

Andrej Đuretić
Minel-Schröder d.o.o. fabrika svetiljki, Beograd

PRIMENA SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA U JAVNOM OSVETLJENJU U OPŠTINI KOVIN

Uvod

“Owlet Nightshift” telemenadžment sistem kompanije Minel-Schröder (sistem daljinskog upravljanja i nadzora u instalacijama JO) je postavljen u Opštini Kovin sredinom aprila 2014, a definitivno pušten u rad početkom maja 2014. Posle 5 meseci, traženi su rezultati merenja od Elektrodistribucije i upoređeni sa rezultatima očitanim u samom sistemu (putem korisničkog interfejsa). Predstavljani su osnovni principi rada ovog sistema i korišćena oprema. Cilj ovog rada je da se ispita opravdanost upotrebe telemenadžment sistema u instalacijama JO kroz analizu izmerenih vrednosti i ostvarene uštede električne energije.

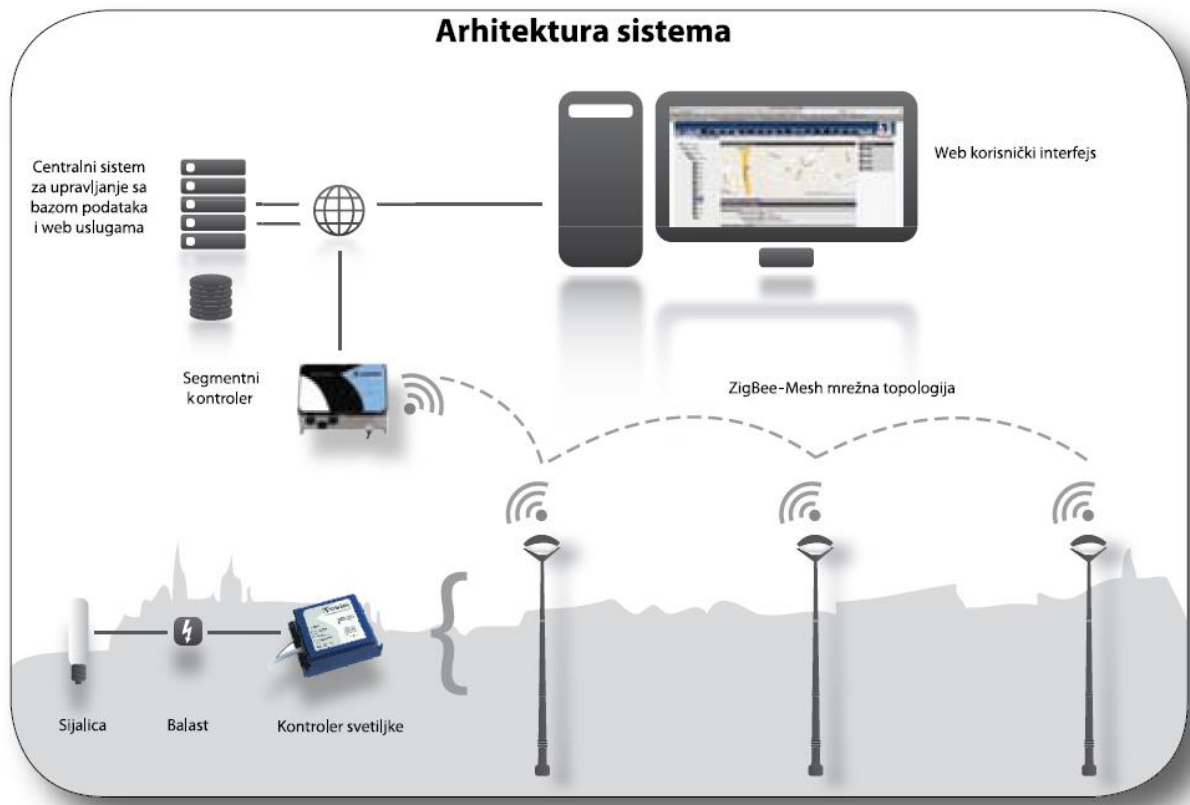
Osnovne karakteristike sistema telemenadžmenta

