

Energetski pregled javne rasvjete

Miler, David

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:163595>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

Stručni studij

ENERGETSKI PREGLED JAVNE RASVJETE

Završni rad

David Miler

Osijek, 2019.

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac Z1S: Obrazac za imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada na preddiplomskom stručnom studiju**

Osijek, 25.03.2019.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Imenovanje Povjerenstva za obranu završnog rada
na preddiplomskom stručnom studiju**

Ime i prezime studenta:	David Miler
Studij, smjer:	Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika
Mat. br. studenta, godina upisa:	A4250, 27.09.2018.
OIB studenta:	49379426858
Mentor:	Zorislav Kraus
Sumentor:	
Sumentor iz tvrtke:	
Predsjednik Povjerenstva:	Izv. prof. dr.sc. Zvonimir Klaić
Član Povjerenstva:	Dr. sc. Željko Špoljarić
Naslov završnog rada:	Energetski pregled javne rasvjete
Znanstvena grana rada:	Elektroenergetika (zn. polje elektrotehnika)
Zadatak završnog rada	- Općenito o javnoj rasvjeti - Mjerni uređaji - Mjerenja javne rasvjete STUDENT: David Miler
Prijedlog ocjene pismenog dijela ispita (završnog rada):	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 2 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 2 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 3 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
Datum prijedloga ocjene mentora:	25.03.2019.
Potpis mentora za predaju konačne verzije rada u Studentsku službu pri završetku studija:	Potpis:
	Datum:

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA**

Osijek, 03.04.2019.

Ime i prezime studenta:

David Miler

Studij:

Preddiplomski stručni studij Elektrotehnika, smjer Elektroenergetika

Mat. br. studenta, godina upisa:

A4250, 27.09.2018.

Ephorus podudaranje [%]:

13

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Energetski pregled javne rasvjete**

izrađen pod vodstvom mentora Zorislav Kraus

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Zadatak završnog rada	1
2. JAVNA RASVJETA.....	2
2.1. Svjetlost i svjetiljke	2
2.1.1. Svjetlo-tehničke veličine.....	3
2.1.2. Svjetiljke	6
2.2. Funkcija javne rasvjete	11
2.3. Norma EN 50160.....	11
2.4. Sustav rasvjete	13
2.4.1. Sustav rasvjete po ulicama.....	14
3. ANALIZA RASVJETE RASPOREĐENA PO TRAFOSTANICAMA	18
3.1. Trafostanica ŽSTS 574.....	18
3.2. Trafostanica PTTS 570.....	19
3.3. Trafostanica PTTS 568.....	19
4. MJERENJE I ANALIZA JAVNE RASVJETE	20
4.1. Mjerni uređaji	20
4.2. Mjerenje javne rasvjete.....	21
4.2.1. Mjerenja na ŽSTS 574	22
4.2.2. Mjerenja na PTTS 570	26
4.2.3. Mjerenja na PTTS 568	31
4.2.4. Izmjerene vrijednosti	35
4.3.5. Trend potrošnje i troška mjernih mjesta	36
5. ZAKLJUČAK:	40
6. LITERATURA.....	41
7. SAŽETAK.....	43
8. ABSTRACT	43
9. ŽIVOTOPIS	44

1. UVOD

Rasvjeta, nešto bez čega bi današnji svijet bio teško zamisliv. Uspostavljena veza između usmjerenog gibanja elektriciteta pod utjecajem električnog polja i elektromagnetskog zračenja vidljivog ljudskom oku, laički rečeno poveznica pretvorbe električne energije u samu svjetlost. Pojam javne rasvjete označava osvjetljenje javnih površina kao što su ulice, kazališta, parkovi i tako dalje.

Isprva samom čovjeku nije bilo poznato bilo šta slično tomu, ali je ipak njegovo oko „reagiralo“ na svjetlost. Iako, radilo se o prirodnom osvjetljenju.

Kasnije dolazi do razvitka, kako i čovjeka tako i njegovih izuma, pa je jedan od njih i umjetna svjetlost.

Sam početak razvoja bilježi primjena Voltina luka, te se naglo počinje rasprostranjivati zahvaljujući izumu električne žarulje (J. W. Swan, 1860., T. A. Edison, 1879.). Prva javna rasvjeta dolazi na svijet davne 1846. godine, postavljena je u kazalištu grada Pariza. Slijede prezentacije po izlozbama, osvjetljenje svjetionika i tako dalje.

U Hrvatskoj je predstavljena 22. siječnja 1877. u Zagrebu, od strane Ivana Stožira.

1.1. Zadatak završnog rada

U ovom radu obraditi će se energetska pregled javne rasvjete na području općine Donji Andrijevci, točnije, obuhvatit će se pojedine ulice sa određenim brojem rasvjetnih tijela. Unutar svake od izabranih ulica nalazi se jedna vrsta (tip) rasvjetnih tijela, za svaku od odabranih u nastavku napravljen je energetska pregled.

Energetski pregled se izrađuje u svrhu procjene isplativosti prelaska sa dosadašnjeg na LED osvjetljenja.

Mjerenja su vršena na tri izvoda, tri trafo stanice. Ciljano su odabrane kako bismo dokazali učinkovitost pojedinih rasvjetnih tijela na samoj usporedbi i istraživanju.

Vrijednosti su očitavane svakih 10 minuta, te je mjereno ukupno 7 dana na jednom izvodu.

Svi izvodi su na području Donjih Andrijevaca, te se vrstom i brojem trafostanice dijele na: ŽSTS 574 napajajući ulicu Matije Gupca, PTTS 570 napajajući Školsku ulicu i PTTS 568 napajajući ulicu Radnička cesta.

2. JAVNA RASVJETA

Rasvjeta kao sama bi bila osvjetljenje prostora izazvano korištenjem uređaja osmišljenih od strane samoga čovjeka, dok javna rasvjeta predstavlja isto to samo što je postavljena na javnim mjestima kao što su parkovi, prometnice, crkve, javni prostori, te se većinom koristi ukoliko je došlo do nedostatka osvjetljenja prirodnim svjetlom (sunce).

U javnoj rasvjeti izvor same svjetlosti čine različiti tipovi osvjetljenja, uglavnom se upotrebljavaju živine i natrijske svjetiljke, halogene žarulje, te svjetleće diode (LED žarulje).



Slika 2.1. Javna rasvjeta prometnice [1]

2.1. Svjetlost i svjetiljke

Svjetlo je osjećaj koji nastaje podražajem očnog živca u oku.

Također, svjetlost definiramo kao elektromagnetsko zračenje vidljivo ljudskom oku. U prosjeku ljudsko oko može vidjeti svjetlost valne duljine raspona 380-780 nm, koje ono razlikuje kao boje, od crvene sa najvećom valnom duljinom, do ljubičaste sa najmanjom. U širem smislu svjetlost uključuje infracrveno i ultraljubičasto zračenje [5].

