1,558	0,64	37.869,85	6.418,62
Skupaj		885.000	560.000			704.338,17	529.379,35
SV		Sd – So =	325.000			Sv = Sd – So =	174.958,82

Tabela 13: Tabela sedanje vrednosti
(Povzeto po Papler, 2018)

Če bi se občina za sredstva morala zadolžiti, bi to pomenilo bistveno spremembo naložbe. V tem primeru obremenitev s 3 % obrestno mero pomeni, da sedanja vrednost naložbe znaša 174.958,82 EUR.

4.5. METODA INTERNE STOPNJE DONOSNOSTI

Z metodo interne stopnje donosnosti ugotovimo donos projekta.

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} =$$

$$ISD = 8 + (9 - 8) \cdot \frac{9414}{9414 - (-15026)} = 8,3 \%$$

**ISD = interna stopnja donosnosti*

r_p = diskontna stopnja, ko je NDS pozitiven

r_n = diskontna stopnja, ko je NSD negativen

NSD_p = NSD pri diskontni stopnji r_p

NSD_n = NSD pri diskontni stopnji r_n

Donos naše investicije znaša 8,3 odstotka. Izračun nam kaže, da nam naložba prinaša dobiček oziroma realne prihranke.

Časovna obdobja		Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja (1 + r) ⁱ r = 8,3 %	Diskontni faktor 1/(1 + r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 8,3 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 8,3 %
i	Leto						
0	2020	0	410.000	1	1	0	410.000
1	2021	59.000	10.000	1,083	0,92	54.478,30	9.233,61
2	2022	59.000	10.000	1,173	0,85	50.303,14	8.525,96
3	2023	59.000	10.000	1,270	0,79	46.447,96	7.872,54
4	2024	59.000	10.000	1,376	0,73	42.888,24	7.269,19
5	2025	59.000	10.000	1,490	0,67	39.601,33	6.712,09
6	2026	59.000	10.000	1,614	0,62	36.566,32	6.197,68
7	2027	59.000	10.000	1,747	0,57	33.763,92	5.722,70
8	2028	59.000	10.000	1,892	0,53	31.176,28	5.284,12
9	2029	59.000	10.000	2,050	0,49	28.786,97	4.879,15
10	2030	59.000	10.000	2,220	0,45	26.580,76	4.505,21
11	2031	59.000	10.000	2,404	0,42	24.543,64	4.159,94
12	2032	59.000	10.000	2,603	0,38	22.662,64	3.841,13
13	2033	59.000	10.000	2,819	0,35	20.925,80	3.546,75
14	2034	59.000	10.000	3,054	0,33	19.322,07	3.274,93
15	2035	59.000	10.000	3,307	0,30	17.841,25	3.023,94
Skupaj		885.000	560.000			495.888,61	494.048,92
SV		Sd – So = 325.000				Sv = Sd – So = 1.839,69	

Tabela 14: Interna stopnja donosnosti naše investicije znaša 8,3 odstotka

(Povzeto po Papler, 2018)

Izračunali smo donos projekta z 8,3 % diskontno stopnjo, kar pomeni, da po končani dobi projekta privarčujemo 1.839,69 EUR.

4.6. KAZALNIKI UČINKOVITOSTI IN USPEŠNOSTI

Za izračun vseh kazalnikov smo izbrali individualno diskontno stopnjo 3 %, kot je bila uporabljena pri izračunu neto sedanje vrednosti projekta.

4.6.1 Čas vračanja

Pri kazalniku čas vračanja ugotovimo dobo pokrivanja investicije. Po tem obdobju začnemo ustvarjati dobiček.

$$d = S_d - S_o = 59.000 - 10.000 = 49.000 \text{ EUR}$$

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{410.000}{49.000} = 8,37 \text{ let}$$

*EVS = čas vračanja naložbe

N = vrednost naložbe

D = prihodki na leto

S_d = prihranki na leto

S_o = stroški na leto

Ugotovimo, da začnemo ustvarjati dobiček v 8. letu financiranja naše investicije.

4.6.2 Kazalnik gospodarnosti in ekonomičnosti

Izračun kazalnika gospodarnosti ali ekonomičnosti nam pove, ali bomo med poslovnim procesom več ustvarili kot porabili.

$$E = \frac{S_d}{S_o} = \frac{885.000}{560.000} = 1,58 \qquad r = 3 \%$$

*E = kazalnik ekonomičnosti

S_d = skupni prihodki projekta

S_o = skupni odhodki projekta

Izračunan kazalnik je večji kot 1, kar pomeni, da bomo več ustvarili kot porabili.

