

# ANALIZA IZVODLJIVOSTI JAVNOG OSVETLJENJA GRADA KRAGUJEVCA PRIMENOM RAZLIČITIH SVETLOSNIH IZVORA

## ABSTRAKT

Javno osvetljenje zauzima značajnu ulogu u razvoju i modernizaciji velikih gradova. Uvođenjem savremenih trendova u ovoj oblasti koji se ogledaju kroz primenu savremenih tehnologija i uštedu električne energije daje se veliki doprinos u njihovom održivom privrednom razvoju i postizanju boljeg vizuelnog utiska. Jedan od segmenata u sprovođenju ove politike predstavlja zamena zastarelih živinih i natrijumovih svetiljki savremenim energetski efikasnim natrijumovim i LED svetiljkama kroz dva različita scenarija čijim poređenjem se može doći do značajnih zaključaka koji će uticati na odluku lokalnih uprava o njihovoj primeni.

## 1.Uvod

Potrošnja električne energije koja se koristi za javno osvetljenje u velikim gradovima predstavlja vrlo značajnu stavku u budžetu lokalne uprave [1].U cilju smanjenja potrošnje električne energije primenom energetski efikasnog osvetljenja prema savremenim trendovima i preporukama ,mogu se postići različiti efekti koji će biti razmatrani u ovom radu i koji će pomoći lokalnoj upravi u upravljanju energijom kako bi postali deo modernog društva[2][3].

U gradu Kragujevcu koji ima 200.000 stanovnika i koji zauzima visoko mesto po broji instalisanih svetiljki i instalisanoj snazi razmatrana su dva scenarija(modela) primene energetski efikasnog osvetljenja primenom savremenih preporuka [2].prvi scenario predviđa zamenu svih svetiljki sa živinim izvorima svetla( HPM ) sa LED svetiljkama.Drugi scenario je zamena svetiljki sa živinim izvorima svetla (HPM) sa svetiljkama sa natrijumovim izvorima svetla(HPS)

U toku 2016 godine na području „EPSDistribucije“-ogranak Kragujevac izvršen je popis na terenu svih Instalacija javnog osvetljenja na području grada, prigrada i sela.Svakog dana je bilo angažovano četiri ekipe koje su na terenu prikupljale podatke.Rezultati prikupljanja podataka dati su u Tabeli 1

Tabela 1

Rekapitulacija izvedenog stanja javnog osvetljenja u gradu Kragujevcu

| podrucja       | sijalice    |            |             |             |             |              |            |            |              | Snaga(W)       | stubovi      |             |             |              | Svetiljke    |  |
|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|--------------|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--|
|                | Na 70       | Na 100     | Na 150      | Na 250      | Na 400      | Hg 125       | Hg 250     | Hg 400     | ukupno       |                | Betonski     | Drveni      | Metalni     | ukupno       |              |  |
| sela           | 1837        |            |             | 86          |             | 4271         |            |            | 6194         | 683965         | 9525         | 432         | 17          | 9974         | 6194         |  |
| prigrad        | 1027        | 73         | 179         | 374         | 77          | 6685         | 94         | 51         | 8560         | 1109990        | 9735         | 542         | 623         | 10900        | 8525         |  |
| grad - procena | 565         | 421        | 957         | 708         | 1003        | 3860         | 875        | 605        | 8994         | 1776095        | 1699         | 474         | 5751        | 7924         | 7926         |  |
|                | <b>3429</b> | <b>494</b> | <b>1136</b> | <b>1168</b> | <b>1080</b> | <b>14816</b> | <b>969</b> | <b>656</b> | <b>23748</b> | <b>3570050</b> | <b>20959</b> | <b>1448</b> | <b>6391</b> | <b>28798</b> | <b>22645</b> |  |
|                | 7307        |            |             |             |             | 16441        |            |            |              |                |              |             |             |              |              |  |

Iz ove tabele se može videti da HPM svetiljke predstavljaju 70% svih svetiljki tako da je potrebno što hitnije izvršiti njihovu zamenu sa energetski efikasnijim svetiljkama, kako bi se smanjila njihova potrošnja i tako postigao bolji vizuelni efekat i svetlosne karakteristike. Moguće uštede električne energije i smanjenje troškova značajno se mogu postići uvažavanjem preporuka koje su rezultat istraživanja [2].

Dva moguća scenarija su predložena sa mogućnošću komparativnog saledavanja tehno-ekonomskog proračuna na osnovu kojeg se mogu izvesti odgovarajući zaključci.

U prvom scenariju koji se odnosi na zamenu postojećih HPM i HPS svetiljki LED svetiljkama (scenario 1) koje zadovoljavaju odgovarajuće svetlotehničke kriterijume koji se odnose na potreban nivo sjajnosti, osvetljenosti i uvažavanje svetlotehničke klase saobraćajnica [4][5].

U Tabeli 2 se može videti da broj i instalisana snaga svetiljki pre zamene su znatno smanjeni posle zamene, broj svetiljki smanjen za 594 komada, a instalisana snaga je smanjena za 52.74 %.

Tabela 2

Prikaz postojećeg broja i snage svetiljki i novog predloženog rešenja (scenario 1)

| VRSTA IZVORA | SNAGA IZVORA[W] | SNAGA + UREĐAJ[kW] | BROJ IZVORA | UKUPNA SNAGA[kW] | VRSTA IZVORA | SNAGA IZVORA[W] | SNAGA + UREĐAJ[kW] | BROJ IZVORA | UKUPNA SNAGA[kW] |
|--------------|-----------------|--------------------|-------------|------------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------|------------------|
| ŽIVA         | 125             | 0,138              | 14816       | 2044,608         |              | 51              | 0,051              | 829         | 42,279           |
|              | 250             | 0,275              | 969         | 266,475          |              | 56              | 0,056              | 16567       | 927,752          |
|              | 400             | 0,44               | 656         | 288,64           |              | 75              | 0,075              | 453         | 33,975           |
| NATRIJUM     | 70              | 0,077              | 3429        | 264,033          | LED          | 80              | 0,08               | 1015        | 81,2             |
|              | 100             | 0,11               | 494         | 54,34            |              | 110             | 0,11               | 1586        | 174,46           |
|              | 150             | 0,165              | 1136        | 187,44           |              | 216             | 0,216              | 2704        | 584,064          |
|              | 250             | 0,275              | 1168        | 321,2            |              |                 |                    |             |                  |
|              | 400             | 0,44               | 1080        | 475,2            |              |                 |                    |             |                  |
| UKUPNO       |                 |                    | 23748       | 3901,936         |              |                 |                    | 23154       | 1843,73          |