Boja	raspon valnih duljina	frekvencijski raspon
<u>crvena</u>	~ 625 – 740 nm	~ 480 – 405 THz
<u>narančasta</u>	~ 590 – 625 nm	~ 510 – 480 THz
<u>žuta</u>	~ 565 – 590 nm	~ 530 – 510 THz
<u>zelena</u>	~ 500 – 565 nm	~ 600 – 530 THz
<u>cijan</u>	~ 485 – 500 nm	~ 620 – 600 THz
<u>plava</u>	~ 440 – 485 nm	~ 680 – 620 THz
<u>ljubičasta</u>	~ 380 – 440 nm	~ 790 – 680 THz

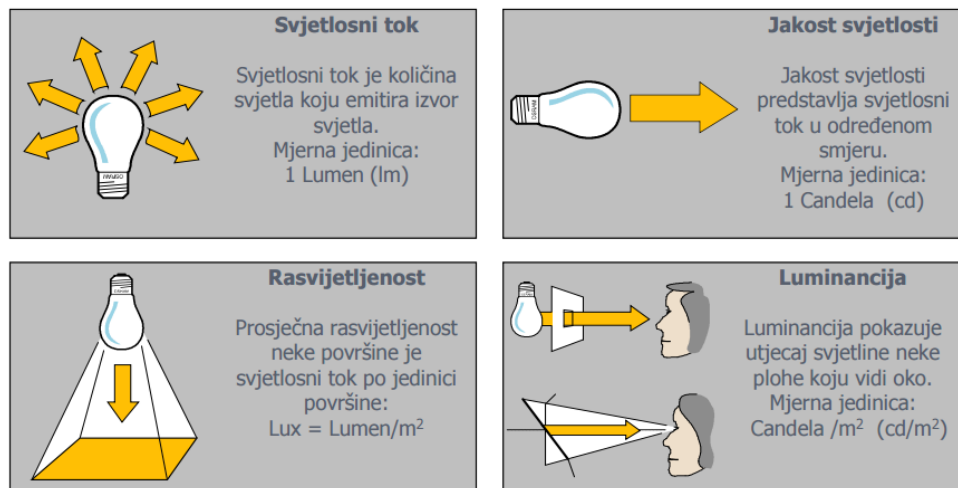
Slika 2.2. Boje vidljive ljudskom oku [5]

2.1.1. Svjetlo-tehničke veličine

Pod pojmom svjetlo-tehničkih veličina podrazumijevaju se veličine koje se temelje na vrednovanju ljudskog organa vida (oka). [6]

Osnovne svjetlo-tehničke veličine su :

- 1) Svjetlosni tok
- 2) Jakost svjetlosti
- 3) Rasvijetljenost
- 4) Sjajnost ili luminacija



Slika 2.3. Primjeri svjetlo-tehničkih veličina [4]

1) Svjetlosni tok

Svjetlosni tok se definira kao cjelokupna emitirana snaga zračenja koje ljudsko oko prevodi kao svjetlost. [6]

Jedinica svjetlosnog toka je lumen (lm)

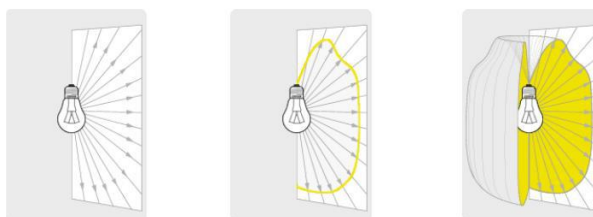


Slika 2.4. Svjetlosni tok[6]

2) Jakost svjetlosti

Jakost svjetlosti (svjetlosni intenzitet) predstavlja mjerilo za vrijednost svjetlosti koja zrači u element prostornog kuta. [6]

Mjerna jedinica za jakost svjetlosti je candela (cd).

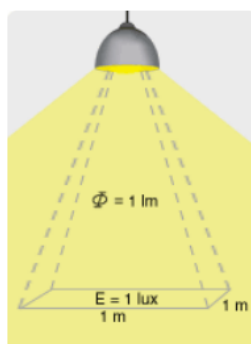


Slika 2.5. Jakost svjetlosti [6]

3) Rasvjetljenost

Predstavlja mjerilo intenziteta svjetlosti koja pada na određenu površinu. [6]

Mjerna jedinica rasvjetljenosti je lux (lx).

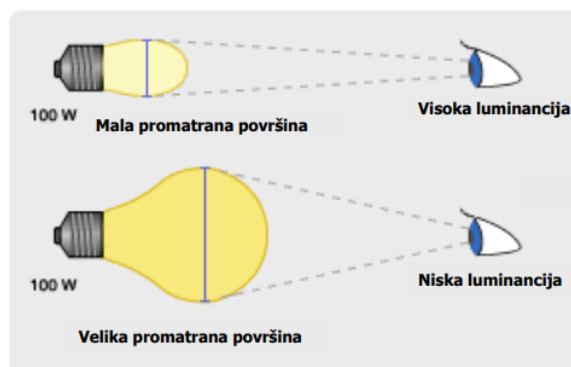


Slika 2.6. Rasvjetljenost [6]

4) Sjajnost ili luminacija

Sjajnost ili luminacija predstavlja mjerilo za svjetlosni utisak i jedina je svjetlo-tehnička veličina koju ljudsko oko neposredno osjeća. [6]

Mjerna jedinica je candela (cd/m^2).



Slika 2.7. Luminacija [6]

Veličina	Oznaka	Formula	Mjerna jedinica
Svjetlosni tok	Φ	$\Phi = I \times \Omega$	Lumen (lm)
Jakost svjetla	I	$I = \Phi / \Omega$	Candela (cd)
Rasvijetljenost	E	$E = \Phi / A$	Lux (lx)
Sjajnost (luminacija)	L	$L = I / A$	Candela po kv. metru (cd/m^2)
Ostali parametri u rasvjeti			
Efikasnost svjetla		Φ / P	Lumen / Wat
Temperatura svjetla			Kelvin
Indeks odziva boje (Color rendering index)	CRI		

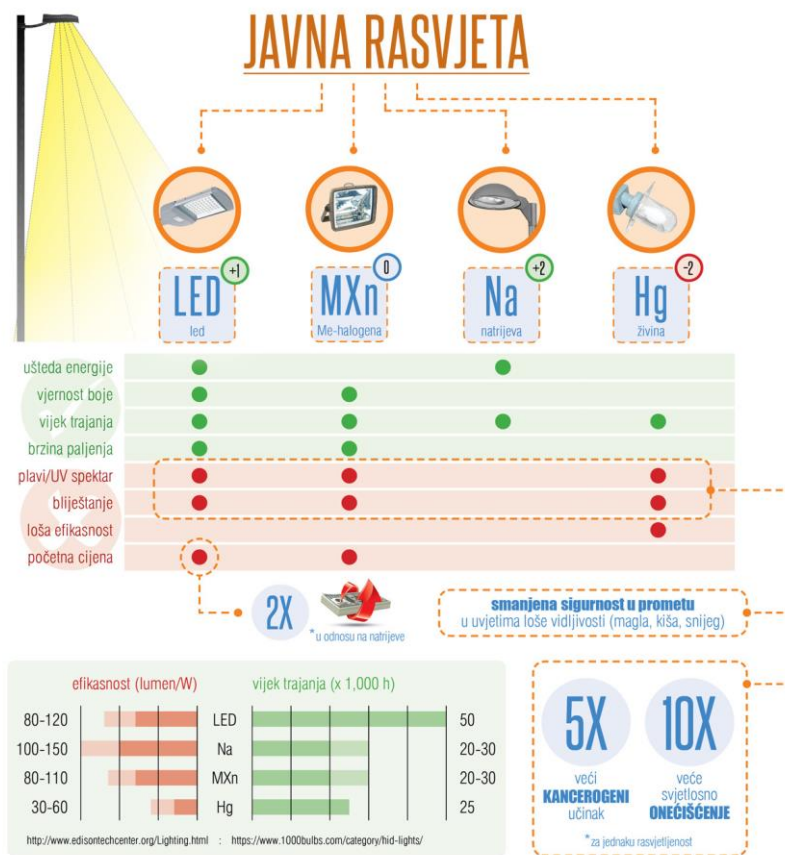
Tablica 2.1. Osnovne svjetlo-tehničke veličine [3]