4.6.3 Kazalnik donosnosti

Izračun kazalnika donosnosti nam pove, ali bo naša naložba donosna.

$$IND = \frac{NVS_d}{NVS_n} = \frac{704.338,17}{529.379,35} = 1,33$$

*IND = kazalnik donosnosti

NVS_d = neto vrednost skupnih dohodkov

NVS_n = neto vrednost naložbe

Ugotovili smo, da se nam celotna naložba povrne in še dodatnih 33 %.

4.6.4 Kazalnik donosnosti odhodkov

Izračun kazalnika donosnosti odhodkov nam pove, ali je naložba primerna za realno gradnjo.

$$Do = \frac{Sd - So}{So} \cdot 100 = Do = \frac{885.000 - 560.000}{560.000} \cdot 100 = 58,04\%$$

$$r = 3 \%$$

*Do = kazalnik donosnosti odhodkov

Sd = skupni prihodki

So = skupni odhodki

Ugotovili smo, da so odhodki manjši od prihodkov, izračun je pozitiven in posledično se nam naložba obrestuje.

4.6.5 Kazalnik donosnosti naložb

Kazalnik donosnosti naložb nam pove letni donos v odstotku od investiranj kapitala.

$$D = \frac{Sd - So}{N} \cdot 100 = \frac{885.000 - 560.000}{410.000} \times 100 = 79,27\%$$

*D = kazalnik donosnosti naložbe

Sd = skupni dohodki

So = skupni odhodki

N = vrednost naložbe

Ugotovili smo, da bi bil letni donos naložbe 79,27 %.

(Povzeto po Papler, 2018)

4.7. ANALIZA TVEGANJ

Z leti se lahko zgodi marsikaj, zato moramo predvideti tveganja. Zelo pomembno je, da sta projekt in izračun investicije dobro pripravljena, da ne prihaja do bistvenih sprememb in prevelikega povečanja te.

Za svojo analizo smo povečali vrednost investicije za 10 % in sedaj znaša 451.000 EUR ter zmanjšali prihodke za 10 %, ki sedaj znašajo 53.100 EUR.

Časovna obdobja		Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja (1 + r) ⁱ r = 2,0 %	Diskontni faktor 1/(1 + r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r = 2,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r = 2,0 %
i	Leto						
0	2020	0	451.000	1	1	0	451.000
1	2021	53.100	10.000	1,020	0,98	52.058,82	9.803,92
2	2022	53.100	10.000	1,040	0,96	51.038,06	9.611,69
3	2023	53.100	10.000	1,061	0,94	50.037,32	9.423,22
4	2024	53.100	10.000	1,082	0,92	49.056,19	9.238,45
5	2025	53.100	10.000	1,104	0,91	48.094,31	9.057,31
6	2026	53.100	10.000	1,126	0,89	47.151,28	8.879,71
7	2027	53.100	10.000	1,149	0,87	46.226,75	8.705,60
8	2028	53.100	10.000	1,172	0,85	45.320,34	8.534,90
9	2029	53.100	10.000	1,195	0,84	44.431,70	8.367,55
10	2030	53.100	10.000	1,219	0,82	43.560,49	8.203,48
11	2031	53.100	10.000	1,243	0,80	42.706,37	8.042,63
12	2032	53.100	10.000	1,268	0,79	41.868,99	7.884,93
13	2033	53.100	10.000	1,294	0,77	41.048,03	7.730,33
14	2034	53.100	10.000	1,319	0,76	40.243,16	7.578,75
15	2035	53.100	10.000	1,346	0,74	39.454,08	7.430,15
Skupaj		796.500	601.000			682.295,89	579.492,64
SV		Sd – So =				Sv = Sd – So =	102.803,26

Tabela 15: Vrednost naložbe z diskontirano individualno (2 %) diskontno stopnjo v primeru tveganja s povečano naložbo in zmanjšanimi prihodki

(Povzeto po Papler, 2018)

Izračun prikazuje vrednost naložbe z diskontirano individualno (2 %) diskontno stopnjo v primeru tveganj.

4.7.1 Izračun kazalnikov v primeru tveganja

V nadaljevanju smo izračunali kazalnike v kriznih razmerah in jih primerjali s predvidenim razmerami. Za izračun vseh kazalnikov smo upoštevali individualno diskontno stopnjo 3 %.