U Tabeli 3 prikazan je drugi scenarijo gde su postojeće svetiljke HPM zamenjene HPS svetiljkama manje snage i postojeće HPM od 400 W zamenjene sa HPS svetiljkama od 250 W (scenario 2). Ovde su takođe primenjeni odgovarajući svetlotehnički kriterijumi. Iz ove tabele se može zaključiti da su broj i instalisana snaga svetiljki pre zamene znatno smanjeni posle zamene. Broj svetiljki je smanjen za 592 komada, a instalisana snaga za 43.6 %.

Tabela 3

Prikaz postojećeg broja i snage svjetiljki i novog predloženog rešenja (scenario 2)

| VRSTA IZVORA | SNAGA IZVORA[W] | SNAGA + UREĐAJ[kW] | BROJ IZVORA | UKUPNA SNAGA[kW] | VRSTA IZVORA | SNAGA IZVORA[W] | SNAGA + UREĐAJ[kW] | BROJ IZVORA | UKUPNA SNAGA[kW] |
|--------------|-----------------|--------------------|-------------|------------------|--------------|-----------------|--------------------|-------------|------------------|
| ŽIVA         | 125             | 0,138              | 14816       | 2044,608         |              | 70              | 0,077              | 12719       | 979,363          |
|              | 250             | 0,275              | 969         | 266,475          |              | 100             | 0,11               | 1985        | 218,35           |
|              | 400             | 0,44               | 656         | 288,64           | NATRIJUM     | 150             | 0,165              | 687         | 113,355          |
| NATRIJUM     | 400             | 0,44               | 1080        | 475,2            |              | 250             | 0,275              | 1538        | 422,95           |
| UKUPNO       |                 |                    | 17521       | 3074,923         |              |                 |                    | 16929       | 1734,018         |

U oba scenarija postojeće svjetiljke su zamjenjene sa svjetilkama sa povećanim stepenom zaštite IP65 (zaštita od prodora prašine i zaštita od prodora mlaza vode) i IP66 IP65 (zaštita od prodora prašine i zaštita od prodora snažnog mlaza vode) i svjetilkama sa poboljšanim karakteristikama uvažavajući sva dosadašnja istraživanja preporuke i iskustva. [3][4].

## 2. Energetsko-ekonomska analiza

Ova analiza se može sagledati kroz godišnju potrošnju i uštedu električne energije. Potrošena električna energija se izračunava na osnovu instalisane snage svjetiljki i vremena godišnjeg rada svjetiljki koje u proseku za jednu godinu iznosi oko 4100 časova i izračunava se na osnovu kalendara uključenja i isključenja javnog osvetljenja prikazanog u Tabeli 4. U ovoj tabeli dati su po mesecima vremena uključenja

i isključenja javnog osvetljenja u toku jedne godine u zavisnosti od vremena trajanja dana i noći.

Izračunavanjem potrošnje električne energije i uštede za oba scenarija mogu se sagledati energetska-ekonomski efekti prikazani u u Tabelama (5) i (6)

Tabela 4

Godišnji kalendar uključenja i isključenja javnog osvetljenja

| Mesec            | Datum |    | Uključenje | Isključenje | Trajanje<br>Uključenja |
|------------------|-------|----|------------|-------------|------------------------|
|                  | od    | do |            |             |                        |
| Januar           | 7     | 16 | 16.30      | 6.45        | 14.15                  |
| Januar           | 17    | 26 | 16.45      | 6.45        | 14.00                  |
| Januar Februar   | 27    | 6  | 16.45      | 6.45        | 14.00                  |
| Februar          | 7     | 16 | 17.00      | 6.30        | 13.30                  |
| Februar          | 17    | 26 | 17.15      | 6.15        | 13.00                  |
| Februar Mart     | 27    | 6  | 17.30      | 6.00        | 12.30                  |
| Mart             | 7     | 16 | 17.45      | 5.45        | 12.00                  |
| Mart             | 17    | 26 | 18.00      | 5.30        | 11.30                  |
| Mart             | 27    | 28 | 18.15      | 5.00        | 10.45                  |
| Mart April       | 29    | 6  | 19.15      | 6.00        | 10.45                  |
| April            | 7     | 16 | 19.30      | 5.45        | 10.15                  |
| April            | 17    | 26 | 19.45      | 5.30        | 9.45                   |
| April Maj        | 27    | 6  | 19.45      | 5.00        | 9.15                   |
| Maj              | 7     | 16 | 20.00      | 4.45        | 8.45                   |
| Maj              | 17    | 26 | 20.15      | 4.30        | 8.15                   |
| Maj Jun          | 27    | 6  | 20.15      | 4.15        | 8.00                   |
| Jun              | 7     | 16 | 20.30      | 4.15        | 7.45                   |
| Jun              | 17    | 26 | 20.45      | 4.00        | 7.15                   |
| Jun Jul          | 27    | 6  | 20.30      | 4.15        | 7.45                   |
| Jul              | 7     | 16 | 20.30      | 4.15        | 7.45                   |
| Jul              | 17    | 26 | 20.30      | 4.30        | 8.00                   |
| Jul Avgust       | 27    | 6  | 20.15      | 4.30        | 8.15                   |
| Avgust           | 7     | 16 | 20.00      | 4.45        | 8.45                   |
| Avgust           | 17    | 26 | 19.45      | 5.00        | 9.15                   |
| Avgust Septembar | 27    | 6  | 19.30      | 5.15        | 9.45                   |
| Septembar        | 7     | 16 | 19.00      | 5.45        | 10.45                  |

