

PAMETNA DIGITALIZACIJA JAVNE RASVJETE CLSM SUSTAVOM

SMART DIGITALIZATION OF PUBLIC LIGHTING BY CLSM SYSTEM

Boris Daraboš, Krešimir Meštrović

Tehničko veleučilište u Zagrebu, Konavoska 2, 10110 Zagreb

SAŽETAK

U današnje vrijeme digitalizacija je sve češći pojam koji se koristi u svim područjima pa je tako svoju primjenu pronašla i u sustavima rasvjete. Projekt pametna digitalizacija javne rasvjete najviše je orijentiran na javnu rasvjetu gdje će ista poslužiti kao primjer za implementaciju i razumijevanje rada *CLSM* sustava.

CLSM (Control Lighting Smart Monitoring) sustav je tehnologija koja služi za mjerenje, nadzor i praćenje rada sustava rasvjete, generiranje izlaznih podataka kao što su izvještaji o potrošnji električne energije, ispravnosti rada sustava te njihov prikaz koristeći određene aplikacije u realnom vremenu.

Za implementaciju sustava nije potrebno implementirati novu mrežnu infrastrukturu niti ugrađivati skupe komunikacijske module u svaku svjetiljku javne rasvjete, već se koristi patentirana metoda sekvencijskog uključivanja svjetiljaka, što znači da se prilikom proizvodnje svjetiljke programira njezina inicijalna snaga paljenja te vrijeme kašnjenja paljenja svake svjetiljke. Na osnovu tih podataka sustav može točno izračunati sve tražene parametre, kao i locirati neispravnu svjetiljku na karti.

Ključne riječi: *CLSM, cloud, rasvjeta, energija.*

ABSTRACT

Nowadays, digitalization is an increasingly common term used in various areas and is also applied in lighting systems. With the project „Smart Digitalization of Public Lighting“, we mostly focused on public lighting, where it will serve as an example for the implementation and understanding of the *CLSM* system.

CLSM (Control Lighting Smart Monitoring) system is a technology used to measure, monitor and track the operation of lighting systems and generate output data such as reports on power consumption and accuracy of operational system, along with their displays, using some real-time applications (RTA).

For the implementation of the system, it is not necessary to implement a new network infrastructure, nor to install communication modules in each street light, but a patented sequential switching method is applied. This means that in the production of a lamp itself, its ignition power is programmed as well as the ignition delay time. Based on this data, the system can accurately calculate all the required parameters, as well as locate the faulty street light on the map.

Keywords: *CLSM, cloud, lighting, energy.*

1. UVOD

1. INTRODUCTION

LED rasvjeta u odnosu na prijašnju rasvjetu, gdje su dominirale svjetiljke sa živinim i natrijevim izvorom svijetlosti, ekonomski je prihvatljivija u smislu uštede električne energije te u samom održavanju svjetiljke. Razlog tome je što *LED* rasvjeta ima puno duži životni vijek te nije potrebno raditi intervencije održavanja nekoliko puta godišnje.

Kada se govori o održavanju te nadzoru samih svjetiljaka, također se javlja potreba za uvođenjem novih tehnologija kako bi se u realnom vremenu njihov rad mogao pratiti putem računala. Ova tehnologija govori o novoj patentiranoj metodi za nadzor javne rasvjete.

Da bi se to kvalitetno postiglo, potrebno je digitalizirati mrežu kojom se napaja javna rasvjeta. Digitalizacija se postiže na način da se prije postavljanja nove svjetiljke, već u fazi proizvodnje, podesi njezino napajanje po odgovarajućoj metodi. Odnosno, ukoliko imamo postojeću svjetiljku, ugrađuje se dodatni uređaj (sekvencer) koji će imati istu ulogu kao i pojedini moduli napajanja nove svjetiljke, a da se pri tome ne koriste skupi komunikacijski moduli.

Programiranje napajanja svjetiljaka, odnosno sekvencera, radi se da se nakon postavljanja svjetiljaka, može točno detektirati te na karti prikazati koja svjetiljka je neispravna. To se postiže na način da se svjetiljkama programira inicijalna snaga paljenja i inicijalno kašnjenje kod uključivanja, odnosno da se svjetiljke pale jedna po jedna s određenom vremenskom odgodom.

CLSM uređaj je pametan uređaj koji osim mjerenja parametara mreže pomoću posebnog algoritma prikuplja podatke o svjetiljci na osnovu njezine snage i inicijalnog kašnjenja te iste podatke šalje na *cloud* gdje se oni obrađuju i prikazuju korisniku.