Imajući u vidu da u najvećem broju slučajeva tokom kasnih noćnih časova gotovo i da nema saobraćaja, može se zaključiti da je rad instalacije osvetljenja u punom režimu rada pri takvim saobraćajnim uslovima čist gubitak energije. Redukcija nivoa osvetljenosti (sjajnosti) na kolovozu treba da bude izvršena u skladu sa realnim potrebama, tj. nivo sjajnosti treba da bude podešen u zavisnosti od gustine saobraćaja tokom noći. Upravo zato se u današnje vreme u modernim instalacijama osvetljenja preferira korišćenje nekog kontrolnog sistema koji će omogućiti dimovanje svetla po potrebi, podizanje nivoa u „špicu“ ili obaranje tokom „gluvog doba“ noći. Najvažnija karakteristika po kojoj se telemenadžment razlikuje od drugih tipova kontrolnih sistema dostupnih na tržištu (autonomni (“stand-alone”) sistemi, regulatori napona (grupna regulacija),...) je to što telemenadžment sistem omogućuje dvosmernu komunikaciju - sistem istovremeno može da šalje komande i prima informacije o izvršenim komandama i statusu svake svetiljke ponaosob. Zahvaljujući činjenici da je u svaku od svetiljki ugrađen kontroler (OLC – Outdoor Lighting Controller), svaka pojedinačna svetiljka može biti kontrolisana nezavisno od ostalih, a ne samo kao član određene grupe koja prati isti scenario rada (sve svetiljke iz iste grupe definisane u korisničkom interfejsu se ponašaju na isti način).

Glavne funkcije jednog tipičnog sistema telemenadžmenta su: regulacija svetlosnog fluksa sijalice (uključivanje/ isključivanje/ dimovanje), merenje osnovnih električnih veličina, informacije o trenutnom statusu balasta (drajvera) i izvora svetlosti i slanje alarma upravljačkom centru u slučaju nepravilnog rada, informacije o broju radnih sati i kvalitetu komunikacije sa ostalim kontrolerima. Sve izmerene veličine se prikazuju u korisničkom interfejsu i skladište u bazu podataka na serveru. Ovde je važno napomenuti da iznad pobrojane funkcije ne predstavljaju standard, već veći izbor funkcija definiše kvalitet uređaja i zavisi od proizvođača opreme.

»Owlet Nightshift« sistem telemenadžmenta

Arhitektura ovog sistema prikazana je na Slici 1 [2].



Slika 1. Arhitektura sistema "Owlet Nightshift"

"Owlet Nightshift" [2,3] je jedan od najpouzdanijih sistema na tržištu zasnovan na bežičnoj tehnologiji ("mesh" mrežna topologija), pri čemu predstavlja i otvoren sistem koji koristi komunikacijski protokol Zigbee, otvoreni bežični standard IEEE 802.15 veoma rasprostranjen u različitim granama industrije.

Sistem za daljinsko upravljanje i kontrolu javnog osvetljenja (telemenadžment) koncipiran je kao mrežni sistem sa nekoliko nivoa komandovanja. Samo jezgro sistema čini server (računar na kome je smeštena baza podataka) smešten u upravljačkom centru i povezan je sa jednim ili više PC računara kojima se vrši upravljanje sistemom. Server poseduje aplikativni softver (korisnički interfejs) zadužen za upravljanje celokupnim sistemom, prikupljanje, analizu i obradu podataka. Iz ovog upravljačkog centra se može istovremeno upravljati sa više sistema javnog osvetljenja preko segmentnih (master) kontrolera koji se najčešće nalaze u razvodnim ormanima za napajanje. Veza između segmentnog kontrolera i kontrolera svetiljke ostvarena je pomoću bežične mreže (Wireless Zigbee), pri čemu je svaki od kontrolera opremljen antenom. Kontroler svetiljke (OLC) je uređaj koji obezbeđuje vezu između izvora svetlosti i upravljačkog sistema. OLC je povezan sa balastom (obično dimabilnim) ili LED drajverom. Komunikacija između OLC-a i balasta (drajvera) se obavlja putem 1-10V ili DALI interfejsa. Detaljniji opis svake od osnovnih komponenti sistema dat je u tekstu ispod.