|                   |    |    |       |      |       |
|-------------------|----|----|-------|------|-------|
| Septembar         | 17 | 26 | 18.45 | 6.00 | 11.15 |
| Septembar Oktobar | 27 | 6  | 18.30 | 6.15 | 11.45 |
| Oktobar           | 7  | 16 | 18.15 | 6.30 | 12.15 |
| Oktobar           | 17 | 24 | 17.45 | 6.45 | 13.00 |
| Oktobar Novembar  | 25 | 6  | 16.45 | 5.45 | 13.00 |
| Novembar          | 7  | 16 | 16.30 | 6.00 | 13.30 |
| Novembar          | 17 | 26 | 16.30 | 6.15 | 13.45 |
| Novembar Decemb.  | 27 | 6  | 16.15 | 6.30 | 14.15 |
| Decembar          | 7  | 16 | 16.15 | 6.45 | 14.30 |
| Decembar          | 17 | 26 | 16.00 | 7.00 | 15.00 |
| Decembar Januar   | 27 | 6  | 16.00 | 7.00 | 15.00 |

Tabela 5

Pregled potrošnje i uštede električne energije (scenario 1)

|           | UKUPNA SNAGA[kW] | BROJ RADNIH SATI [h] | GOD.POTROŠNJA[kWh] | CENA EL.ENERGIJE [€/kWh] | GOD. IZNOS ZA EL. ENERGIJU[€] |
|-----------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|
| POSTOJEĆE | 3901,936         | 4100                 | 15997937,6         | 0,062                    | 991872,1312                   |
| NOVO      | 1843,73          | 4100                 | 7559293            | 0,062                    | 468676,166                    |
| UŠTEDA    |                  |                      | 8438644,6          |                          | 523195,9652                   |

Tabela 6

Pregled potrošnje i uštede električne energije (scenario 2)

|           | UKUPNA SNAGA [kW] | BROJ RADNIH SATI [h] | GOD.POTROŠNJA[kWh] | CENA EL.ENERGIJE [€/kWh] | GOD. IZNOS ZA EL. ENERGIJU [€] |
|-----------|-------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|
| POSTOJEĆE | 3074,923          | 4100                 | 12607184,3         | 0,062                    | 781645,4266                    |
| NOVO      | 1734,018          | 4100                 | 7109473,8          | 0,062                    | 440787,3756                    |
| UŠTEDA    |                   |                      | 5497710,5          |                          | 340858,051                     |

Na osnovu tabelarnog prikaza može se zaključiti da primenom scenarija 1 ušteda električne energije i novčanih sredstava je za 34.85 % veća.

### 3. Godišnji troškovi održavanja

Ovi troškovi se odnose na nabavku i zamenu izvora svetla prema veku trajanja u toku jedne godine, pri čemu je predviđeno da HPM izvori svetla traju oko 8000 h, HPS oko 16000 h, a LED izvori oko 50000 h. Može se zaključiti da narednih deset godina nema troškova održavanja LED osvetljenja. Broj izvora koji se nabavi i zameni prema veku trajanja kao i potrebna novčana sredstva za oba scenarija dati su u Tabelama (7) i (8) i (9).

Tabela 7

Troškovi godišnjeg održavanja (scenario 1)

|          | [W] | IZVORA[KOM] | ZAMENE | IZVORA GOD[KOM] | IZVORA [€] | ZA NABAVKU IZVORA[€] | IZVORA[€] | ZA ZAMENU[€] |
|----------|-----|-------------|--------|-----------------|------------|----------------------|-----------|--------------|
| ŽIVA     | 125 | 14816       | 0,5    | 7408            | 2,9        | 21483,2              | 8         | 59264        |
|          | 250 | 969         | 0,5    | 484,5           | 5,48       | 2655,06              | 8         | 3876         |
|          | 400 | 656         | 0,5    | 328             | 8,03       | 2633,84              | 8         | 2624         |
| NATRIJUM | 70  | 3429        | 0,25   | 857,25          | 6,63       | 5683,5675            | 8         | 6858         |
|          | 100 | 494         | 0,25   | 123,5           | 8,42       | 1039,87              | 8         | 988          |
|          | 150 | 1136        | 0,25   | 284             | 9,53       | 2706,52              | 8         | 2272         |
|          | 250 | 1168        | 0,25   | 292             | 11,6       | 3387,2               | 8         | 2336         |
|          | 400 | 1080        | 0,25   | 270             | 13,31      | 3593,7               | 8         | 2160         |
| UKUPNO   |     | 23748       |        | 10047,25        |            | 43182,9575           |           | 80378        |

Tabela 8

Troškovi godišnjeg održavanja (scenario 2)

| VRSTA IZVORA | SNAGA IZVORA<br>[W] | UKUPAN BROJ<br>IZVORA[KOM] | PROCENAT GOD.<br>ZAMENE | BROJ ZAMENA<br>IZVORA GOD[KOM] | VEL. PROD.CENE<br>IZVORA [€] | IZNOS SREDSTAVA<br>ZA NABAVKU IZVORA[€] | CENA ZAMENE<br>IZVORA[€] | IZNOS SREDSTAVA<br>ZA ZAMENU[€] |
|--------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|
|              | 125                 | 14816                      | 0,5                     | 7408                           | 2,9                          | 21483,2                                 | 8                        | 59264                           |
| ŽIVA         | 250                 | 969                        | 0,5                     | 484,5                          | 5,48                         | 2655,06                                 | 8                        | 3876                            |
|              | 400                 | 656                        | 0,5                     | 328                            | 8,03                         | 2633,84                                 | 8                        | 2624                            |
| NATRIJUM     | 400                 | 1080                       | 0,25                    | 270                            | 13,31                        | 3593,7                                  | 8                        | 2160                            |
| UKUPNO       |                     | 17521                      |                         | 8490,5                         |                              | 30365,8                                 |                          | 67924                           |