2. CLSM SUSTAV

2. CLSM SYSTEM

CLSM je *IoT* kompatibilni sustav nadzora stanja i mjerenja potrošnje svjetiljaka javnih i privatnih sustava rasvjete, dizajniran na način da optimalno odgovara trenutnim i budućim zahtjevima u polju sustava rasvjete gdje nije moguća ili isplativa implementacija sustava nadzora izvedenih s *BUS* i *RF* sabirnicama kao što su *DALI*, *KNX*, *LON*, *PL*, *Wi-Fi*, *2G/3G*, *Bluetooth*, *LoRa*, *SigFox*, *Wireless HART*, *ZigBee*, *Z-Wave* itd.

Baziran je na patentiranoj metodi koja za detekciju stanja i mjerenje snage pojedine svjetiljke koristi samo sekvencijalno uključivanje svjetiljaka jedne linije napajanja i jedan precizni mjerni uređaj u razvodnom ormaru linije napajanja. Mjerni uređaj privremeno pohranjuje i prosljeđuje mjerne podatke poslužitelju gdje se podaci trajno pohranjuju i obrađuju odgovarajućim algoritmima, na osnovu kojih se dobivaju sve potrebne informacije o pojedinoj svjetiljci u realnom vremenu.

Korisnik pristupa svim podacima putem *WEB* aplikacije u koju je integrirano *GPS* geografsko lociranje svjetiljaka i *GIS* baza podataka, čime je omogućeno učinkovito planiranje, projektiranje i izvođenje projekta rasvjete te napredni nadzor i održavanje instaliranih sustava rasvjete. Korisničko upravljačko sučelje omogućava klasifikaciju korisnika, ovisno o ulozi koju vrše na projektu te tijekom naknadnog održavanja instaliranog sustava rasvjete s odgovarajućim administracijskim ovlastima i razinama pristupa podacima. Korisnik prema potrebi može definirati parametre periodičnih i događajima uvjetovanih automatskih *e-mail* izvještaja, čime je omogućen automatizirani nadzor različitih aspekata sustava, strukturiran i adresiran prema zadaćama i polju odgovornosti pojedinog člana tima uključenog u izvođenje i naknadno održavanje sustava rasvjete.

CLSM sustav dizajniran je na način da osigurava brzu i učinkovitu implementaciju bez potrebe sustavnog inženjeringa, obzirom da je posao implementacije ravnomjerno distribuiran na članove projektnog tima, pojednostavljen tipskim proizvodom koji zadovoljava sve aplikacijske potrebe i osigurava podršku kroz sve projektne faze te je doslovno sveden na adresnu, odnosno identifikacijski orijentiranu projektnu obradu svjetiljaka kakva se standardno primjenjuje prilikom implementacije digitalnih upravljačkih i komunikacijskih sustava.

CLSM sustav nudi značajne prednosti i uštede koje su prepoznali i najveći svjetski proizvođači *LED* opreme te uložili vlastita sredstva u daljnji razvoj sada već široko dostupnih inteligentnih *LED* napajanja ključnih za realizaciju *CLSM* sustava i učinkovitih sustava *LED* rasvjete općenito.

Upotrebom sofisticiranih algoritama rada *LED* napajanja ostvaruju se mnoge napredne funkcije poput vremenski tempirane precizne regulacije izlazne snage, koja pravilnom projektnom razradom i projektno usklađenim programiranjem napajanja omogućuje realizaciju sekvencijalnog uključivanja *LED* svjetiljaka. Alternativna metoda realizacije sekvencijalnog uključivanja svjetiljaka jest upotreba elektroničkih vremenskih releja, čime je omogućena jednostavna implementacija *CLSM* sustava u postojeći sustav rasvjete.

Time su ostvareni uvjeti za globalnu implementaciju *CLSM* sustava, obzirom da ih je moguće realizirati upotrebom *LED* svjetiljaka svih proizvođača i implementirati u sve postojeće sustave rasvjete.

CLSM sustav omogućuje digitalizaciju postojećih sustava rasvjete kao i svakog pojedinačnog rasvjetnog tijela. Upravljanje u *CLSM* sustavu je izvedivo ugradnjom ZHAGE ili nekih drugih odgovarajućih modula iz *Smart City* sustava.

Osnovni dijelovi *CLSM* sustava su:

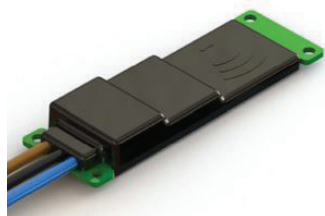
a) *CLSM* kompatibilna *LED* svjetiljka ili *CLSM* prilagođena *LED* svjetiljka



Slika 1 *CLSM* kompatibilna svjetiljka

Figure 1 *CLSM* compatible lamp

Kompatibilna *LED* svjetiljka ima programirano napajanje s inicijalnom snagom paljenja i inicijalnim kašnjenjem uključenja. Inicijalna snaga paljenja je snaga na koju se svjetiljka prvobitno upali kada se upali kompletna rasvjeta, a inicijalno kašnjenje uključenja je vrijeme nakon kojega svjetiljka počinje raditi sa 100% intenziteta. Ukoliko svjetiljka nema takvo napajanje, tada se ugrađuje sekvencer kojemu se programiraju inicijalna snaga paljenja i inicijalno kašnjenje uključenja.