U konkretnom slučaju, tip OLC-a implementiranog u analiziranoj instalaciji JO u Kovinu je LuCo NX (u daljem tekstu).

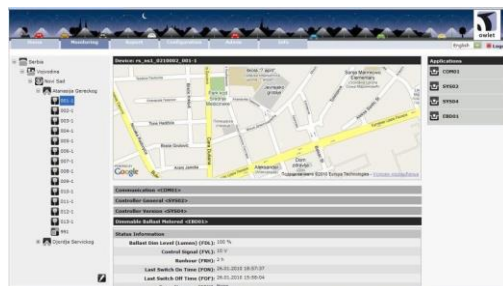
LuCo NX ima ugrađeno brojilo klase tačnosti 1 energije (greška pri merenju manja od 1%) koje omogućuje da se neprekidno mere i nadgledaju radni sati, struja, napon i faktor snage svetiljki, a posledično i potrošnja električne. Posедуje ugrađeni astronomski sat koji omogućuje uključenje i isključenje izvora čak i u slučaju da uređaji višeg prioriteta (SeCo, web server) zakažu. LuCo NX ima ulaze za priključenje različitih senzora (fotoćelije, detektori pokreta ili protoka saobraćaja...). Uređaj se isporučuje sa antenom (tipične snage 6 ili 10 mW) koja omogućuje komunikaciju sa drugim kontrolerima na udaljenosti ne manjoj od 100m. U slučaju da merene vrednosti izađu iz nekog zadatog opsega, šalje se izveštaj SeCo-u koji na osnovu toga kreira alarm kojim se o toj promeni obaveštava korisnik sistema.



Segmentni kontroler (skraćeno SeCo) je zadužen za komunikaciju između servera sa jedne strane i kontrolera svetiljke sa druge strane i može vršiti upravljanje i nadzor do 150 svetiljki (OLC-ova). Montira se najčešće u orman javne rasvete. SeCo prikuplja podatke sa OLC-ova (pojedinačnih kontrolera svetiljki) kroz Zigbee mesh mrežu i predaje ih putem interneta web serveru. Veza sa Internetom se putem mobilne telefonije (ugrađena DATA SIM kartica za dvosmernu komunikaciju).



Korisnički interfejs nalazi se na serveru koji može biti smešten bilo gde. Owlet sistemu tj. serveru je moguće pristupiti preko neke od IP konekcija kao npr. 3G mobilne mreže ili putem EDGE i GPRS tehnologije, takođe putem Etherneta ili Wi-fi komunikacije pristupanjem na odgovarajuću Web stranicu i registracijom (WAN ili LAN adresa). Na ovoj način se može locirati i nadgledati instalacija osvetljenja čak i preko mapa koje obezbeđuje Google Map servis, konfigurisati sistem, menjati postavljene scenarije dimovanja ili plan gašenja svetiljki, i sve to na Web stranici sistema. Svi prikupljeni podaci se smeštaju i čuvaju na SQL bazi podataka čineći informacije raspoloživim na duži vremenski period, pre svega radi analiza potrošnje električne energije, predviđanja životnog veka izvora svetlosti, detekcija problema...