Tabela 9

Troškovi godišnjeg održavanja (scenario 2) novo rešenje

| VRSTA IZVORA | SNAGA IZVORA<br>[W] | UKUPAN BROJ<br>IZVORA[KOM] | PROCENAT GOD.<br>ZAMENE | BROJ ZAMENA<br>IZVORA GOD[KOM] | VEL. PROD.CENE<br>IZVORA [€] | IZNOS SREDSTAVA<br>ZA NABAVKU IZVORA[€] | CENA ZAMENE<br>IZVORA[€] | IZNOS SREDSTAVA<br>ZA ZAMENU[€] |
|--------------|---------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|
|              | 70                  | 12719                      | 0,25                    | 3179,75                        | 6,63                         | 21081,7425                              | 8                        | 25438                           |
|              | 100                 | 1985                       | 0,25                    | 496,25                         | 8,42                         | 4178,425                                | 8                        | 3970                            |
| NATRIJUM     | 150                 | 687                        | 0,25                    | 171,75                         | 9,53                         | 1636,7775                               | 8                        | 1374                            |
|              | 250                 | 1538                       | 0,25                    | 384,5                          | 11,6                         | 4460,2                                  | 8                        | 3076                            |
| UKUPNO       |                     | 16929                      |                         | 4232,25                        |                              | 31357,145                               |                          | 33858                           |

Na osnovu predhodnih tabela može se zaključiti da primenom scenarija 1 sredstva za nabavku su 27,38 % veća od sredstava za nabavku scenarija 2, sredstva za zamenu za 15,5% veća , a ukupni troškovi su za 20% veći. Ukupna ušteda je za 47,22% veća pri prelasku na scenario 1.

#### 4. Vrednost investicije



U tabelama (10) i (11) prikazan je predlog novih rešenja za oba scenarija sa prikazanim okvirnim cenama za odgovarajuće svetiljke prema snazi izvora svetla.

Tabela 10

Vrednost investicije (scenario 1)

| VRSTA SVETILJKE[W] | KOLIČINA[KOM] | JEDINIČNA CENA[€] | UKUPNO[€] |
|--------------------|---------------|-------------------|-----------|
| 51                 | 829           | 311               | 257819    |
| 56                 | 16567         | 210               | 3479070   |
| 75                 | 453           | 361               | 163533    |
| 80                 | 1015          | 236               | 239540    |
| 110                | 1586          | 280               | 444080    |
| 216                | 2704          | 446               | 1205984   |
| UKUPNO             | 23154         |                   | 5790026   |

Tabela 11

Vrednost investicije (scenario 2)

| VRSTA SVETILJKE[W] | KOLIČINA[KOM] | JEDINIČNA CENA[€] | UKUPNO[€] |
|--------------------|---------------|-------------------|-----------|
| 70                 | 12654         | 80                | 1012320   |
| 100                | 1070          | 85                | 90950     |
| 150                | 465           | 122               | 56730     |
| 150/1              | 157           | 205               | 32185     |
| 250/1              | 1538          | 215               | 330670    |
| 70/2               | 65            | 193               | 12545     |
| 100/2              | 915           | 197               | 180255    |
| 150/2              | 65            | 206               | 13390     |
| UKUPNO             | 16929         |                   | 1729045   |

Poređenjem vrednosti investicije oba scenarija zaključuje se da je vrednost LED scenario 3,34 puta veća ,što može imati presudnu ulogu kada je u pitanju budžet lokalne uprave.

## 5.Troškovi eksploatacije i Period povratka investicije

Period povratka uloženi sredstava se dobija tako što se ukupna investicija podeli sa ukupnom uštedom. U tabelama (12) i (13) se može videti period povratka sredstava za oba scenarija.

Tabela 12

Period povratka uloženi sredstava(scenario 1)

|           | TROŠAK NABAVKE IZVORA [€] | TROŠAK ZAMENE IZVORA [€] | UKUPNI TROŠKOVI [€] | VREDNOST INVESTICIJE [€] | UKUPAN TROŠAK INV [€] | UKUPNA UŠTEDA [€] | PERIOD POVRATAKA [€] |
|-----------|---------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| POSTOJEĆE | 43182,9575                | 80378                    | 123560,9575         |                          | 123560,9575           |                   |                      |
| NOVO      |                           |                          |                     | 5790026                  | 5790026               | 646756,9227       | 8,952398957          |

Tabela 13

Period povratka uloženi sredstava(scenario 2)

|           | TROŠAK NABAVKE IZVORA [€] | TROŠAK ZAMENE IZVORA [€] | UKUPNI TROŠKOVI [€] | VREDNOST INVESTICIJE [€] | UKUPAN TROŠAK INV [€] | UKUPNA UŠTEDA [€] | PERIOD POVRATAKA [€] |
|-----------|---------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| POSTOJEĆE | 30365,8                   | 67924                    | 98289,8             |                          | 98289,8               |                   |                      |
| NOVO      | 31357,145                 | 33858                    | 65215,145           | 1729045                  | 1729045               | 373932,706        | 4,623946962          |