Slika 2 Sekvencer

Figure 2 Sequencer

CLSM sustav moguće je implementirati u većinu postojećih sustava rasvjete upotrebom elektroničkog vremenskog releja, koji je potrebno ugraditi u svjetiljku ili stup svjetiljke te spojiti na dolazno napajanje svjetiljke. Moderni elektronički vremenski releji imaju mogućnost komfornog konfiguriranja putem *NFC* bežičnog komunikacijskog protokola i postoje u različitim izvedbama.

b) *CLSM* uređaj



Slika 3 *CLSM* uređaj

Figure 3 *CLSM* box

CLSM uređaj je pametan mjerni uređaj predviđen za upotrebu u jednofaznim i trofaznim sustavima nisko naponskog razvoda. Omogućava izravno mjerenje maksimalne struje opterećenja 63A po fazi i neizravno mjerenje struje upotrebom strujnih mjernih transformatora u različitim prijenosnim omjerima (xxx/5A). Karakterizira ga vrlo brzo i precizno mjerenje te je sposoban isporučiti izmjerene vrijednosti u intervalima od 250 ms za sve tri faze istovremeno. Opremljen je memorijom za pohranu izmjerenih podataka i sučeljem otvorenog koda, čime je omogućena jednostavna integracija u *IoT* sustave upotrebom *C++* i *PHP* programskih jezika.

Standardna izvedba opremljena je mrežnim adapterom RJ45 i serijskim sučeljem RS485, a na raspolaganju je i izvedba s dodatnim *Wi-Fi* adapterom. Putem serijskog sučelja RS485 upotrebom serijskih modula za mjerenje sustav je moguće proširiti na 96 dodatnih krugova mjerenja.

c) Usmjerivač s 4G/LTE modemom



Slika 4 Usmjerivač

Figure 4 Router

Usmjerivač s 4G/LTE modemom služi za upotpunjavanje CLSM sustava nadzora, odnosno povezivanje CLSM uređaja sa CLSM serverom putem široko dostupne 4G/LTE mreže. Usmjerivač je uređaj koji mora biti opremljen širokom paletom funkcija i podrškom komunikacijskih protokola potrebnih za ostvarivanje sigurne veze sa serverom, budući da CLSM uređaj nema vlastiti vatrozid ili bilo kakav drugi mehanizam zaštite komunikacije. Preporučena je upotreba industrijskih IoT usmjerivača/4G modema robusne izrade čime je zajamčena trajnost i stabilnost u radu.

d) CLSM poslužitelj



Slika 5 CLSM poslužitelj

Figure 5 CLSM server

CLSM poslužitelj ključna je komponenta CLSM sustava bez koje nije moguća detekcija stanja svjetiljaka jer se evaluacija stanja vrši na razini poslužitelja, automatskom obradom mjernih podataka i projektnih podataka unesenih prilikom implementacije rasvjete. Mjerni uređaj privremeno pohranjuje i prosljeđuje mjerne podatke poslužitelju gdje se podaci trajno pohranjuju i obrađuju odgovarajućim algoritmima na osnovu kojih se putem WEB aplikacije dobivaju sve potrebne informacije o pojedinoj svjetiljci u realnom vremenu.

e) Računalo, tablet ili pametni telefon s WEB preglednikom za pristup korisničkom sučelju



Slika 6 Hardver za pristup aplikaciji

Figure 6 Application access hardware

Korisnik pristupa svim podacima putem WEB aplikacije u koju je integrirano GPS geografsko lociranje svjetiljaka i GIS baza podataka, čime je omogućeno učinkovito planiranje, projektiranje i izvođenje projekta rasvjete te napredni nadzor i održavanje instaliranih sustava rasvjete.

WEB aplikacija se pokreće pristupom na portal <https://register.clsm.eu> kojem se može pristupiti unosom postojećeg korisničkog imena i lozinke, ili registracijom novog korisnika. Ovisno o korisničkim pravima pristupa aplikacija omogućava stvaranje novog projekta, postavljanje mreže svjetiljaka, CLSM uređaja i ormarića javne rasvjete u projektnoj fazi te nadzor stanja svjetiljaka putem grafičkih prikaza stanja svjetiljaka na karti, tablicama i grafikonima.