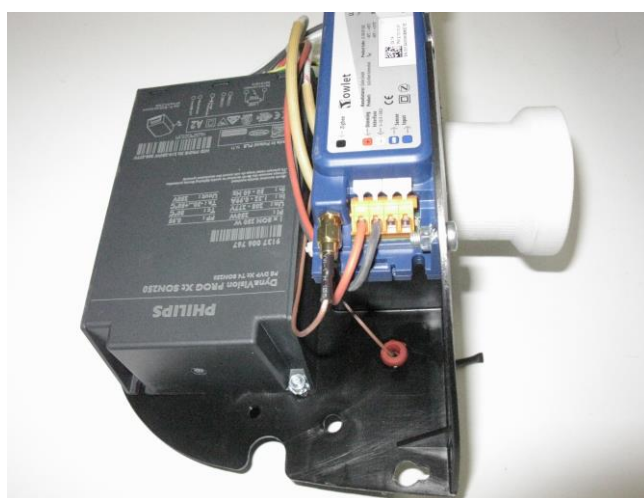
Sistem daljinskog upravljanja u Kovinu

Prateći globalne trendove u povećanju energetske efikasnosti, Opština Kovin je 2011. uradila Glavni projekat rekonstrukcije osvetljenja za Grad Kovin i čitavu opštinu baziran na primeni sistema daljinskog upravljanja. Na osnovu Glavnog projekta, a u skladu sa uslovima javne nabavke, izdvojen je jedan segment instalacije JO (Ulica JNA – 16 kom., Ulica Cara Lazara – 32 kom. i Ulica Đure Petrovića – 2 kom. (Slika 2)) sa najvećom instalisanom snagom predviđen za implementaciju telemenadžment sistema. Za ovaj segment je odobreno sufinansiranje od strane Pokrajinskog sekretarijata za Energetiku, a zatim je kroz javnu nabavku sprovedena realizacija projekta.



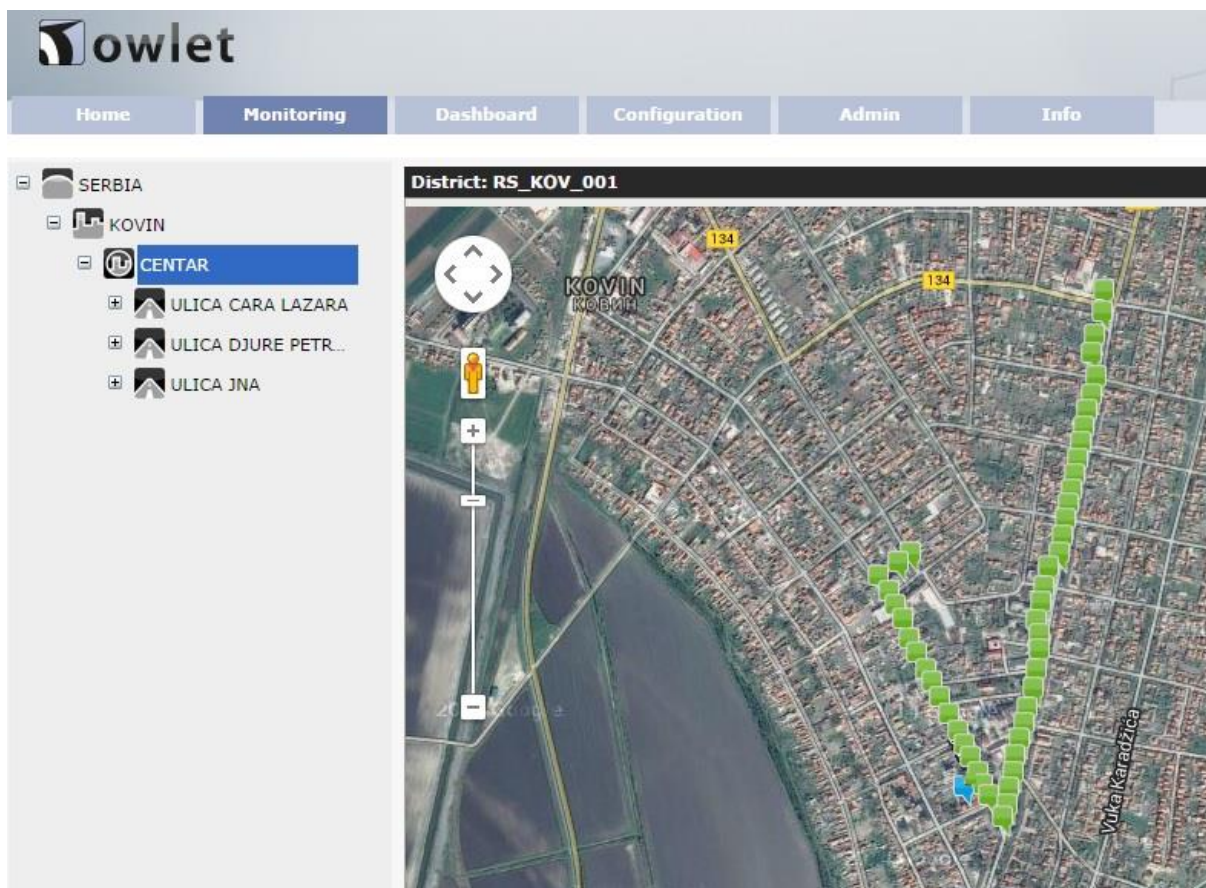
Slika 2. Izgled Instalacija JO u Ulici JNA (levo) i Cara Lazara (desno)