- Čas vračanja:

$$d = S_d - S_o = 53.100 - 10.000 = 43.100 \text{ EUR}$$

$$EVS = t = \frac{N}{d} = \frac{451000}{43100} = 10,46 \text{ let}$$

V kriznem scenariju bi se nam dobiček začel vračati v 10. letu.

- Kazalnik gospodarnosti:

$$E = \frac{S_d}{S_o} = \frac{796.500}{601.000} = 1,33 \quad r = 3 \%$$

Vrednost kazalnika je večja kot 1, kar pomeni, da bomo več ustvarili kot porabili.

- Kazalnik donosnosti:

$$IND = \frac{NVS_d}{NVS_n} = \frac{633.904,35}{570.379,35} = 1,11$$

Ugotovili smo, da se nam naložba povrne in še dodatnih 11 %.

- Kazalnik donosnosti odhodkov:

$$Do = \frac{S_d - S_o}{S_o} \cdot 100 = Do = \frac{796.500 - 601.000}{601.000} \cdot 100 = 32,53 \%$$

Kazalnik donosnosti odhodkov nam kaže, da so tudi v krizni situaciji odhodki manjši od prihodkov in se nam naložba še vedno obrestuje.

- Kazalnik donosnosti naložb:

$$D = \frac{S_d - S_o}{N} \cdot 100 = \frac{796.500 - 601.000}{451000} \times 100 = 43,45 \%$$

Letni donos naložbe znaša 43,45 %.

- Metoda sedanje vrednosti naložbe

Če bi se naša naložba povečala, prihodki zmanjšali in bi ob zadolžitvi za sredstva obrestna mera znašala 3 %, bi to bistveno vplivalo na našo naložbo.

časovna obdobja		Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja (1+r) ⁱ r= 3,0 %	Diskontni faktor 1/(1+r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=3,0 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=3,0 %
i	leto						
0	2020	0	451.000	1	1	0	451.000
1	2021	53.100	10.000	1,030	0,97	51.553,40	9.708,74
2	2022	53.100	10.000	1,061	0,94	50.051,84	9.425,96
3	2023	53.100	10.000	1,093	0,92	48.594,02	9.151,42
4	2024	53.100	10.000	1,126	0,89	47.178,66	8.884,87
5	2025	53.100	10.000	1,159	0,86	45.804,53	8.626,09
6	2026	53.100	10.000	1,194	0,84	44.470,41	8.374,84
7	2027	53.100	10.000	1,230	0,81	43.175,16	8.130,92
8	2028	53.100	10.000	1,267	0,79	41.917,63	7.894,09
9	2029	53.100	10.000	1,305	0,77	40.696,73	7.664,17
10	2030	53.100	10.000	1,344	0,74	39.511,39	7.440,94
11	2031	53.100	10.000	1,384	0,72	38.360,57	7.224,21
12	2032	53.100	10.000	1,426	0,70	37.243,27	7.013,80
13	2033	53.100	10.000	1,469	0,68	36.158,52	6.809,51
14	2034	53.100	10.000	1,513	0,66	35.105,36	6.611,18
15	2035	53.100	10.000	1,558	0,64	34.082,87	6.418,62
Skupaj		796.500	601.000			633.904,35	570.379,35
SV		Sd – So = 195.500				Sv = Sd – So = 63.525,00	

Tabela 16: Tabela sedanje vrednosti v situaciji tveganja

Ob tveganju in obrestni meri 3 % je naša investicija še rentabilna, vendar z bistveno nižjim dobičkom.

- Metoda interne stopnje donosnosti

$$ISD = r_p + (r_n - r_p) \cdot \frac{NSD_p}{NSD_p - NSD_n} =$$

$$ISD = 4 + (5 - 4) \cdot \frac{28.202,50}{28.202,50 - (-3.636,74)} = 4,8 \%$$

Interna stopnja donosnosti naše investicije v kriznih razmerah znaša 4,8 odstotka.