Također, korisničko upravljačko sučelje omogućava klasifikaciju korisnika ovisno o ulozi koju vrše na projektu te tijekom naknadnog održavanja instaliranog sustava rasvjete, odgovarajućim administracijskim ovlastima i razinama pristupa podacima. Korisnik prema potrebi može definirati parametre periodičnih i događajima uvjetovanih automatskih e-mail izvještaja, čime je omogućen automatizirani nadzor različitih aspekata sustava, strukturiran i adresiran prema zadacima i polju odgovornosti pojedinog člana tima uključenog u izvođenje i naknadno održavanje sustava rasvjete.

3. PRINCIP RADA PATENTIRANOG ALGORITMA

3. WORKING PRINCIPLE OF THE PATENTED ALGORITHM

CLSM sustav nadzora baziran je na patentiranoj metodi koja za detekciju stanja i mjerenje snage pojedine svjetiljke koristi samo sekvencijalno uključivanje svjetiljaka jedne linije napajanja i

jedan precizni mjerni uređaj u razvodnom ormaru linije napajanja. Takva metoda nadzora nameće potrebu za projektnim programiranjem rasvjete, gdje svaka svjetiljka jedne linije napajanja ima jedinstveno vrijeme zadržke uključanja prvog koraka režima rada ili pune snage svjetiljke. Projektant ili svjetlo tehničar prilikom razrade projekta svakom *CLSM ID*-u, odnosno svakoj svjetiljci, mora dodijeliti vrijeme zadržke uključanja.

Svaka svjetiljka se prilikom izrade programira sukladno dodijeljenom vremenu zadržke i dalje identificira putem *CLSM ID*-a, na osnovu kojega instalater zna točnu mikrolokaciju ugradnje svake svjetiljke.

Primjer standardne prakse dodjele vremena zadržke:

- ID 001 – 5 sekundi
- ID 002 – 7 sekundi
- ID 003 – 9 sekundi
- ID XXX – 250 sekundi

Kao što je vidljivo u gornjem primjeru, standardna je praksa da prva svjetiljka u nizu ima zadržku uključanja od pet sekundi, a svaka sljedeća svjetiljka ima dvije sekunde duže vrijeme zadržke od prethodne svjetiljke u nizu jedne linije napajanja.

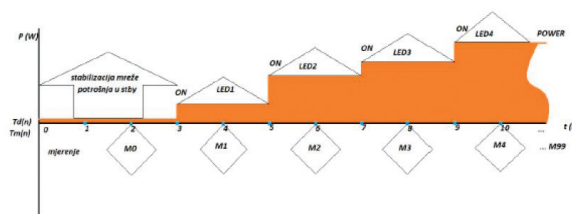
Vremena zadržke moguće je prilagoditi specifičnim zahtjevima projekta, a potreba se može pojaviti prilikom implementacije *CLSM* sustava u postojeću rasvjetu izvedenu sa svjetiljkama različitih proizvođača ili drugim tipom svjetiljaka, koje nemaju *LED* izvor svjetla.

U svrhu što preciznijeg mjerenja i nadzora *CLSM* kompatibilnih svjetiljaka koristi se funkcija inicijalne snage uključanja svjetiljke koja se ostvaruje programiranjem svjetiljke na način da prilikom uključanja kruga rasvjete radi na minimalnoj snazi. Standardna inicijalna snaga uključanja je 10% nominalne snage svjetiljke.

Inicijalna snaga uključanja aktivira se prilikom uključanja kruga rasvjete i traje dok ne završi programirano vrijeme zadržke uključanja, nakon čega se aktivira prvi korak režima rada ili puna snaga svjetiljke.

Inicijalnom snagom uključanja svjetiljke ostvaruju se značajno niže struje pokretanja te veća preciznost mjerenja, obzirom da se struja i napon napajanja svjetiljke stabiliziraju prije nego nastupi sekvenca mjerenja.

Za lakše razumijevanje, sekvence mjerenja zamišljaju se kao koraci u rasponu od nultog označenog M0 pa sve do Mn.



Slika 7 Detekcija rada svjetiljke

Figure 7 Lamp operation detection

M0 – je nulti korak sekvence mjerenja koji nastupa četiri sekunde nakon uključanja kruga rasvjete. U M0 koraku ostvaruje se mjerenje snage jednog kruga rasvjete, prilikom inicijalne snage uključanja koja je zbroj interne potrošnje napajanja i reducirane izlazne snage svih svjetiljaka.

M1 – je prvi korak sekvence mjerenja koji nastupa dvije sekunde nakon M0 koraka, odnosno šest sekundi nakon uključanja kruga rasvjete. U M1 koraku ostvaruje se mjerenje ukupne snage jednog kruga rasvjete, jednu sekundu nakon uključanja prve svjetiljke na osnovu koje *CLSM* server kalkulira snagu prve svjetiljke u nizu. Kalkulacija snage prve svjetiljke ostvaruje se razlikom izmjerenih snaga u M1 i M0 koraku sekvence mjerenja.