U skladu sa raspoloživim sredstvima, u I fazi urađena je instalacija sa ukupno 50 svetiljki tipa OPALO 3 (proizvođač Minel-Schröder) sa natrijumovim izvorima visokog pritiska snage 250W. Postojeće svetiljke nisu menjane već su prilagođene radu sa sistemom daljinskog upravljanja tako što je postojeća elektromagnetska oprema (upaljač, kondenzator i prigušnica) zamenjena sa elektronskim DALI balastom, a u električno kolo svetiljke dodat je i LuCo NX kontroler (na Slici 3 vide se oba uređaja, grlo sijalice i antena koja kroz crvenu silikonsku gumicu prolazi kroz flasku).



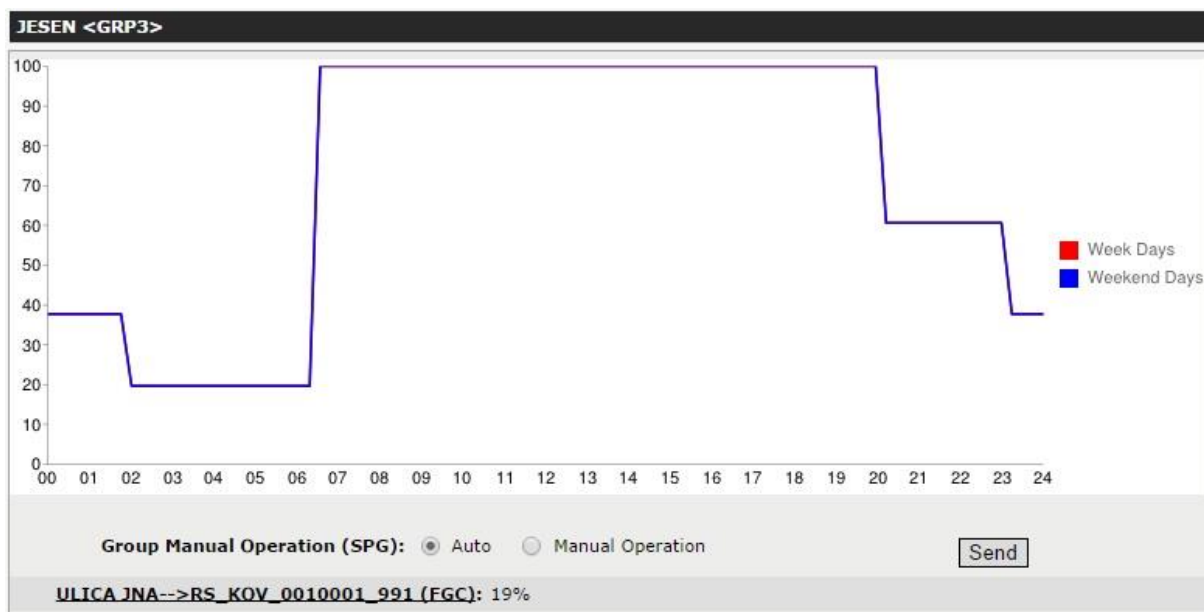
Slika 3. Kontrolno kolo svetiljke OPALO 3