2.1.2. Svjetiljke

Svjetiljke za osvjetljenje javnih površina većinom se postavljaju na stupove, ponegdje na objekte, te rjeđe na nategnutu užad.

Kada govorimo o javnoj rasvjeti različitost svjetiljki nije pogodan faktor. No teško je napraviti potpunu zamjenu zastarjelog osvjetljenja novim, pa se isti problem očituje u različitosti svjetiljki postavljenih u javnoj rasvjeti. Danas se uglavnom koriste četiri različita tipa žarulja, a to su: led (LED), Me-Halogeni (MXn), Natrijeva (Na) i Živina (Hg).

Na slici 2.1. prikazana je analiza četiri različita tipa žarulja, koje se koriste na našim prostorima, kroz različite aspekte.



Slika 2.8. Različitoš žarulja [3]

U ovom radu, na području Donjih Andrijevaca, radit ćemo sa četiri različite vrste rasvjetnih tijela, a to su: Tep Gamalux, Tep Kaos 2, OGŽK, LEDA URBAN L.

1) Tep Gamalux

Prema izvedbi rasvjetno tijelo spada pod rasvjetu sporednih i prigradskih prometnica, parkirališta, tvorničkih krugova.

Tehnički podaci:

- Nazivni napon i frekvencija: 230 V, 50 Hz
- Priključne stezaljke: 2.5mm²
- Grlo žarulje: E27, E40

- Klasa električne zaštite: I
- Zaštita od prodora čvrstih tijela i vode: optički dio IP54,
- prostor predspojnih naprava IP23
- Otpornost sjenila na udarac: PC IK10, PMMA IK06
- Maksimalna površina izložena vjetru: 0.09m²



Slika 2.9. Rasvjetno tijelo Tep Gamalux [10]

2) Tep Kaos 2

Rasvjetno tijelo namijenjeno osvjetljavanju autocesta, glavnih gradskih prometnica i magistralnih pravaca.

Tehnički podaci:

- Nazivni napon i frekvencija: 230 V, 50 Hz
- Priključne stezaljke: 4mm²
- Grlo žarulje: E27, E40
- Klasa električne zaštite: II
- Zaštita od prodora čvrstih tijela i vode: optički dio IP66,
- prostor predspojnih naprava IK08
- Otpornost sjenila na udarac: PC IK10, PMMA IK06
- Maksimalna površina izložena vjetru: 0.20m²



Slika 2.10. Rasvjetno tijelo Tep Kaos 2 [10]

3) OGŽK

Rasvjetno tijelo OGŽK je sve manje i manje u upotrebi jer ga zamjenjuju rasvjetna tijela koja bolje iskorištavaju snagu, štedljivija su i ne štete okolini. Najčešće se koriste za osvjjetljenje autocesta, mostova, parkirališta, željezničkih stanica, itd.

Tehnički podaci:

- Nazivni napon i frekvencija: 230 V, 50 Hz
- Grlo žarulje: E27
- Zaštitno staklo, metalno aluminijsko kućište
- Prigušnica: živina 125W



Slika 2.11. Rasvjetno tijelo OGŽK [10]

4) LEDA URBAN L

LEDA URBAN L primjenjuje se na prometnicama visoke kategorije, otvorenim prostorima i parkiralištima. Konstrukcijom je prolagođena za raspon snaga svjetiljke od 100 do 200 W

Tehnički podaci:

- Napajanje: 220-240VAC, 50 Hz
- Snaga svjetiljke 100-200W
- Faktor snage >0.95
- Temperatura svjetlosti 3000-4000K
- Svjetlosni tok (4000K) 10000-21000 lm
- Radna temperatura -20 do +50°C
- Kućište Tlačno lijevani aluminij
- Dimenzije 582x285x90mm
- Masa 9.0 kg
- Certifikati EMC,LVD,IK10,IP66



Slika 2.12. Rasvjetno tijelo LEDA URBAN L [10]

2.2. Funkcija javne rasvjete

Glavna zadaća javne rasvjete je osigurati nesmetano kondicioniranje u prostoru tako da se prostor ravnomjerno osvjetli intenzitetom svjetlosti odgovarajućih vrijednosti propisanih standarda, sa minimalnim efektom bliještanja. Kvaliteta same rasvjete ocjenjuje se kroz više kriterija. Kriterij vidnog komfora te kriterij vidljivosti.

Pod kriterijem vidljivosti obuhvaćamo:

- raspoznavanje razlike sjajnosti
- raspoznavanje oblika
- brzina raspoznavanja kontrasta i oblika

Kriterij vidnog komfora obuhvaća:

- razinu nivoa sjajnosti
- uzdužnu ravnomjernost sjajnosti
- psihološko bliještanje
- optičko navođenje

Sama funkcija javne rasvjete prometnica obuhvaća osiguravanje vizualnih uvjeta potrebnih za ugodno, brzo i sigurno kretanje prometnicama. [7]

2.3. Norma EN 50160

Europska norma kvalitete napona koja se utvrđuje na predajnom mjestu potrošaču u javnim distributivnim niskonaponskim te srednjenaponskim mrežama prilikom normaliziranih pogonskih uvjeta.

Kada je u pitanju sam opskrbni napon njegova nazivna frekvencija je iznosa 50 Hz.

Pri normalnim pogonskim uvjetima 10 sekundna srednja vrijednost osnovne frekvencije u nekoj razdjelnoj mreži mora biti u slijedećim opsezima:

- kod mreža povezanih s elektroenergetskim sustavom: 50 Hz +1% (tj. 49,5 Hz do 50,5 Hz), tijekom 95% tjedna,
- odnosno: 50 Hz +4% / -6% (tj. 47 Hz, do 52 Hz) tijekom 100% tjedna

Normirani nazivni napon U_n za niskonaponske javne mreže je:

- za trofazne mreže s četiri vodiča: $U_n = 230$ V između faznih vodiča i neutralnog vodiča;
- za trofazne mreže s tri vodiča: $U_n = 230$ V između faznih vodiča.

Brze naponske promjene izazvane su uglavnom promjenama tereta u potrošačkim postrojenjima ili sklapanjima u samoj mreži. Kada su u pitanju normalni pogonski uvjeti, tada brza promjena ne prelazi granicu od 5% nazivnog napona. Ali naravno, izazvano određenim utjecajima i u određenim okolnostima moguće je višebrojno dnevno odstupanje do 10% U_n . Prekidom napajanja smatra se sama promjena napona koja dovodi do opskrbnog napona manjeg od 1% U_n .