M2 – je drugi korak sekvence mjerenja koji nastupa dvije sekunde nakon M1 koraka, odnosno osam sekundi nakon uključanja kruga rasvjete. U M2 koraku ostvaruje se mjerenje ukupne snage jednog kruga rasvjete, jednu sekundu nakon uključanja druge svjetiljke na osnovu koje *CLSM* server kalkulira snagu druge svjetiljke u nizu. Kalkulacija snage druge svjetiljke ostvaruje se razlikom izmjerenih snaga u M2 i M1 koraku sekvence mjerenja.

Svi daljnji koraci sekvence mjerenja imaju ista načela te se razlikuju jedino u vremenima kada pojedini korak nastupa, ovisno o vremenu zadržke uključanja pojedine svjetiljke.

Referirajući se na gore naveden opis sekvenci mjerenja, standardna praksa je da M0 korak sekvence mjerenja nastupa četiri sekunde nakon uključenja kruga rasvjete, a svaki sljedeći korak nastupa dvije sekunde nakon prethodnog koraka, ako se koristi standardno vrijeme.

4. MOGUĆNOST DODATNE PRIMJENE CLSM SUSTAVA

4. POSSIBILITY OF ADDITIONAL APPLICATION OF CLSM SYSTEM

CLSM sustav moguće je implementirati u sve javne i privatne sustave rasvjete gdje nije potrebno neovisno upravljanje pojedine svjetiljke, već samo nadzor stanja i mjerenje potrošnje snage pojedine svjetiljke te nadzor stanja i ukupne potrošnje kruga rasvjete.

Sustav omogućava implementaciju daljinskog upravljanja kruga napajanja rasvjete za potrebe vizualne provjere i servisa svjetiljaka, čime se gubi potreba za ručnim uključanjem/isključenjem kruga u razvodnom ormaru. Takvo rješenje posebno je povoljno za održavanje velikih sustava javne rasvjete koji se napajaju iz više razvodnih ormara i koji su međusobno značajno udaljeni.

U svrhu nadzora stanja razvodnog ormara rasvjete, na raspolaganju je mogućnost implementacije daljinskog očitavanja stanja sklopne i komunikacijske opreme, temperature i vlage u ormaru te drugih funkcija prema specifičnim zahtjevima projekta.

Obzirom da implementacija dodatnih funkcija podrazumijeva povećanje cijene radi dodatne opreme, u standardnu izvedbu CLSM sustava uključen je samo nadzor stanja i mjerenje potrošnje snage rasvjete.

Područja primjene u kojima se mogu ostvariti značajne prednosti i uštede implementacijom CLSM sustava su:

- cestovna i ulična javna rasvjeta,
- rasvjeta javnih i privatnih parkirališta, parkova i vrtova,
- rasvjeta industrijskih pogona, stambenih te javnih objekata.

5. PRAKTIČNA PRIMJENA CLSM SUSTAVA

5. PRACTICAL APPLICATION OF CLSM SYSTEM

Primjena CLSM sustava u praksi vrlo je jednostavna, ali da bi se što jednostavnije instalirao i da bi sustav ispravno radio, potrebno je kvalitetno pripremiti projekt implementacije sustava nove rasvjete. Priprema projekta prikazat će se primjerom kroz nekoliko točaka.

ENERGETSKI PREGLED

Energetski pregled mora sadržavati podatke o svim trafostanicama, odnosno elektro ormarima iz kojih se napaja javna rasvjeta, potrošnji pojedinih strujnih krugova rasvjete što znači da je potrebno znati koja svjetiljka pripada kojem elektro ormaru, ukupnoj potrošnji snage pojedinog elektro ormara, broju stupova na kojima se nalazi rasvjeta i broju praznih stupova te podatke o geometriji pojedinih prometnica. Energetski pregled sadržava još puno drugih podataka. Ukoliko se ne koristi energetski pregled, tada je podatke potrebno prikupiti na druge načine, a obično je to samostalnim obilaskom područja zahvata.