Natrijumovi izvori svetlosti visokog pritiska snage 250W su preko dimabilnog elektronskog balasta kontrolisani od strane LuCo NX kontrolera putem DALI protokola. Pošto je protektor svetiljke izrađen od polikarbonata (nema refleksija i prepreka u prenosu radio signala), antena kontrolera je fiksirana tako da stoji okrenuta upravno nadole unutar svetiljke i obezbeđuje pouzdanu i stabilnu komunikaciju sa segmentnim kontrolerom putem Zigbee protokola (segmentni kontroler je smešten u jednu od kancelarija u zgradi SO Kovin). Nakon što su svim svetiljkama dodeljene adrese, unete su tačne GPS koordinate svake od svetiljki u sistem putem korisničkog interfejsa (Slika 4). Korisničkoj stranici se pristupa putem web pretraživača, unoseći IP adresu (domen) kreiranu za konkretnu instalaciju, uz definisano korisničko ime i lozinku.



Slika 4. Lokacija instalacije u korisničkom interfejsu (veza sa Google mapama)

Svi uređaji su prikazani na Slici 4 i svaki kvadratni simbol (njegova boja) daje informaciju o trenutnom statusu svakog uređaja. Monitoring strana koja je prikazana na prethodnoj slici obezbeđuje merenje i prikaz sledećih vrednosti za svaku od svetiljki: kumulativna potrošnja električne energije, napon, struja i faktor snage, broj radnih sati, poslednje vreme uključenja/isključenja uređaja, nadgledanje uređaja u realnom vremenu i zadavanje manuelne komande kada je to potrebno, snimanje podataka o potrošnji električne energije u bazu podataka smeštenu na serveru za naknadnu analizu), automatsko slanje izveštaja o nekom kvaru definisanom korisniku (e-mail/SMS) i konačno, kreiranje scenarija rada (profila dimovanja) kojim se definišu nivoi sjajnosti tokom noćnih sati da bi se postigle optimalne (ne i maksimalne) uštede električne energije. Na slici 5 može se videti scenario rada za jesenji period, koji je trenutno aktivan.



Slika 6. Scenario rada za jesenji period

Analiza izmerenih vrednosti

U SO Kovin dobijeni su računi za električnu energiju za 2013-tu i 2014-tu godinu za mesece Maj, Jun i Jul. Poređenja su vršena za jedan izvod (jedan od najvećih) za koji je najlakše odrediti relevantne podatke s obzirom na činjenicu da nijedan izvod nije potpuno „čist“, tj. ne postoji takav segment u kome postoje samo kontrolisane svetiljke. Uglavnom se svuda nalaze i stare svetiljke sa različitim vrstama izvora (živa, natrijum, hibridni natrijum...) koje otežavaju analizu dobijenih rezultata. U Tabeli 1 priložene su vrednosti izvučene za 3 meseca 2013. i 2014. godine iz računa za električnu energiju. Takođe, u tabeli se može videti koje svetiljke se napajaju sa TS Zadržni Dom u Kovinu (Ulica Cara Lazara, u korisničkom interfejsu svetiljke od broja 23 do 34).