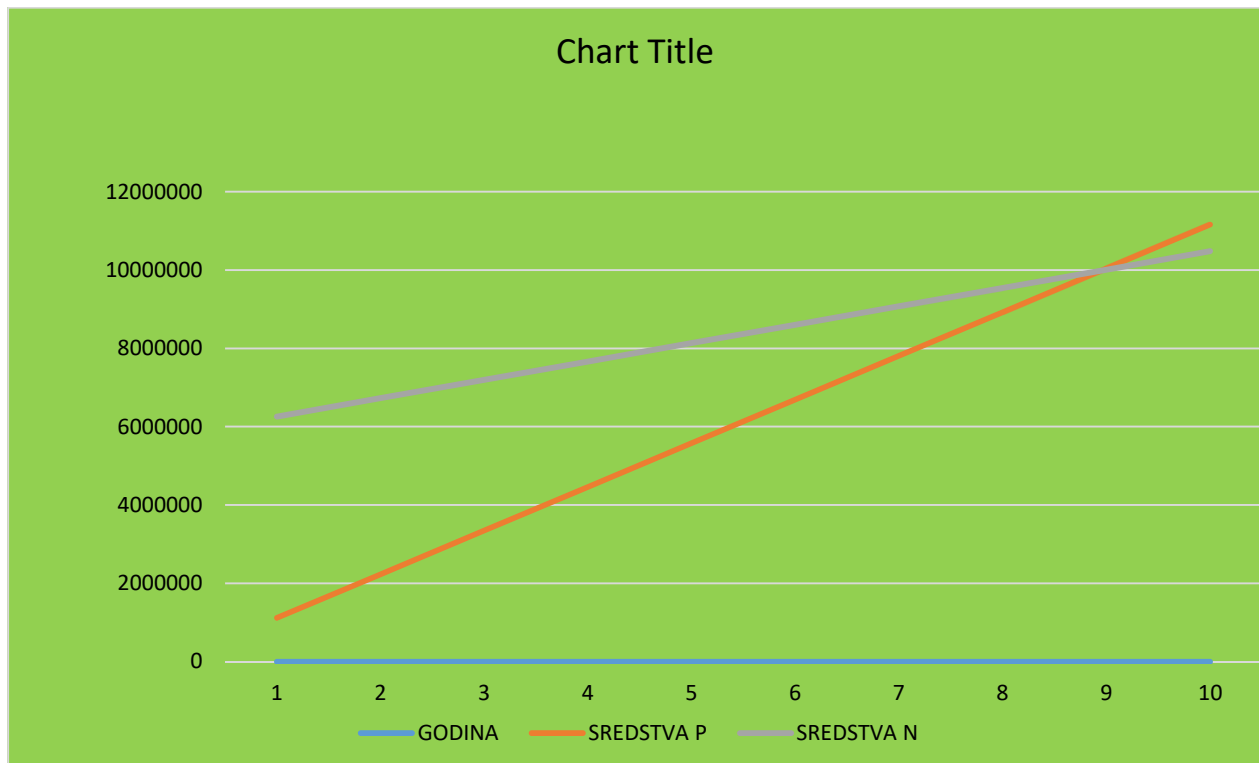
Primenom scenarija 1 period povratka sredstava je za 9 godina dok je za scenario 2 period povratka sredstava za 4,6 godina, pri čemu je investicija za scenario 1 je 70 % veća. Grafičkim prikazom Diagram (1) i Diagram (2) se mogu videti periodi povratka uloženi sredstava koji se dobijaju iz Tabela (14) i (15) u kojima su za narednih 10 godina prikazani troškovi za postojeće stanje i novo stanje. Period posmatranja se uzima za 10 godina iz razloga što se pretpostavlja da LED svetiljke neće imati nikakve kvarove u ovom periodu (scenario 1). Isti period je uzet i za (scenario 2). Troškovi eksploatacije za postojeće stanje predstavljaju zbir utrošene električne energije, troškova nabavke i

troškova zamene, a troškovi za novo stanje predstavljaju u prvoj godini zbir ukupne investicije i godišnje potrošnje električne energije, a u narednih devet godina samo sredstva za godišnju potrošnju električne energije, dok za scenario 2 za novo stanje uzimaju se u obzir i godišnja sredstva nabavke i sredstva zamene izvora svetla iz razloga što je vek trajanja HPS izvora svetla kraći od LED izvora.

Tabela 13

Prikaz troškova po godinama (scenario1)

| GODINA     | 1          | 2          | 3          | 3          | 5          | 6          | 7          | 8          | 9           | 10          |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| SREDSTVA P | 1115433,09 | 2230866,18 | 3346299,27 | 4461732,35 | 5577165,44 | 6692598,53 | 7808031,62 | 8923464,71 | 10038897,8  | 11154330,89 |
| SREDSTVA N | 6258702,17 | 6727447,17 | 7196192,17 | 7664937,17 | 8133682,17 | 8602427,17 | 9071172,17 | 9539917,17 | 10008662,17 | 10477407,17 |