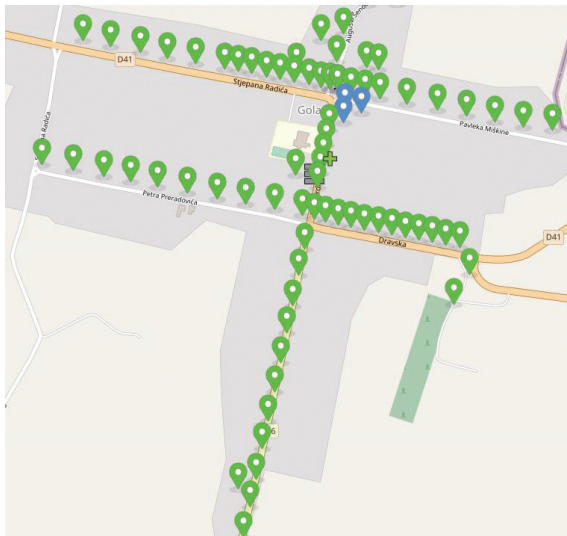
Broj stupa	X	Y	Trafostanica	Tip svjetiljke	Snaga svjetiljke	Tip izvora	Tip stupa	Visina	Vrsta mreže	Initial Power [W]	Initial Hold [s]	Tvornički broj svjetiljke
47	16,529368000000000	46,262700000000000	TS 9121	STAR M	80	LED	Betonski	8m	SKS	16	5	47
48	16,528055999999900	46,262737999999900	TS 9121	STAR M	60	LED	Betonski	8m	SKS	12	7	48
49	16,527169000000000	46,262779999999900	TS 9121	STAR S	20	LED	Drveni	7m	žičana	4	9	49
50	16,526330999999900	46,262872999999900	TS 9121	STAR S	20	LED	Drveni	7m	žičana	4	11	50
73	16,524204000000000	46,263343999999900	TS 9142	STAR S	40	LED	Betonski	8m	žičana	8	5	73
74	16,523350000000000	46,263379999999900	TS 9142	STAR S	20	LED	Drveni	7m	SKS	4	7	74
75	16,522432999999900	46,263427000000000	TS 9142	STAR S	30	LED	Betonski	8m	SKS	6	9	75

Slika 8 Tablica energetskog pregleda

Figure 8 Energy audit table

IZRADA GIS MAPE SVJETILJAKA

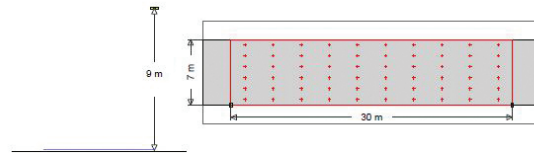
U ovom koraku koriste se podacio geolokaciji pojedinih svjetiljaka, stupova i elektro ormara iz kojih se napaja javna rasvjeta, koji su dobiveni iz energetskog pregleda ili su snimani prilikom obilaska područja zahvata. Podaci se potom postavljaju u CLSM aplikaciju u obliku .csv formata iz čega se dobije grafički prikaz lokacije pojedinog elektro ormara, stupa i svjetiljke.



Slika 9 Pozicije svjetiljaka i trafostanica
Figure 9 Positions of lamps and substations

IZRADA SVJETLO TEHNIČKOG PRORAČUNA

Svjetlo tehnički proračun izrađuje se koristeći podatke iz energetskog pregleda ili podatke snimljene iz samostalnog obilaska na području zahvata. Za izradu svjetlo tehničkog proračuna najbitniji podaci su: klasa prometnice, širina prometnice, širina pješačke staze, visina montirane svjetiljke, udaljenost stupa od ruba kolnika i međusobna udaljenost između dva stupa. Temeljem tih podataka određuje se tip nove svjetiljke koja će se instalirati, uz uvjet da se zadovolji norma HRN 13201-2 cestovna rasvjeta.



6	Tipska oznaka	: E-STAR S 8500, 53 W.kit
	Naziv svjetiljke	: E-STAR S 8500, 53 W
	Zaručje	: 1 x 53 W / 7950 lm
MyLumRow		
	Postavljanje svjetiljki	: Linija desno
	Razmak između svjetiljki	: 30,00 m
	Svjetiljka od ruba	: 0,00 m
	Abs. position	: 0,00 m
	Potrošnja struje/km	: 1767 W/km
	Faktor održavanja	: 0,80
	Visina (fot. centar)	: 9,00 m
	Nagib	: 0,00 °
	Razred bliještanja	: D6
	Razred jakosti svjetlosti	: G*4
Cesta		
	Širina	: 7,00 m
	Površina	: R3, q0=0,07
	Vozne trake	: 2
	Površina (mokra)	: -none-, q0=0,1
Sjajnost Izbračun poja: 30m x 7m (10 x 6 Točke)		
Promatrač		
2	: x=-60,00m, y=5,25m, z=1,50m	
1	: x=-60,00m, y=1,75m, z=1,50m	
Lane	Um	Uo
2 y=5,25)	0,82 cd/m²	0,54
1 y=1,75)	0,85 cd/m²	0,54
M4	>= 0,75 cd/m²	>= 0,40
	UI	TI
	0,77	7
	0,68	9
	<= 0,60	<= 16
	ReI	
	0,61	
	0,85	
	>= 0,30	
Rasvjetljenosti Izbračun poja: 30m x 7m (10 x 6 Točke)		
	Em	Ud
	12,9 lx	0,33
	7,34 lx	0,57