časovna obdobja		Skupaj prihodki	Skupaj odhodki So	Diskontna stopnja (1+r) ⁱ r= 4,8 %	Diskontni faktor 1/(1+r) ⁱ	Skupni donos Sd pri diskontnem faktorju r=4,8 %	Skupni odhodki So pri diskontnem faktorju r=4,8 %
i	leto						
0	2020	0	451.000	1	1	0	451.000
1	2021	53.100	10.000	1,048	0,95	50.667,94	9.541,98
2	2022	53.100	10.000	1,098	0,91	48.347,27	9.104,95
3	2023	53.100	10.000	1,151	0,87	46.132,89	8.687,93
4	2024	53.100	10.000	1,206	0,83	44.019,93	8.290,01
5	2025	53.100	10.000	1,264	0,79	42.003,75	7.910,31
6	2026	53.100	10.000	1,325	0,75	40.079,92	7.548,01
7	2027	53.100	10.000	1,388	0,72	38.244,20	7.202,30
8	2028	53.100	10.000	1,455	0,69	36.492,55	6.872,42
9	2029	53.100	10.000	1,525	0,66	34.821,14	6.557,65
10	2030	53.100	10.000	1,598	0,63	33.226,28	6.257,30
11	2031	53.100	10.000	1,675	0,60	31.704,46	5.970,71
12	2032	53.100	10.000	1,755	0,57	30.252,35	5.697,24
13	2033	53.100	10.000	1,839	0,54	28.866,75	5.436,30
14	2034	53.100	10.000	1,928	0,52	27.544,61	5.187,31
15	2035	53.100	10.000	2,020	0,49	26.283,02	4.949,72
Skupaj		796.500	601.000			558.687,06	556.214,14
SV		Sd – So = 195.500				Sv = Sd – So = 2.472,93	

Tabela 17: Interna stopnja donosnosti v kriznih razmerah
(Povzeto po Papler, 2018)

V spodnji tabeli so primerjani ekonomski kazalniki med prevedenim stanjem in stanjem v nekoliko slabših razmerah.

		Vrednosti kazalnikov v normalnih razmerah pri 3-odstotni diskontni stopnji	Vrednosti kazalnikov v kriznih razmerah; 10 % višja investicija in 10 % manjši prihodki ter 3-odstotni diskontni stopnji
Čas vračanja	EVS	8,37 let	10,46 let
Kazalnik gospodarnosti ali ekonomičnosti	E	1,58	1,33
Kazalnik donosnosti	IND	1,33	1,11
Kazalnik donosnosti odhodkov	Do	58,04 %	32,53 %
Kazalnik donosnosti naložb	D	79,27 %	43,45 %
Metoda sedanje vrednosti naložbe	SV	174.958,82 EUR r = 3 %	63.525,00 EUR r = 3 %
Metoda interne stopnje donosnosti	ISD	8,3 %	4,8 %

Tabela 18: Primerjava ekonomskih kazalnikov
(Povzeto po Papler, 2018)

Primerjava ekonomskih kazalnikov nam kaže razliko med predvidenim normalnim stanjem in stanjem tveganja. Čas vračanja se nam v kriznih razmerah podaljša za dobri dve leti. Kazalnika gospodarnosti oziroma ekonomičnosti sicer kažeta, da bomo v obeh primerih več ustvarili kot porabili, vendar v kriznih razmerah nekoliko manj.

Kazalnika donosnosti nam kažeta, da se bo naložba v obeh primerih povrnila, vendar v primeru krize za 23 % manj.

Kazalnika donosnosti odhodkov kažeta, da so odhodki manjši od prihodkov in da se nam naložba obrestuje, vendar ob tveganju to pomeni 25,51 % manj.

Letni donos naložbe bi bil ob tveganju za 35,82 % manjši.

V primeru, da si denar izposodimo imamo v normalnih razmerah s 3-odstotno obrestno mero 174.958,82 EUR dobička in v primeru kriznih razmer s 3-odstotno obrestno mero 63.525,00 EUR dobička.