Tabela 1. Potrošnja električne energije na izvodu TS Zadržni Dom

ELEKTRIČNA ENERGIJA [kWh]			
Maj 2014.	1158	Maj 2013.	1600
Jun 2014.	1109	Jun 2013.	1200
Jul 2014.	1203	Jul 2013.	1457
Prikjučene svetiljke - TS ZADRŽNI DOM			
TIP	KOLIČINA	SNAGA SA GUBICIMA	
Opalo 3N/250W	12	272W	
Kandelaberi 70W	18	85W	

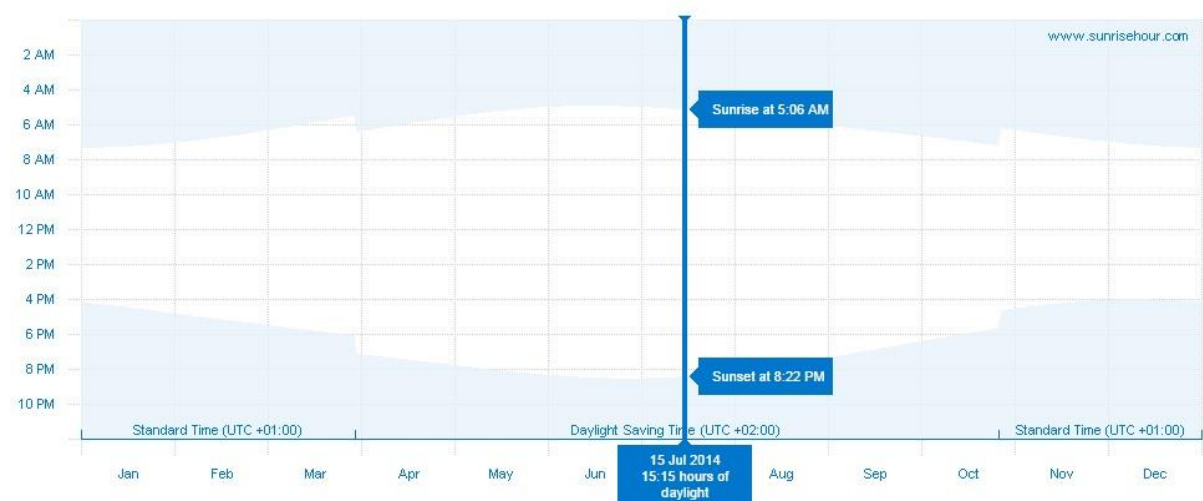
Posmatrajući tabelu 1 može se zaključiti da je zbog neredovnog održavanja veoma teško proceniti ostvarene uštede (nakon obilaska terena 3.10.2014. zaključeno je da 2 od 18 kandelabera ne rade, bez informacije o tome koliko takvo stanje traje). Ipak, moguće je izvršiti određene procene uzimajući da su meseci sa najvećom potrošnjom oni kada je

kompletna instalacija bila u funkciji. Izvršiće se provera ovakve pretpostavke za mesec Maj 2013. U javnom osvetljenju u Srbiji uzima se da je prosečna dužina noći 11h, tj. da su svetiljke toliko u proseku uključene (4015h godišnje).

$(12 \times 272\text{W (Opalo 3N)} + 18 \times 85\text{W (kandelaber)}) \times 11\text{h} \times 31\text{ dan} = 1.634,75 \text{ kWh}$,

što je približno vrednosti koja se očitava na račun (1.600 kWh), imajući u vidu da je vrlo verovatno da neki od kandelabera nije bio u funkciji (razlika u vrednostima 2.17%).

Najveća potrošnja u 2014. bila je za mesec Jul, pa će se po istom kriterijumu proveriti očitavanja sa brojila validna za račun EPS. Da bi se mogao analizirati uticaj sistema daljinskog upravljanja, mora se napomenuti da u korisničkom interfejsu nije rađeno sa jednom jedinstvenom vrednošću prosečne dužine trajanja noći, već je na osnovu raspoloživih podataka (Slika 7 [5]) određena dužina trajanja noći za svaki mesec. Treba napomenuti da su nedostupni podaci za Grad Kovin, ali se smatra dovoljno bliskom vrednošću ona koja je data za Grad Beograd.



Slika 7. Dužine trajanja noći za Grad Beograd na godišnjem nivou

Ako se uzme Jul mesec, može se videti da noć traje prosečno oko 8.5h. U tabeli 2 predstavljen je scenario rada instalacije za mesec Jul.