Dugotrajna jakost treperenja (flicker) pri „normalnim“ pogonskim uvjetima zbog promjena napona ne smije niti u jednom tjednu prelaziti vrijednost : $P_{lt} = 1$.

Godišnji očekivani naponski broj propada može pri normalnim pogonskim uvjetima varirati između nekoliko desetaka pa sve do tisuću. Većina ih je kraća od 1 sekunde, te dubine manje od 60% U_n . Međutim, postoji iznimaka te neki mogu trajati duže i posjedovati veće iznose dubine propada.

Neparni viši harmonici				Parni viši harmonici	
koji nisu višekratnik od 3		koji su višekratnik od 3			
redni br. h	U_h u % U_n	redni br. h	U_h u % U_n	redni br. h	U_h u % U_n
5	6,0	3	5,0	2	2,0
7	5,0	9	1,5	4	1,0
11	3,5	15	0,5	6 do 24	0,5
13	3,0	21	0,5		
17	2,0				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

NAPOMENA: Vrijednosti nisu navedene za više harmonike (iznad 25. višeg harmonika), jer su one obično vrlo male.

Slika 2.13. Maksimalne propisane vrijednosti pojedinih harmonika [8]

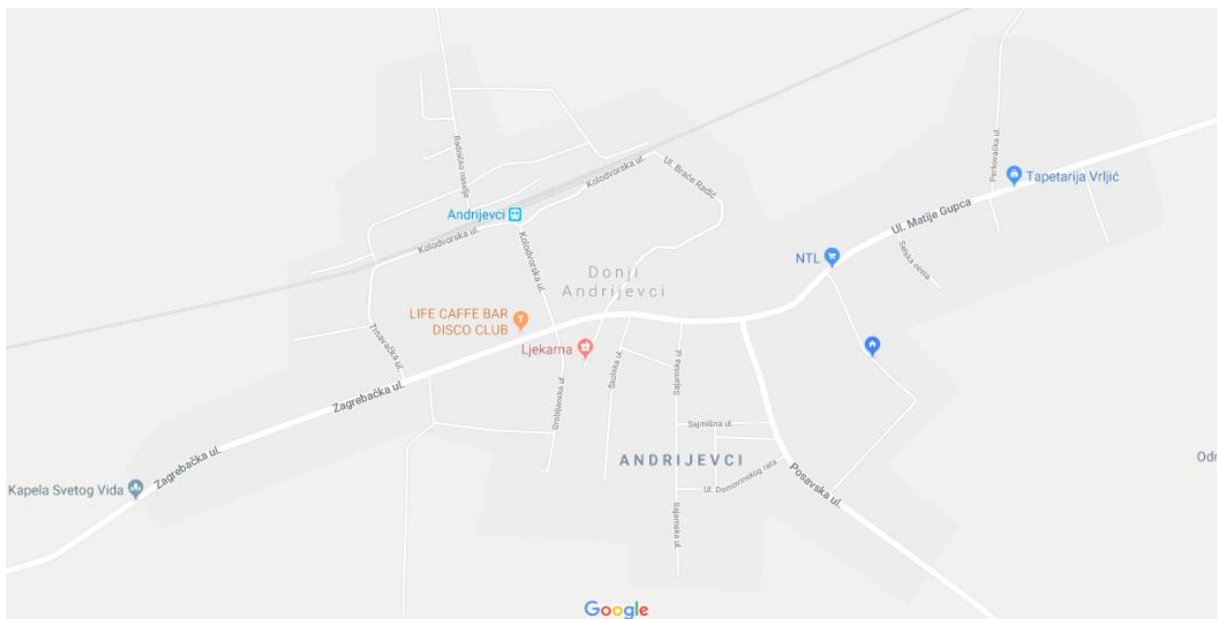
2.4. Sustav rasvjete

Sustav rasvjete Donjih Andrijevacu uzet u ovome radu obrađivan je na uzorku od 3 različita izvoda. Svaki od njih sadrži različiti broj, vrstu i tip rasvjetnog tijela. Sama različitost između njih birana je namjerno kako bi se što bolje ukazale razlike između njih, te svakako prednosti i nedostaci korištenja istih u sadašnjosti i budućnosti.

Mjerenja su vršena na 3 izvoda sa ukupnim brojem od 53 žarulje.

Mjereni rasvjetni sustav						
Tip rasvjetnog tijela	Tip žarulje	Betonski stup	Drveni stup	Metalni stup	Kuća ili neki drugi objekt	Ukupno prema tipu svjetiljke
Tep Gamalux	VTNA 150 W	3	1			4
Tep Kaos2	VTNA 250 W			9		9
OGŽK	VTFE 125 W	18	1		12	31
LEDA URBAN L	LED 100 W	3		6		9
UKUPAN BROJ RASVJETNIH TIJELA						53

Tablica 2.2. Mjereni rasvjetni sustav



Slika 2.14. Karta područja mjerenja [9]

2.4.1. Sustav rasvjete po ulicama

Ulica Matije Gupca

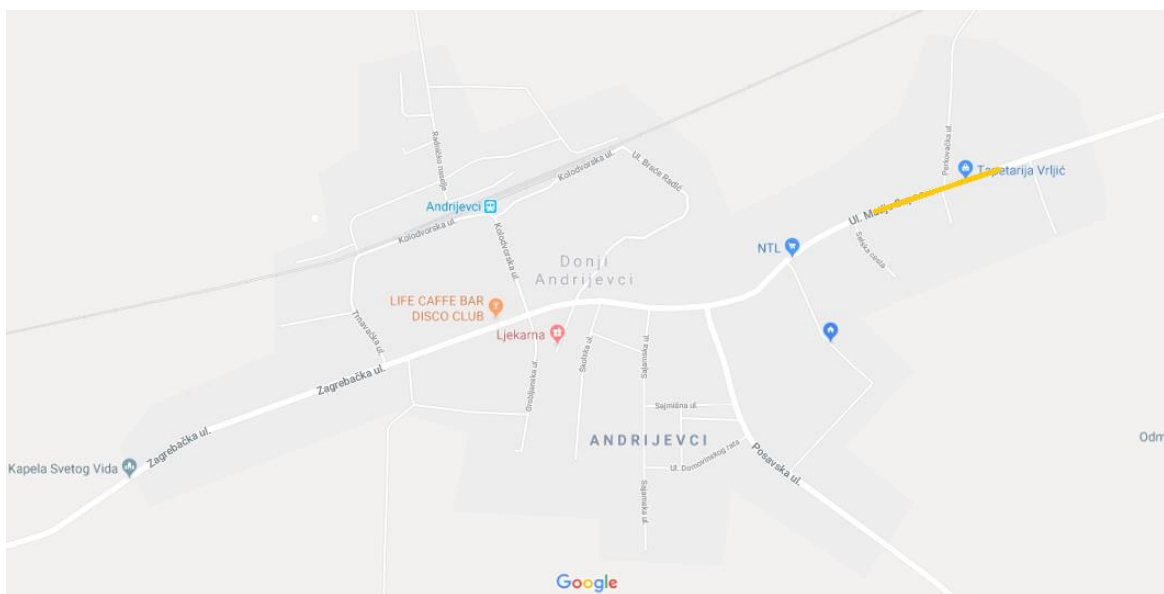
Ulica Matije Gupca nalazi se na županijskoj cesti Ž4202 te spada pod rasvjetnu klasu ME3a. Rasvjeta je postavljena na metalne stupove visine 9 metara koji su u prosjeku udaljeni 1.5 metar od ceste. Ista je u skladu sa normom HRN EN 13201. Ulica je duga 1853 metra.