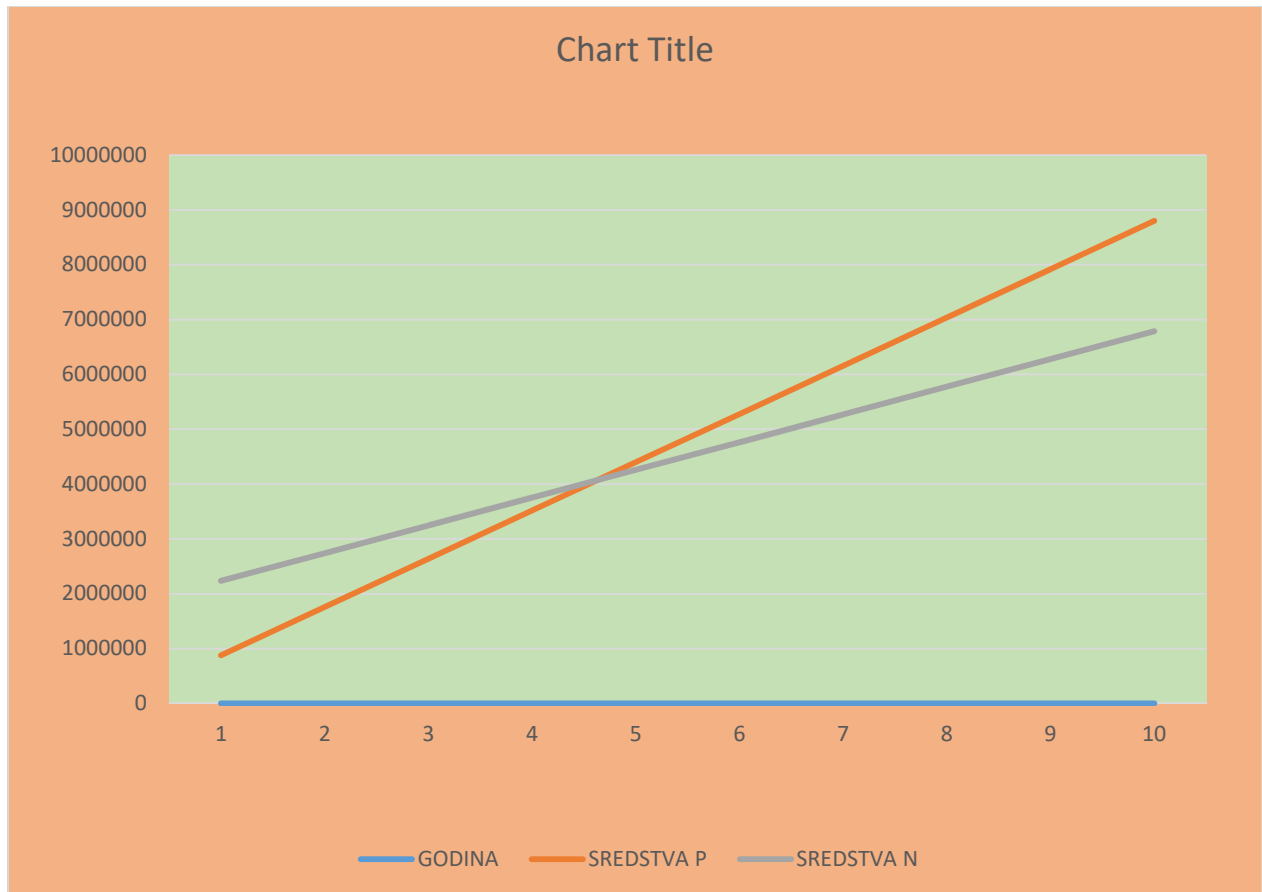
## Diagram 1

Prikaz troškova po godinama (scenario1)

## Tabela 14

Prikaz troškova po godinama (scenario2)

| GODINA     | 1        | 2       | 3       | 3       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
|------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SREDSTVA P | 879935,2 | 1759870 | 2639806 | 3519741 | 4399676 | 5279611 | 6159547 | 7039482 | 7919417 | 8799352 |
| SREDSTVA N | 2235048  | 2741058 | 3247068 | 3753078 | 4259088 | 4765098 | 5271108 | 5777118 | 6283128 | 6789138 |



## Diagram 2

### Prikaz troškova po godinama (scenario2)

Presekom krivih koje predstavljaju funkciju troškova eksploatacije dobija se period povratka uloženih sredstava za oba opisana scenarija.

## 6. Emisija CO<sub>2</sub>

Ekološki aspekt zauzima veoma značajno mesto kada je u pitanju energetska efikasnost javno osvetljenje. Primenom Evropskih standarda u ovoj oblasti značajno se smanjuje potrošnja električne energije a sa tim i smanjenje svetlosnog zagađenja i emisije CO<sub>2</sub> čime se obezbeđuju uslovi za energetska održivi razvoj lokalnih zajednica[6].

Ako bi se u ovom radu uzeo u obzir smanjenja emisije CO<sub>2</sub> usled smanjenja potrošnje električne energije, značajna novčana sredstva bi se uštedela za oba scenarija. Ove uštede bi se značajno odrazile kroz period povratka investicije. Proračun parametara uštede je izveden na osnovu ekvivalentne potrošnje fosilnih goriva potrebnih za proizvodnju električne energije. Pri tom je uzeto da se za proizvodnju 1 kWh električne energije u atmosferu oslobodi 842 g CO<sub>2</sub>[7]. U Tabeli (15) dati su za oba scenarija efekti uštede emisije CO<sub>2</sub>.

Tabela 15

### Efekti uštede emisije CO<sub>2</sub>

|                                 | POSTOJEĆE REŠENJE | NOVO REŠENJE LED | POSTOJEĆE REŠENJE | NOVO REŠENJE Na |
|---------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| INSTALISANA SNAGA[kW]           | 3901,936          | 1843,73          | 3074,923          | 1734,018        |
| BROJ ČASOVA RADA [h/god]        | 4100              | 4100             | 4100              | 4100            |
| POTROŠNJA EL ENERGIJE [MWh]     | 15997,9376        | 7559,293         | 12607,1843        | 7109,4738       |
| EMISIJA CO <sub>2</sub> [t/MWh] | 0,842             | 0,842            | 0,842             | 0,842           |
| EMISIJA CO <sub>2</sub> [t/god] | 13470,26346       | 6364,924706      | 10615,24918       | 5986,17694      |
| UŠTEDA [t/god]                  |                   | 7105,338753      |                   | 4629,072241     |
| CENA[€/tCO]                     |                   | 20               |                   | 20              |
| EMISIJA CO <sub>2</sub> [€]     | 269405,2692       | 127298,4941      | 212304,9836       | 119723,5388     |
| UŠTEDA [€]                      |                   | 142106,7751      |                   | 92581,44482     |

Iz ove tabele se može videti da je za (scenario 1) ušteda 14106,78 € odnosno 52,74%. Za apsorpciju 7105,34 t godišnje bi bilo potrebno 338359 novih stabala (jedno stablo apsorbuje 21 Kg CO<sub>2</sub> godišnje).

Za (scenario2) ušteda je 92581,44 € odnosno 43,6 %. Za apsorpciju 4629,07 t godišnje bilo potrebno novih 220432 stabala .