5 UGOTOVITVE

Po skrbni preučitvi obstoječega stanja javne razsvetljave v občini Medvode smo ugotovili, da je v občini več kot polovica svetilk (56 %) neustreznih in neskladnih z Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja, zato potrebujejo zamenjavo ali le prilagoditve. Manjše prilagoditve se lahko izvedejo v sklopu vzdrževalnih del. Ugotovili smo, da so nameščeno veliko različnih tipov svetilk, kar je z vidika vzdrževanja neugodno. Tako predlagamo, da svetilke, ki so potrebne obnove, zamenjamo z dvema tipoma svetilk, ki imata že novo tehnologijo LED. Nova sodobna tehnologija LED je varčnejša, okolju prijaznejša in praktično ne potrebuje vzdrževanja, ima pa izredno dolgo življenjsko dobo. Po izračunih trenutne porabe in predvidevane porabe z novimi svetilkami LED smo ugotovili, da z zamenjavo svetilk privarčujemo 51 % električne energije, kar lahko pretvorimo v finančne prihranke. Dodatni prihranki se nam še pokažejo pri vzdrževanju nove javne razsvetljave in pri električni energiji, ki bo prihranjena na račun redukcije. Novo javno razsvetljavo bi bilo mogoče tudi nadzorovati in upravljati preko sistema SCADA, vendar je potrebno pred tem obnoviti prižigališča. Zaradi manjše porabe električne energije se bo zgodil tudi pomemben prihranek pri izpustu CO₂. Narava in naše zdravje bosta hvaležni.

Pri finančni analizi smo preverjali finančne kazalnike. Pri vseh kazalnikih in diskontnih stopnjah smo opravili s paragrafi pozitivno, kar pomeni, da je investicija vzdržna. Tudi ob manjši zadolžitvi bi se investicija zaključila s pozitivno. Tudi v primeru krizne situacije, ko se višina investicije poveča za 10 % in se prihodki zmanjšajo za 10 %, bi se naložba izšla s pozitivnim rezultatom.

S prenovo javne razsvetljave občina pridobi na več področjih. Na finančnem področju se bo investicija povrnila in nastalo bo še nekaj prihranka. Zaradi sodobne tehnologije bo manj vzdrževanja, kar pomeni tudi manj motenj na cestah zaradi del. Zaradi nove sodobne tehnologije bo občina izboljšala svoj videz ter zdravje in počutje svojih občanov. Tako se lahko označi kot sodobna urejena občina, ki je zanimiva za industrijo, kulturo, športno aktivnost ali družinsko življenje.

Občini predlagamo glede na ugodne rezultate analize, da se čim prej loti obnove. Ob pozitivnih rezultatih prenove predlagamo občini, naj zamenja še preostale svetilke, ki sicer ustrezajo UMSVO, s svetilkami LED.

Predlagamo, da občina preuči možnosti sončnih elektrarn na večjih površinah, kot so šola, občinska stavba in športna dvorana.

Predlagamo, da se obnovijo vsa prižigališča in se javno razsvetljavo vpelje v nadzorni sistem SCADA.

6 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo obravnavali obnovo javne razsvetljave v občini Medvode. Občina Medvode še ni pristopila k celoviti obnovi javne razsvetljave glede na Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja, zato smo analizirali potreben obseg obnove, nato podali tehnične rešitve in opredelili finančne kazalnike. Pri analizi obnove smo ugotovili, da ni potrebno zamenjati vseh svetilk, pri nekaterih je bila potrebna le prilagoditev. Poseben poudarek smo dali tehničnim rešitvam, saj želimo z obnovo doseči čim boljši izkoristek. Kot predlagane rešitve smo podali moderne in kakovostne luči, ki so tudi estetsko dovršene in cenovno sprejemljive. V drugem delu smo naredili finančno analizo. Višina investicije znaša 410.000 EUR, za kar bi občina uporabila lastna sredstva. Ugotovili smo, da bi bila naložba ustrezna in povrnjena, kar nam povedo pozitivni finančni kazalniki. Stroški so manjši kot prihodki. Naložba bi se financirala iz prihranka pri električni energiji. Prvi pozitivni učinki financiranja bi se nam pokazali že v 8. letu. Tako se naložba povrne in še lahko pripišemo dobiček. Če bi se za sredstva morali zadolžiti bi bil naš dobiček sicer manjši, vendar je naložba še vedno vzdržna. Donos projekta znaša 8,3 %.

Ker pa se na trgu lahko stvari hitro obrnejo in ker je naša naložba dolgoročna, smo pripravili tudi analizo tveganja. Tudi ob povečanju investicije za 10 % in zmanjšanju prihodkov za 10 % je naša investicija še vedno vzdržna. Zaključujemo, da vsi finančni kazalniki kažejo na to, da je naložba dobra in realna.

Pri tej naložbi pa ne moremo govoriti le o pozitivni finančni strani, ampak tudi o pozitivnem vplivu na okolje in kakovost bivanja občanov. Občani bi z novo javno razsvetljavo pridobili estetsko osvetlitev in varnejše okolje, v katerem bivajo. Nova razsvetljava ne posega negativno v življenje živali in nima negativnega vpliva na okolje. Pomemben podatek je tudi izpust CO₂, ki bi se zaradi prihranka zmanjšal za več kot polovico. Nova javna razsvetljava daje večje prihranke na področju vzdrževanja in še nekaj dodatnih z vpeljavo nadzornih sistemov.