Napomena:

Ukupan broj rasvjetnih tijela u navedenoj ulici je 39 komada, isti su raspoređeni i napajani iz par izvoda. Uzevši u obzir samo jedan izvod po tipu rasvjetnog tijela smo ograničili broj istih, tako je u ulici Matije Gupca na mjernom mjestu (izvodu) ŽSTS 574 broj rasvjetnih tijela iznosio 9 komada, te se protezao u duljini od oko 500 metara (naznačeno na slici 2.1.1 Karta područja mjerenja ulice Matije Gupca)

Ulica Matije Gupca					
Tip rasvjetnog tijela	Tip žarulje	Betonski stup	Drveni stup	Metalni stup	Kuća ili neki drugi objekt
TEP Kaos 2	VTNA 250 W			9	

Tablica 2.3. Sustav rasvjete Ulice Matije Gupca



Slika 2.15. Karta područja mjerenja ulice Matije Gupca [9]

Školska ulica

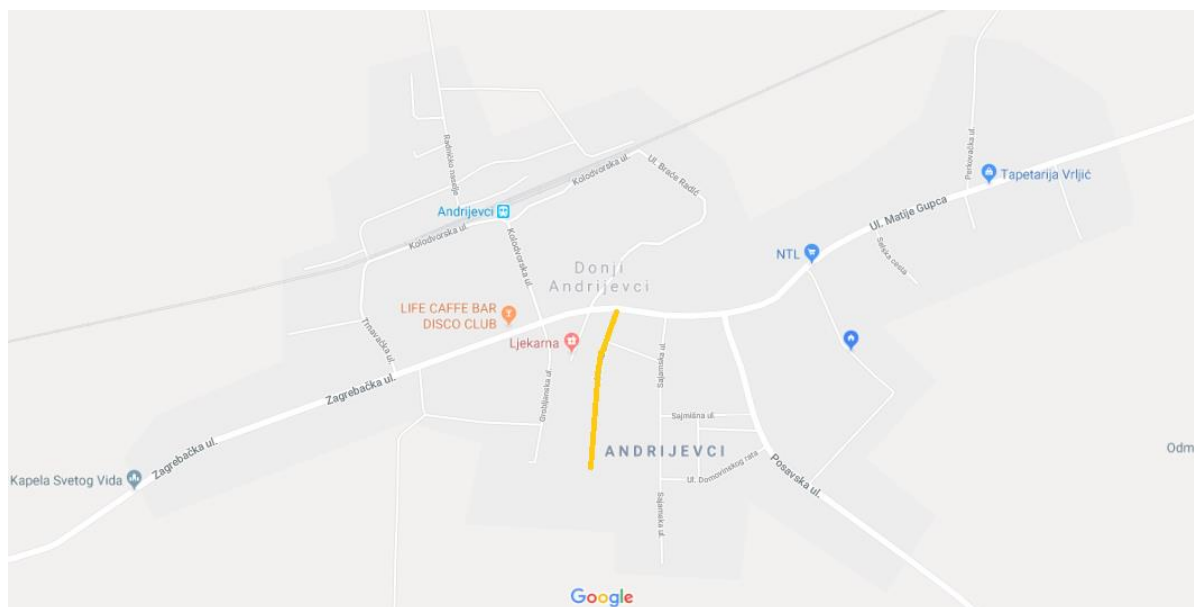
Školska ulica je lokalna prometnica koja spada pod klasu rasvjete ME4a i zonu zaštite od svjetlosnog onečišćenja E2. Ulica je dugačka 604 metra. Trećina ulice imena rekonstruiranu rasvjetu sa LEDA URBAN L rasvjetnim tijelima. Taj dio zadovoljava normu HRN EN 13201, dok ostatak ulice ne zadovoljava istu.

Školska ulica					
Tip rasvjetnog tijela	Tip žarulje	Betonski stup	Drveni stup	Metalni stup	Kuća ili neki drugi objekt
TEP Gamalux	VTNA 150 W		1		
LEDA URBAN L	LED 100 W	3		6	

Tablica 2.4. Sustav rasvjete Školske ulice

Napomene:

- Jedno rasvjetno tijelo tipa TEP Gamalux se nalazi na drvenom stupu elektroenergetske mreže koji je udaljen od ceste. Rasvjetno tijelo treba skinuti jer ne ispunjava svrhu rasvjete.
- Obzirom na dužinu same ulice instaliran je premali broj rasvjetnih tijela. U ulici je instalirano 10 rasvjetnih tijela, a potrebno je 20 na maksimalnom razmaku od 30 metara da bi javna rasvjeta Školske ulice stekla uvjete za zadovoljavanje norme HRN EN 13201.



Slika 2.16. Karta područja mjerenja Školske ulice[9]

Ulica radnička cesta

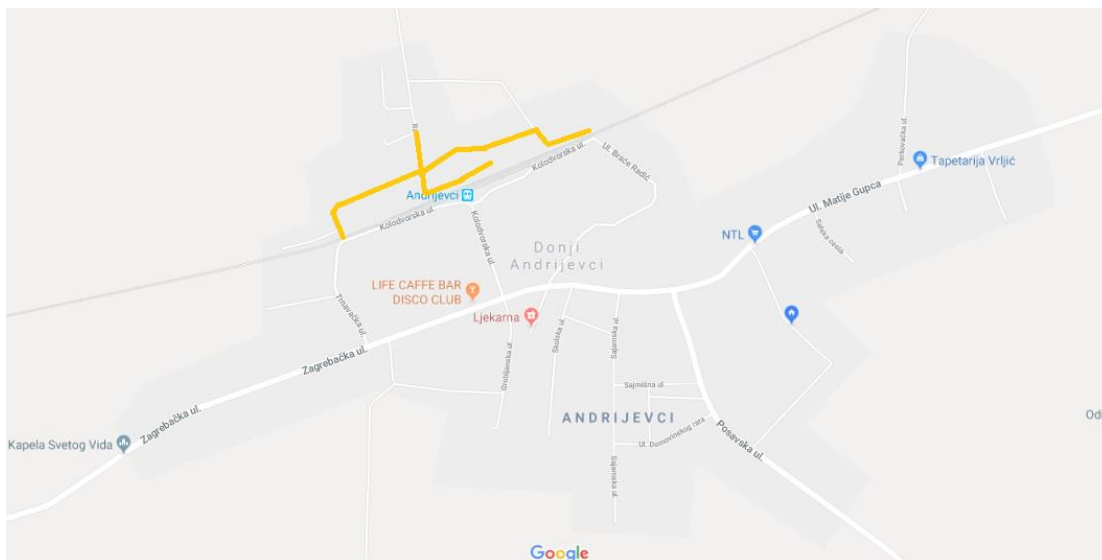
Ulica Radnička cesta je lokalna prometnica koja spada pod klasu rasvjete ME4a i zonu zaštite od svjetlosnog onečišćenja E2. Ulica je dugačka 1382 metra. Radnička cesta ne zadovoljava normu HRN EN 13201. Ulica je duga 1382 metra