Slika 10 Svjetlo tehnički proračun
Figure 10 Lighting calculation

GENERIRANJE GIS BAZE PODATAKA S NOVO PROJEKTIRANOM RASVJETOM

Kada su gore navedeni koraci obavljani, podaci se upisuju u novu tablicu. Svakoj upisanoj geolokaciji dodjeljuju se parametri kao što su primjerice naselje, ulica, trafostanica, tip svjetiljke, snaga svjetiljke, tip stupa, vrsta mreže i drugo te najvažniji parametri za ispravnost rada CLSM sustava, a to su inicijalna snaga paljenja svjetiljke i inicijalno vrijeme odgode paljenja svjetiljke. U ovom se koraku također projektira i priprema nova svjetiljka za ugradnju, pri čemu se iz tablice koristi podatak o snazi, inicijalnoj snazi paljenja i inicijalnom vremenu odgode paljenja. Kada se proizvede takva svjetiljka, odmah joj se dodjeljuje njezin tvornički broj. Tvornički broj svjetiljke mora se podudarati s brojem oznake stupa kako bi izvođač u fazi rekonstrukcije svaku svjetiljku montirao na predviđeni stup.

Slika 11 prikazuje da broj stupa odgovara tvorničkom broju svjetiljke.

Broj stupa	X	Y	Trafostanica	Tip svjetiljke	Snaga svjetiljke	Tip izvora	Tip stupa	Visina	Vrsta mreže	Initial Power [W]	Initial Hold [s]	Tvornički broj svjetiljke
47	16,529368000000000	46,262700000000000	TS 9121	STAR M	80	LED	Betonski	8m	SKS	16	5	47
48	16,528055999999900	46,262737999999900	TS 9121	STAR M	60	LED	Betonski	8m	SKS	12	7	48
49	16,527169000000000	46,262779999999900	TS 9121	STAR S	20	LED	Drveni	7m	žičana	4	9	49
50	16,526330999999900	46,262872999999900	TS 9121	STAR S	20	LED	Drveni	7m	žičana	4	11	50
73	16,524204000000000	46,263343999999900	TS 9142	STAR S	40	LED	Betonski	8m	žičana	8	5	73
74	16,523350000000000	46,263379999999900	TS 9142	STAR S	20	LED	Drveni	7m	SKS	4	7	74
75	16,522432999999900	46,263427000000000	TS 9142	STAR S	30	LED	Betonski	8m	SKS	6	9	75

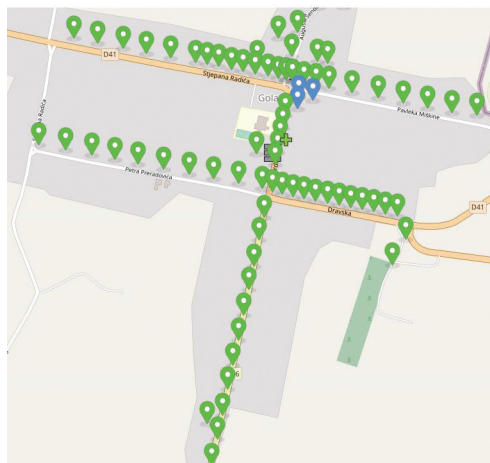
Slika 11 Baza podataka
Figure 11 Data base

Također je vidljivo kako je inicijalna snaga paljenja 20%, što znači da će prilikom uključivanja sve svjetiljke svijetliti sa 20% svog intenziteta. Nakon pet sekundi prva svjetiljka će podići svoj intenzitet na 100% i tako se svake dvije sekunde pali sljedeća svjetiljka. Da bi se izbjegle anomalije u mreži prilikom paljenja rasvjete, koristi se sekvencijalno uključivanje svjetiljaka, što znači da prva svjetiljka podiže svoj intenzitet na 100% tek nakon pet sekundi. Na slici je također prikazana još jedna svjetiljka kojoj je inicijalno vrijeme odgode pet sekundi te će se upaliti isto kao i svjetiljka prije, ali ona se nalazi na drugoj trafostanici, odnosno elektro ormaru za napajanje javne rasvjete pa iz tog razloga ne utječe na prijašnju svjetiljku.

MONTAŽA OPREME I PUŠTANJE U RAD CLSM SUSTAVA

Svjetiljke se montiraju kao i sve ostale svjetiljke, ali treba voditi računa da se svaka svjetiljka postavi na za nju predviđeno mjesto kako bi sustav ispravno radio. U svaki elektro ormar za napajanje javne rasvjete dodatno se ugrađuje CLSM uređaj koji se spaja serijski na ulaz u svaki ormar, kako bi mjerio svu potrošnju tog ormara. U ormar se također montira i usmjerivač kojemu je za rad potrebno stalno napajanje od 230 V te se povezuje sa CLSM uređajem kako bi imali stalnu komunikaciju sa CLSM poslužiteljem.