Ob dobri pripravi projekta je to mogoče in veselimo se še več obnov, ki nam koristijo na številnih področjih našega življenja in bivanja.

7 LITERATURA

Bolta Skaberne B. in ostali, Življenje ponoči, layman`s report. Pridobljeno 16.5.2020 z naslova https://lifeslovenija.si/wp-content/uploads/LIFE09_NAT_SI_000378.pdf

Bizjak G. Svetlobna tehnika, kakovost zunanje razsvetljave. Pridobljeno 22.2.2020 z naslova http://lrf.fe.uni-lj.si/e_sv_tehnika/si/i_kakovostzunanja.pdf

Bizjak G. Razsvetljava. Projektiranje cestne razsvetljave. Pridobljeno 3.6.2020 z naslova http://lrf.fe.uni-lj.si/e_sv_tehnika/SI/i_ProjektiranjeCestna.pdf

Bizjak M. in ostali. (2000). Priporočila sdr – cestna razsvetljava pr 5/2. Maribor.

European Environment Agency. (2011). CO₂ (g) per kWh in 2009 (electricity only). Pridobljeno 26.5.2020 z naslova <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/co2-electricity-g-per-kwh>

E.ON, račun za električno energijo 04/2020.

Institut Jožef Štefan. (2018). Izpusti CO₂/TGP na enoto električne energije in daljinske toplote, Pridobljeno z naslova 26.5.2020 <https://ceu.ijs.si/izpusti-co2-tgp-na-enoto-elektricne-energije/>

Ministrstvo za okolje prostor. (2020). Svetlobna obremenitev okolja. Pridobljeno 15.5.2020 z naslova <https://www.gov.si/teme/svetlobna-obremenitev-okolja/>

Občina Medvode. (2020). O občini. Pridobljeno 15.5.2020 z naslova <https://www.medvode.si/objave/175>

Papler, D. (2003) Elektroenergetika skozi čas 40 let Elektra Gorenjska, 1963 – 2003 na stoletnih elektrificijskih temeljih predhodnikov in ustvarjalnosti sodobnikov, 2. dopolnjena izdaja. Pridobljeno 16.5.2020 z naslova <https://www.elektro-gorenjska.si/resources/files/pdf/elektro40.pdf>

Papler, D. (2008). Ocena učinkov naložb, Primer sončna fotovoltna elektrarna Strahinj, cenovni model optimist.

Papler, D. (2018). Gradivo s predavanj predmeta URE in OVE, Metodologija za ekonomsko ovrednotenje upravičenosti naložbe.

Papler, D. (2018). Gradivo s predavanj predmeta URE in OVE, Izračun diskontiranje SV.

Papler, D. (2018). Gradivo s predavanj predmeta URE in OVE, Izračun diskontiranje ISD.

Papler, D. Nov sistem javne razsvetljave, v skladu z uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja, daje prihranke. 2011. Pridobljeno 1.3.2020 z naslova <http://www.e-m.si/media/eges/casopis/2011/5/21.pdf>

Remškar, Ž. Zgodovina električne razsvetljave v Sloveniji. (2016). Pridobljeno 20.2.2020 z naslova <https://svetlobnoonesnazevanje.wordpress.com/2016/02/23/zgodovina-elektricne-razsvetljave-v-sloveniji-2/>.

JRL d.d., Zgodovina podjetja. Pridobljeno 20. 1. 2020 z naslova <http://www.jrl.si/zgodovina>

JRL d.d. (2013). *Načrt sanacije javne razsvetljave v občini Medvode*, Ljubljana.

JRL d.d. (2016). *Elaborat, Sanacija – modernizacija sistema javne razsvetljave v Občini Medvode*. Ljubljana.



JRL d.d. (2018). *Javna razsvetljava. Opis končne tehnološke rešitve*. Ljubljana.