Na osnovu predhodno izračunatih parametara ako bi se uvažavala ušteda usled smanjenja emisije CO2 periodi povratka sredstava potrebnih za unvesticije za oba scenarija bi se znatno smanjio. Tabele(16) i (17)

Tabela 16

Period povratka uložениh sredstava(scenario 1)

|           | TROŠAK NABAVKE IZVORA [€] | TROŠAK ZAMENE IZVORA [€] | UKUPNI TROŠKOVI [€] | VREDNOST INVESTICIJE | UKUPAN TROŠAK INV [€] | UKUPNA UŠTEDA [€] | PERIOD POVRATAKA [€] |
|-----------|---------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| POSTOJEĆE | 43182,9575                | 80378                    | 123560,9575         |                      | 123560,9575           |                   |                      |
| NOVO      |                           |                          |                     | 5790026              | 5790026               | 788863,6978       | 7,339703952          |

Tabela 17

Period povratka uložениh sredstava(scenario 2)

|           | TROŠAK NABAVKE IZVORA [€] | TROŠAK ZAMENE IZVORA [€] | UKUPNI TROŠKOVI [€] | VREDNOST INVESTICIJE | UKUPAN TROŠAK INV [€] | UKUPNA UŠTEDA [€] | PERIOD POVRATAKA [€] |
|-----------|---------------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| POSTOJEĆE | 30365,8                   | 67924                    | 98289,8             |                      | 98289,8               |                   |                      |
| NOVO      | 31357,145                 | 33858                    | 65215,145           | 1729045              | 1729045               | 466514,1508       | 3,706307723          |

U Tabelama (16) i (17) može se videti da bi se period povratka uložениh sredstava za (scenario 1) smanjio za 1,62 godine i iznšio bi 7,33 godine ,a za (scenario 2) smanjio bi se za 0,92 godine i iznosio bi 3,7 godina . U Tabelama (18) i (19) i Diagramima (3) i (4) Dati su prikazi troškova u slučaju smanjenja emisije CO2.

Tabela 18

Prikaz troškova po godinama (scenario1)

| GODINA     | 1           | 2          | 3          | 3          | 5           | 6           | 7          | 8          | 9          | 10          |
|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| SREDSTVA P | 1384838,358 | 2769676,72 | 4154515,07 | 5539353,43 | 6924191,789 | 8309030,147 | 9693868,51 | 11078706,9 | 12463545,2 | 13848383,58 |
| SREDSTVA N | 6386000,66  | 6981975,32 | 7577949,98 | 8173924,64 | 8769899,301 | 9365873,961 | 9961848,62 | 10557823,3 | 11153797,9 | 11749772,6  |

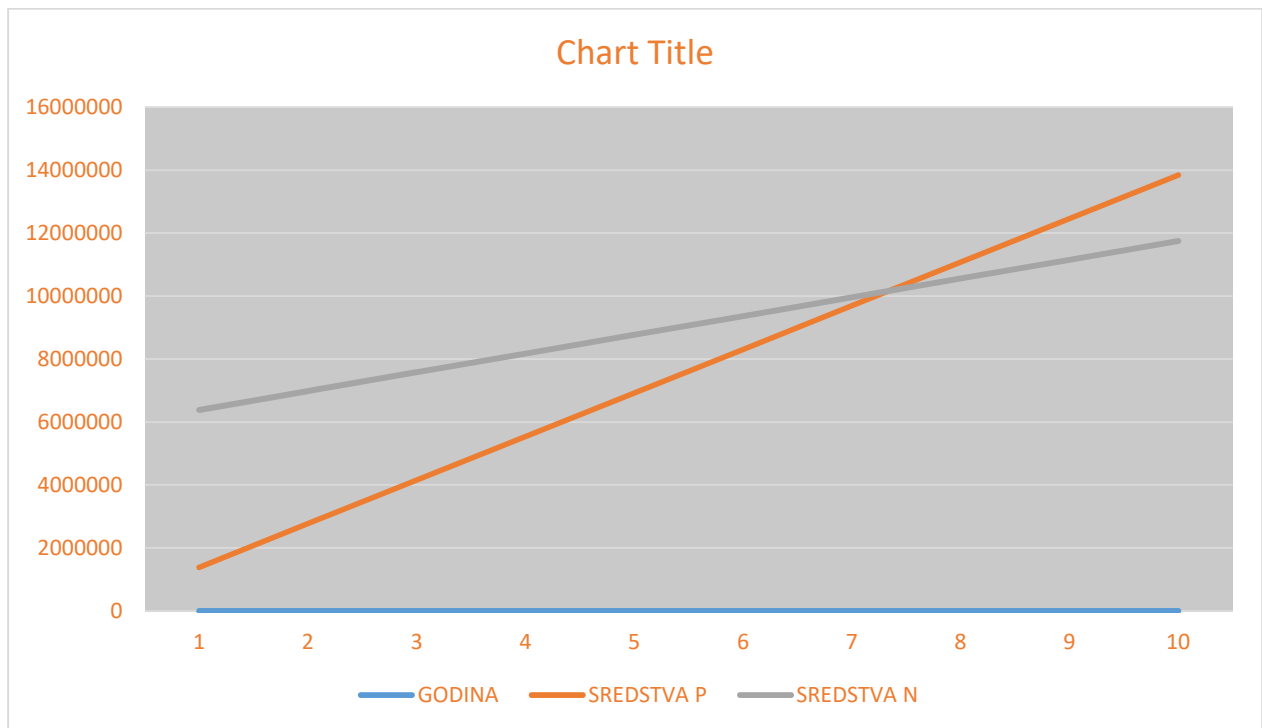


Diagram 3

Prikaz troškova po godinama (scenario1)

Tabela 19

Prikaz troškova po godinama (scenario2)

| GODINA     | 1           | 2           | 3          | 3           | 5          | 6           | 7          | 8          | 9          | 10         |
|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| SREDSTVA P | 1092240,21  | 2184480,42  | 3276720,63 | 4368960,841 | 5461201,05 | 6553441,261 | 7645681,47 | 8737921,68 | 9830161,89 | 10922402,1 |
| SREDSTVA N | 2354771,059 | 2980497,119 | 3606223,18 | 4231949,238 | 4857675,3  | 5483401,356 | 6109127,42 | 6734853,48 | 7360579,53 | 7986305,59 |