Tabela 2. Scenario rada (profil dimovanja) za mesec Jul

MESEC	UKLJUČENJE	ISKLUČENJE
JUL	20:30	05:00
SCENARIO RADA		
Period [h]	Snaga [%]	Sv. fluks [%]
20:30 - 22:00	100	100
22:00 - 24:00	70	60
24:00 - 02:00	50	37
02:00 - 05:00	35	19

Ako se izračuna prosečna snaga na osnovu Tabele 2, imaće se:

$(1.5h \times 100\% + 2h \times 70\% + 2h \times 50\% + 3h \times 35\%) / 8.5h = 64\%$ (očekivanih 36% uštede električne energije).

Ako se sada ta taj očekivani procenat uštede analizira kroz očitavanja brojila za Jul 2014., imaće se:

$(12 \times 272W \text{ (Opalo 3N)} \times 0.64 + 18 \times 85W \text{ (kandelaber)}) \times 11h \times 31 \text{ dan} = 1.234,07 \text{ kWh}$

što je približno vrednosti koja se očitava na račun (1.203 kWh), imajući u vidu da je vrlo verovatno da neki od kandelabera nije bio u funkciji (razlika u vrednostima 2.5%).

Zaključak

Instalacija daljinskog upravljanja u Kovinu nije idealan slučaj da se ispita efikasnost jednog telemenadžment sistema, iz razloga što ne postoji „čist“ izvod već se na istom izvodu nalaze kontrolisane svetiljke zajedno sa starim kandelaberskim svetiljkama. Pri tome treba imati u vidu da se kandelaberske svetiljke ne održavaju redovno, pa je teško ustanoviti da li su u trenutku očitavanja brojila sve bile ispravne. Ipak, primenjena aproksimacija (stare predspojne naprave imaju gubitke od najmanje 20%, ta vrednost je i uračunata u ukupnu snagu kandelabera od 85W) je pokazala da su ostvarene uštede od približno 35% u potrošnji električne energije u odnosu na isti period prošle godine kada nije postojao sistem telemenadžmenta! Ova ušteda se odnosi samo na svetiljke Opalo 3 na kojima je implementiran sistem daljinskog upravljanja, kako je to u prethodnim kalkulacijama i pokazano.

Može se zaključiti da je sistem daljinskog upravljanja efikasan sistem koji može doneti prosečne uštede od 35-40% u potrošnji električne energije, uz zadržavanje ili poboljšavanje fotometrijskih uslova na svim saobraćajnicama. Na konkretnoj saobraćajnici (Ulica Cara Lazara), analizom jednog (najčistijeg) izvoda dolazi se do zaključka da su projektovane uštede i ostvarene, gotovo bez razlike u vrednostima. Ovaj rezultat ohrabruje pred buduće tehno-ekonomske analize stanja u javnom osvetljenju, dajući jasnu predstavu o tome kakve uštede bi se mogle postići implementacijom ovakvog sistema na teritoriji čitavih opština. Takođe, ne treba smetnuti s uma i drugu važnu stvar, a to je da se ugradnjom ovakvih kontrolera ostvaruje potpuna kontrola i neprestan nadzor instalacije Javnog Osvetljenja, što doprinosi boljem i jeftinijem održavanju.

Literatura

- [1] Schredér group: Telemonitoring white paper, Schredér internal document, 2008.
- [2] Schredér group: Owlet – Intelligent Digital Streetlighting, Copyright© Schrèder S.A., 2010.
- [3] Schredér group: Smart control for efficient lighting, Schredér internal document, 2009.
<http://schreder-northamerica.com/images/stories/OWLET-English-Brochure-GRP0033-EN-GRP-2013-02.pdf>, 2013.
- [4] Schreder proizvodi, tehničke brošure sa sajta kompanije Minel-Schrèder, www.minel-schreder.rs/en/products/allProducts.html, 2012.
- [5] www.sunrisehour.com, podaci za Srbiju za Grad Beograd