Ulica Radnička cesta					
Tip rasvjetnog tijela	Tip žarulje	Betonski stup	Drveni stup	Metalni stup	Kuća ili neki drugi objekt
TEP Gamalux	VTNA 150 W	3			
OGŽK	VTFE 125 W	18	1		12

Tablica 2.5. Sustav rasvjete Ulice radnička cesta

Napomene:

- Rasvjeta se nalazi na betonskim i drvenim stupovima elektroenergetske mreže koji nisu prikladni za rasvjetna tijela javne rasvjete jer im je međusobna udaljenost veća od 30 metara
- Dvanaest rasvjetnih tijela tipa OGŽK se nalaze na obiteljskim kućama koje treba skinuti jer se nalaze na privatnom vlasništvu i ne ispunjavaju svrhu javne rasvjete.
- Pojedina rasvjetna tijela su više od 15 metara udaljena od prometnice
- S obzirom na dužinu ulice instaliran je premali broj rasvjetnih tijela. U ulici su instalirana 34 rasvjetna tijela, a potrebo je 46 rasvjetnih tijela na maksimalnom razmaku od 30 metara da bi javna rasvjeta ulice Radnička cesta stekla uvjete zadovoljene norme HRN EN 13201.



Slika 2.17. Karta područja mjerenja ulice Radnička cesta[9]

3. ANALIZA RASVJETE RASPOREĐENA PO TRAFOSTANICAMA

3.1. Trafostanica ŽSTS 574

Trafostanica ŽSTS 574 nalazi se u ulici Matije Gupca, županijskoj cesti Ž4202 na kućnom broju 159. Mjerenja obuhvaćaju dio rasvjetnih tijela istoimene ulice. Rasvjeta se nalazi na metalnim stupovima.

Tip svjetiljki	Broj svjetiljki	Snaga [W]	Ukupna intalirana snaga (P_{inst}) [W]
Visokotlačna natrijeva (VTNA)	9	250 W	2250 W

Tablica 3.1. Sustav rasvjete ŽSTS 574

3.2. Trafostanica PTTS 570

Trafostanica PTTS 570 nalazi se na Trgu Kralja Tomislava. Mjerenja na ovom izvodu obuhvaćena su Školskom ulicom koja spada pod lokalnu prometnicu. Rasvjeta se nalazi na 3 betonska, 1 drvenom i 6 metalnih stupova.

Tip svjetiljki	Broj svjetiljki	Snaga [W]	Ukupna intalirana snaga (P_{inst}) [W]
Visokotlačna natrijeva (VTNA)	1	150 W	150 W
LED	9	100 W	900 W
UKUPNO ($P_{uk,inst}$)			1050 W

Tablica 3.2. Sustav rasvjete PTTS 570

3.3. Trafostanica PTTS 568

Trafostanica PTTS 568 lokacijski se nalazi u ulici Radnička cesta (Radničko naselje) pod brojem 3. Ulica Radnička cesta lokalna je prometnica. U istoj se rasvjeta nalazi na 21 betonskom stupu, 1 drvenom, te 12 na kućama ili drugim objektima.

Tip svjetiljki	Broj svjetiljki	Snaga [W]	Ukupna intalirana snaga (P_{inst}) [W]
Visokotlačna natrijeva (VTNA)	3	150 W	450 W
Visokotlačna živina (VTFE)	31	125 W	3875 W
UKUPNO ($P_{uk,inst}$)			4325 W

Tablica 3.3. Sustav rasvjete PTTS 568

4. MJERENJE I ANALIZA JAVNE RASVJETE

Mjerenje naponskih i strujnih veličina pruža neposrednu kontrolu električnog napona i struje strujnog kruga.

U sklopu energetskog pregleda javne rasvjete mjerenja su provedena uz odgovarajuće mjerne instrumente. Pažljivim odabirom instrumenta kako bi sam cilj rada i rezultati bili što točniji utvrđeno je kako uređaj FLUKE 1745 predstavlja najboljeg konkurenta.

U elektronici se često susrećemo instrumente kojima se osim napona i struja mogu izmjeriti i druge električne veličine.

4.1. Mjerni uređaji

Mjerenje javne rasvjete vodilo se uređajem FLUKE 1745, te FLUKE strujnim kliještima.

FLUKE 1745 je uređaj sa trofaznom kontrolom kvalitete energije. Posjeduje LCD zaslon koji radi u realnom vremenu. Ima mogućnost istodobnog zapisivanja čak 500 parametara snage do 85 dana praćenja događaja, korisnicima ta mogućnost daje detaljnu analizu kvalitete energije i korelaciju povremenih događaja.

Uređaj radi uz PQ softver pomoću kojega se brzo procjenjuje kvaliteta napajanja u raznim situacijama te je u skladu sa najnovijim EN50160 standardom.



Slika 4.1. Uređaj za mjerenje FLUKE1745 [9]

Uz uobičajene parametre snage, također mjeri harmonike napona i struje, signalizaciju mreže, debalans i frekvenciju.

Također, kao mjerni instrument korištena su strujna kliješta, također marke FLUKE.

Strujna kliješta marke FLUKE pretežito se koriste pri mjerenju u uskim mjernim područjima kao što su npr. strujni razdjelnici i kablovski kanali. Pogodna su za mjerenje: frekvencije, izmjeničnog i istosmjernog napona, izmjenične struje, otpora, kapaciteta, temperature



Slika 4.2. Strujna kliješta FLUKE [9]

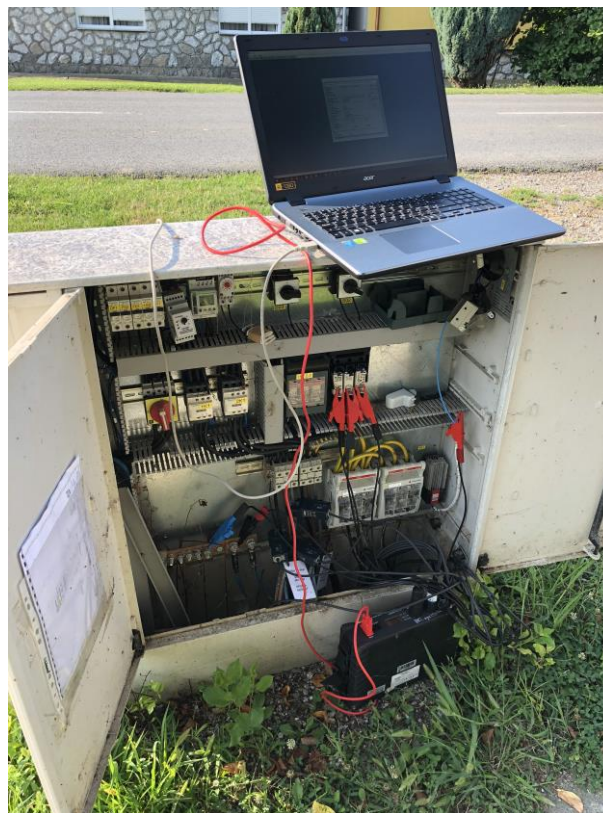
4.2. Mjerenje javne rasvjete

Mjerenje javne rasvjete na području općine Donji Andrijevci izvođeni su na tri različita mjesta, tri izvoda (ŽSTS 574, PTTS 570 I PTTS 568). Na svakom izvodu očitavali smo podatke u periodu od 7 dana (168 sati). U tom periodu uređaj je bilježio stvarno stanje potrošnje napona, struje, djelatne snage, faktora snage i prividne snage.