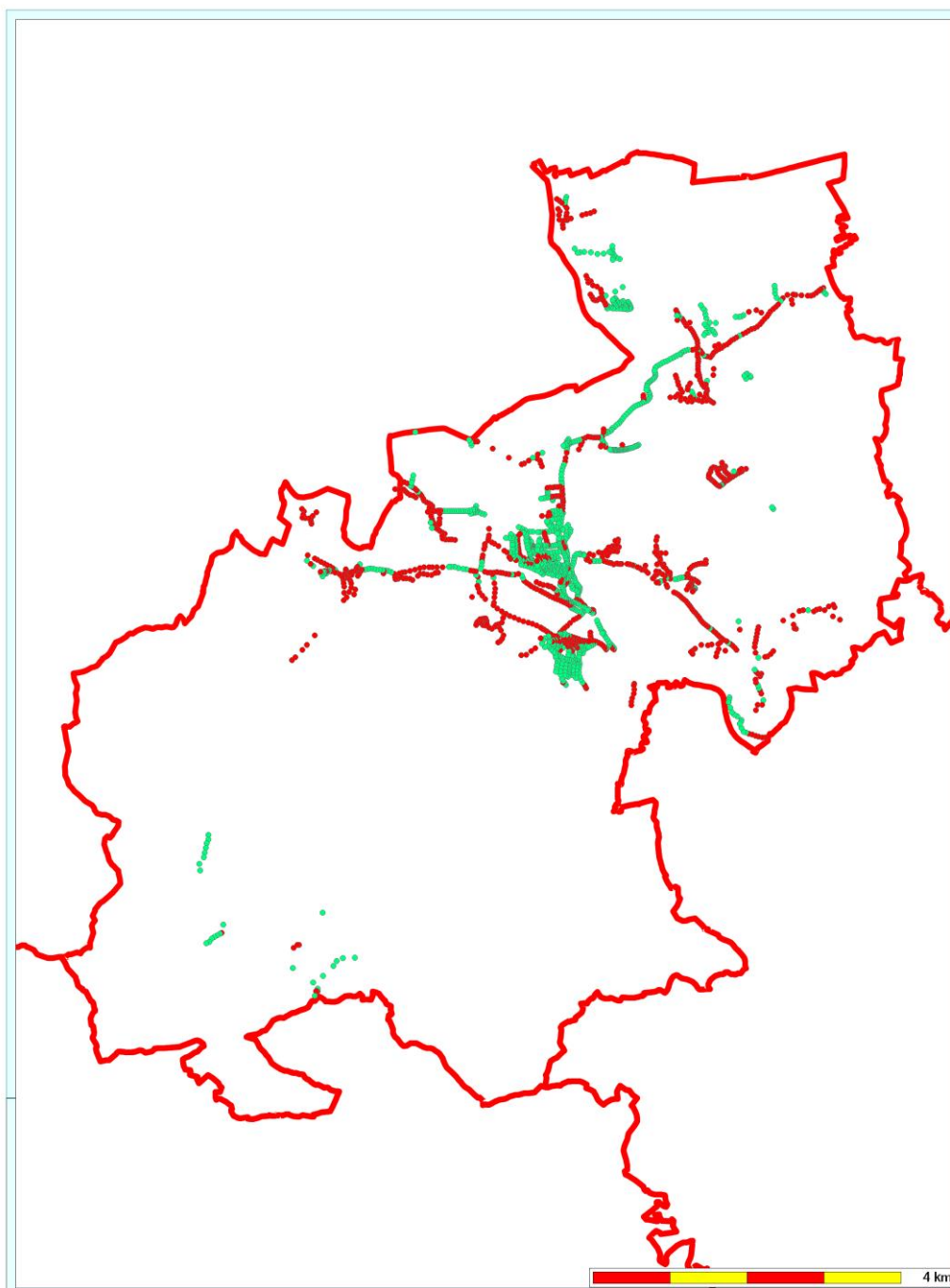
JRL d.d. (2020). *Interno gradivo, Nadzorni center, kataster, prijava napak, krmiljenje in nadzor razsvetljave*. Ljubljana.

Statistični urad Republike Slovenije, 2019, Izbrani podatki po občinah. Pridobljeno 18.5.2020 z naslova https://pxweb.stat.si/SiStatDb/pxweb/sl/40_Splosno/40_Splosno_26_kazalniki_10_26400_SLO_pomemb_pregled/2640010S.px/table/tableViewLayout2/

Zupan, G. (2002). *Javna razsvetljava v Ljubljani, Petdeset let Javne razsvetljave*. Ljubljana.

PRILOGE:

-  Neustrezne svetilke
-  Ustrezne svetilke



Slika 18: Katastrski posnetek Medvod