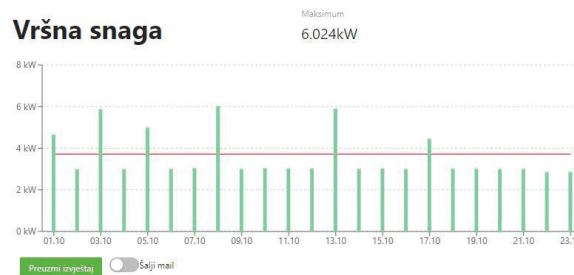
Kada je sve instalirano stanje rasvjete možemo promatrati putem *web* aplikacije u realnom vremenu, pratiti potrošnju snage i energije, generirati izvješća i drugo.



Slika 12 Status rasvjete

Figure 12 Lighting status

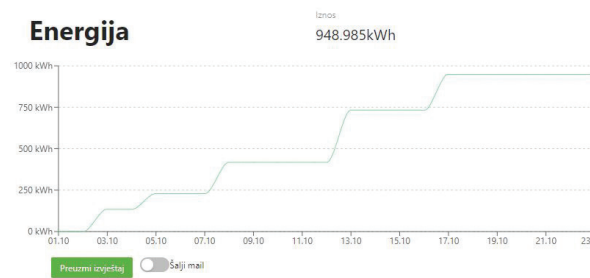
Vršna snaga



Slika 13 Pregled potrošnje snage

Figure 13 Power review

Energija



Slika 14 Pregled potrošnje energije

Figure 14 Energy review

6. ZAKLJUČAK 6. CONCLUSION

Trenutno stanje sustava javne rasvjete koristi osnovne, odnosno zastarjele metode regulacije u kojima ne postoji nikakva mogućnost nadzora i izvještaja. Rasvjeta u većini slučajeva ne zadovoljava normu HRN 13201 o pravilnoj osvjetljenosti određenih površina te time predstavlja veliku opasnost ukoliko se radi o prometnicama s velikom frekvencijom prometa. Također, još uvijek postoje rasvjetna tijela sa živinim izvorima svjetlosti koja su zabranjena, odnosno s natrijevim izvorima svjetlosti koja troše znatno više energije od LED izvora svjetlosti.

Ova tehnologija govori o digitalizaciji mreže primjenom CLSM sustava koji već u svojoj implementaciji pruža mogućnost zamjene neadekvatnih svjetiljaka novim, visoko učinkovitim LED svjetiljkama te da se zadovolji norma HRN 13201. Ukoliko se projektom rješenjem ne želi mijenjati postojeća rasvjeta, digitalizacija se može postići ugradnjom sekvencera koji mora imati mogućnost programiranja inicijalne snage paljenja te vrijeme odgode paljenja svjetiljke.

Tako projektirane svjetiljke mogu se implementirati u *CLSM* sustav te dobivati informacije o trenutnom stanju u mreži javne rasvjete.

Obzirom da *CLSM* sustav pruža potencijal široke primjene nadzora rasvjete, u budućnosti ovaj sustav može predstavljati bazu ili prvi nivo na kojem se obavlja nadzor, mjerenje i generiranje izvještaja. *CLSM* sustav podržava nadogradnju opremom za upravljanje pojedine svjetiljke ili grupe svjetiljaka, ovisno o potrebama i isplativosti investicija. Slijedom navedenog, *CLSM* sustav mogao bi predstavljati odličnu pripremu za prelazak na takozvani *Smart City*.

7. REFERENCE

7. REFERENCES

- [1.] <https://www.energyplus.hr/>
- [2.] <https://register.clsm.eu/#/login>
- [3.] <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2020121002>

AUTORI · AUTHORS

• Boris Daraboš

Rođen je 1990. godine u Varaždinu. Preddiplomski stručni studij elektrotehnike završio je u Varaždinu na Sveučilištu Sjever, a diplomski stručni studij elektrotehnike na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu. Zaposlen je u tvrtki Energy plus d.o.o. iz Ludbrega kao stručni suradnik za svjetlo tehniku i projektiranje te primjenu novih sustava u području rasvjete i upravljanja električnom energijom.

Korespondencija · Correspondence

boris.darabos@gmail.com
bdarabos@energyplus.hr

• **Krešimir Meštrović** - nepromjenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 1, No. 1, 2013.

Korespondencija · Correspondence

kresimir.mestrovic@tvz.hr