Svaki izvod napaja određeni broj rasvjetnih tijela. Kako bi što točnije odradili mjerenja, ograničili smo broj rasvjetnih tijela zbog njihove raznolikosti, tj. eliminirali smo izvode sa raznolikim rasvjetnim tijelima.

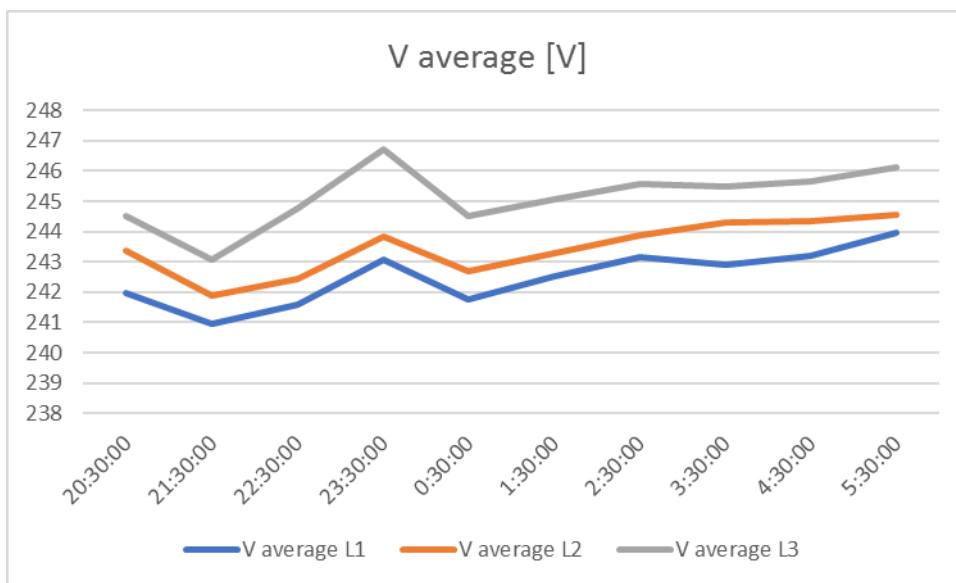
4.2.1. Mjerenja na ŽSTS 574

Željezna stupna trafostanica 574 posjeduje izvedeni ormar javne rasvjete 20-tak metara udaljen od trafostanice prema cesti. Unutar istoga, prilikom mjerenja, spojeni su mjerni uređaji (*FLUKE 1745* i *FLUKE strujna kliješta*).



Slika 4.3. Upravljački ormar JR ispred ŽSTS 574

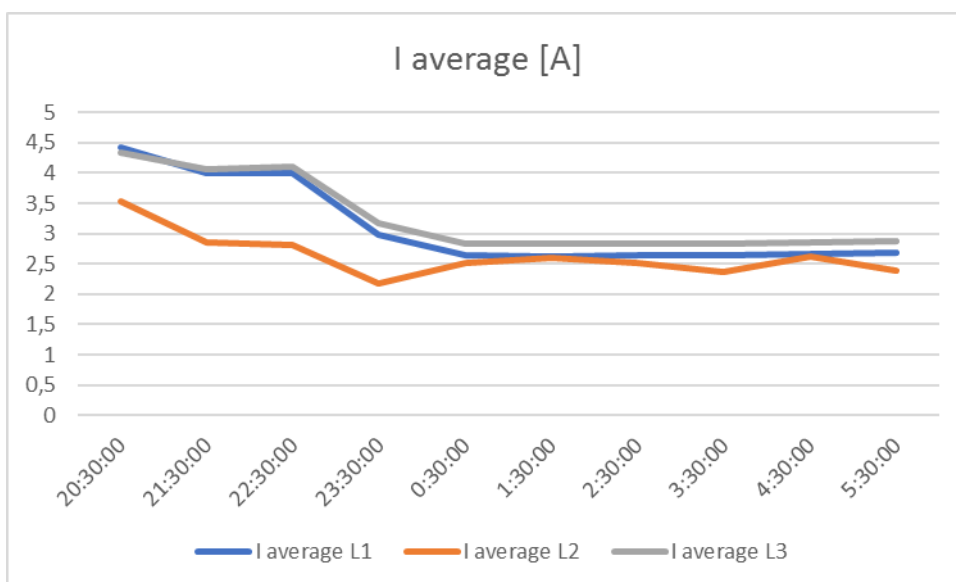
Mjerenje je izvršeno na izvodu koji napaja dio ulice Matije Gupca (*Slika 2.13.*), izmjerene vrijednosti se odnose na 9 visokotlačnih natrijevih (VTNA) žarulja rasvjetnog tijela TEP Kaos 2, te su raspoređene na 3 faze, što je vidljivo u grafikonima.



Slika 4.4. Grafikon mjerenja napona

Komentar:

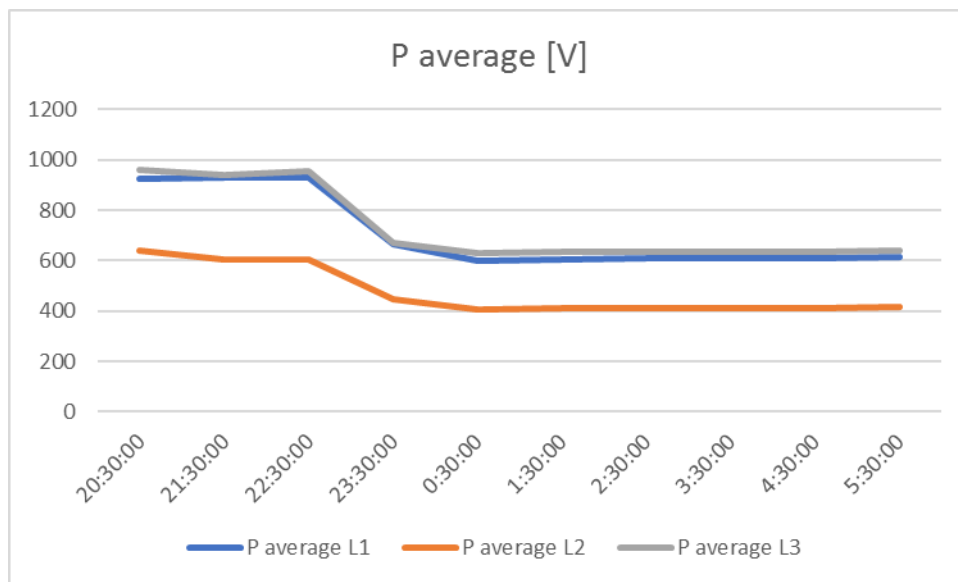
U grafu iznad vidljivo je sedmodnevno očitavanje napona kroz 3 faze koje se kreće u granicama od 241,87 V do 246,13 V. Najveće vrijednosti zabilježene su pri gašenju rasvjete, u ovom slučaju oko 5 sati i 30 minuta.