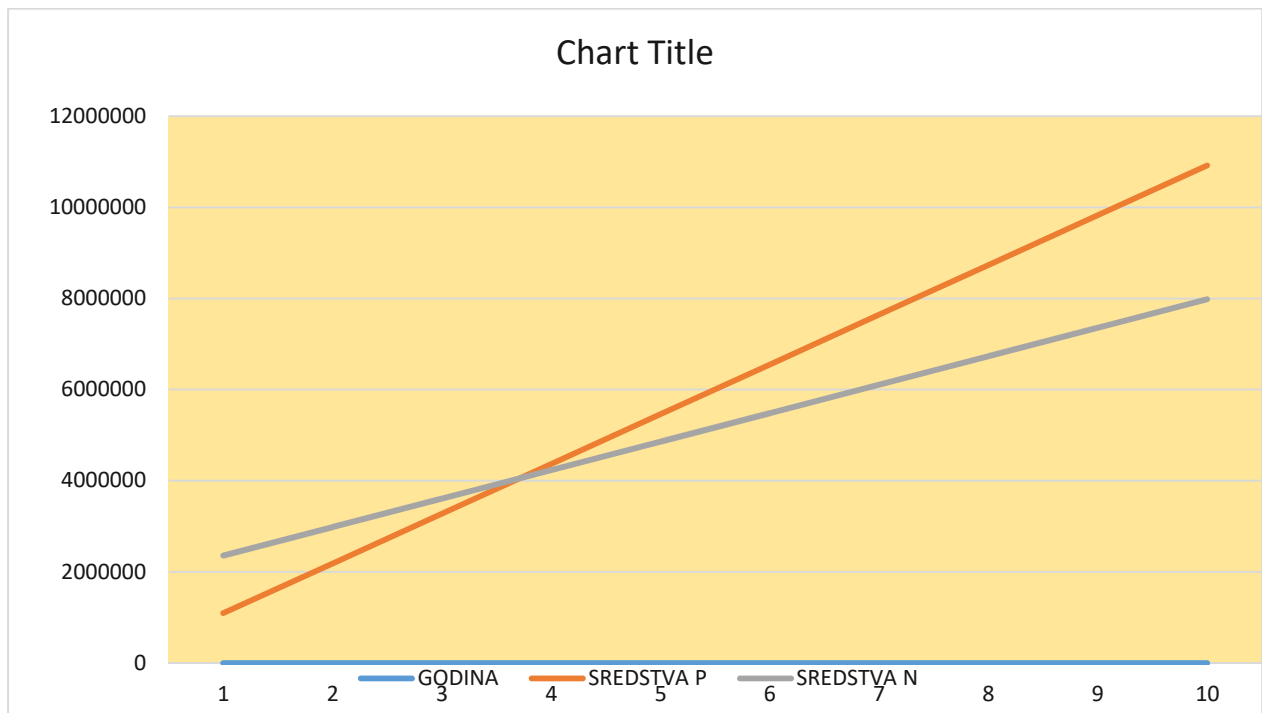


Diagram 2

Prikaz troškova po godinama (scenario2)



## 7. Zaključak

U ovom radu bila su razmatrana dva scenarija uzimajući u obzir energetske i ekonomske i ekološku analizu. Za koji scenario se treba odlučiti zavisi od toga da li se posmatra kratkoročni ili dugoročni period. Kada je u pitanju kratkoročni period prelazak na natrijumovo osvetljenje značajno ostvaruje uštede u novčanim sredstvima i emisiji CO<sub>2</sub>. Vremenski period za zamenu svetiljki bio bi mnogo kraći zbog manjeg broja svetiljki koje bi morale da se zamene. Ovaj vid osvetljenja ne treba zanemarivati iz razloga što u nekim slučajevima daju mnogo bolje svetlo-tehničke karakteristike od LED osvetljenja naročito u slučajevima osvetljenja saobraćajnica što je dato u referenci [1]. Na osnovu predhodnog se može zaključiti da se sa mnogo manje novca može postići sa osvetljenjem zadovoljavajući efekat, što može biti preporuka za gradove sa manjim budžetom i sa neosvetljenim saobraćajnicama. Kada je u pitanju dugoročni period prelazak na LED osvetljenje predstavlja primenu savremene tehnologije koja se još uvek usavršava i poseduje određene nedostatke koji će se brzo rešavati. Trenutna cena svetiljki je velika, ali se u narednom periodu očekuje značajano smanjenje. Period povratka sredstava je malo veći u odnosu na natrijumove svetiljke ali održavanje je mnogo lakše, najmanje deset godina bez ulaganja. Uštede električne energije su velike, svojim savremenim dizajnom i jednostavom ugradnjom su prevazišle natrijumove svetiljke i može se reći da LED osvetljenje predstavlja osvetljenje budućnosti i treba da bude težnja svakog savremenog grada.

## Referenc lista

- [1] Reusel KV. A look ahead at energy-efficient electricity applications in a modern world, <[www.ect2008.com](http://www.ect2008.com)>; 2008. ECT conference. Bergen, Norway.
- [2] Kostic M, Djokic L. Recommendations for energy efficient and visually acceptable street lighting. Energy 2009;34(10):1565e72
- [3] Energy efficiency public lighting management in the cities  
Dusko Radulovic a,\* , Srdjan Skok b, Vedran Kirincic b
- [4 ]LEDs in street and roadway lighting – a case study involving mesopic Effects AM Kostic, MM Kremic, LS Djokic PhD and MB Kostic PhD
- [5] Primena LED tehnologije u javnom osvetljenju. Andrej Đuretić. Savetovanje Srpskog Društva za osvetljenje. Zlatar 27.10.2016.god
- [6] European Commission. CRS report for EU Congress, the European Union's Energy Security Challenge. Brussels; January 2008
- [7] IPCC (2000) good practice guidance and uncertainty management in National Greenhouse Gas Inventories, Japan IPCC/UNEP/OECD/IEA (1997) Greenhouse Gas Inventory e Reference Manual, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. vol. 3, United Kingdom.