Slika 4.5. Grafikon mjerenja struje

Komentar:

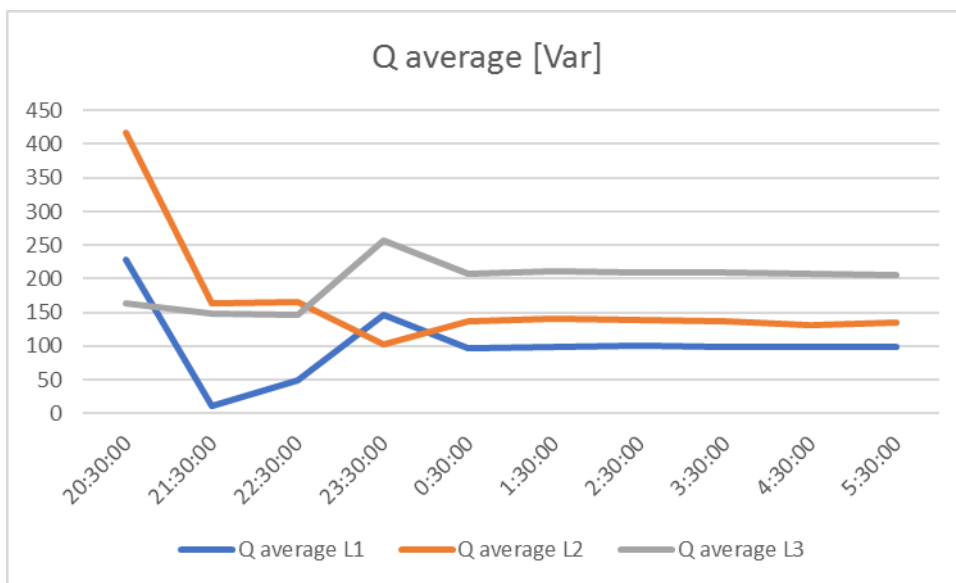
Iz grafa je vidljivo mjerenje struje kroz jednu noć. Opažamo kako je struja najmanja oko ponoći, do je najveća pri samom uključenju. U grafu je vidljivo kako je najmanja vrijednost ujutro pred gašenje. Najveća vrijednost mjeri 4,068 A, dok najmanja 2,182 A.



Slika 4.6. Grafikon mjerenja djelatne snage

Komentar:

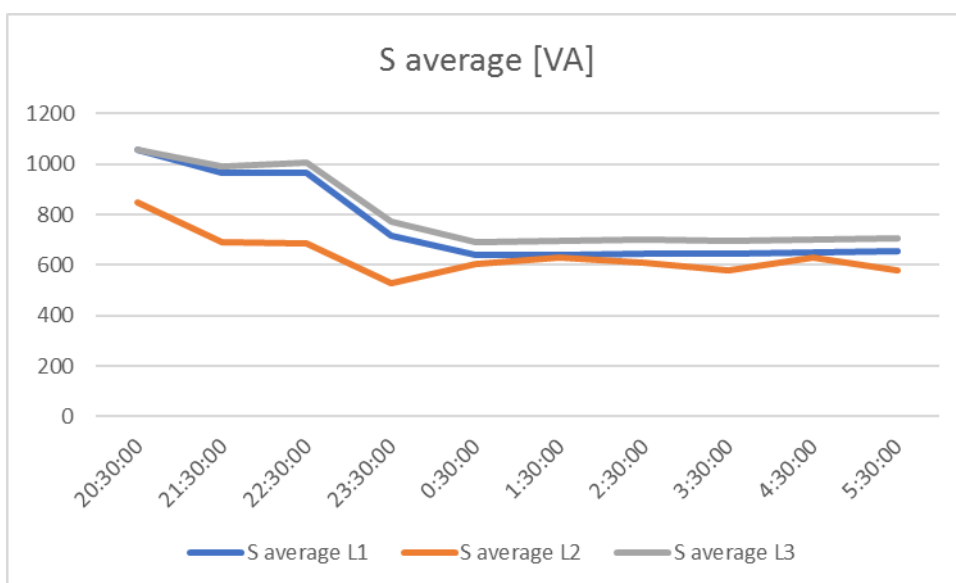
Obzirom da je djelatna (aktivna) snaga ona o kojoj ovisi rad trošila, ista pri stanju mirovanja nema vrijednost, dok je najjača pri samom paljenju rasvjete. Vidljiv je skok vrijednosti pri uključenju rasvjete, te nakon 2 sata rada dolazi do pada na određenu vrijednost poslije koje se ustaljuje.



Slika 4.7. Grafikon mjerenja jalove snage

Komentar:

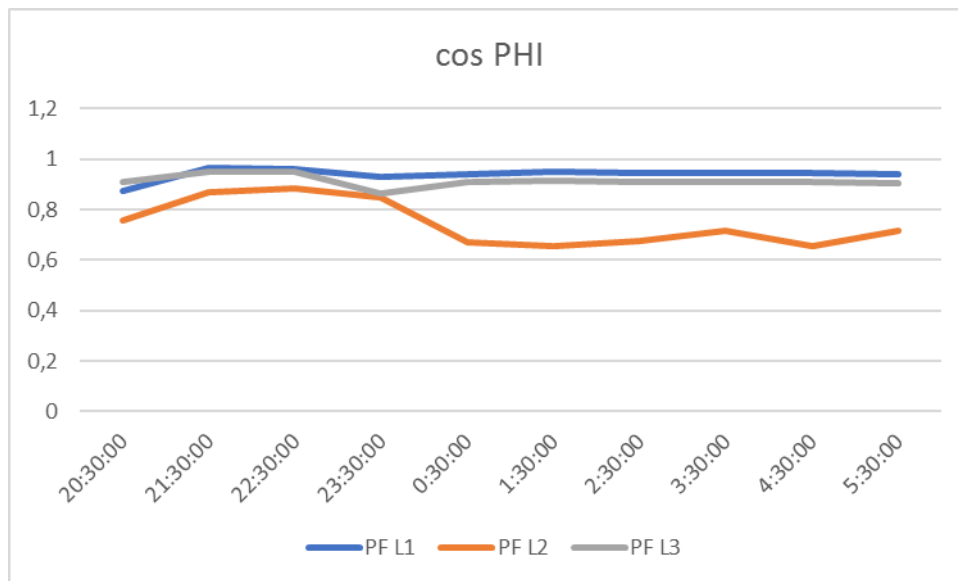
Iz grafikona je vidljivo očitavanje jalove snage na tri faze. Vidljivo je propadanje odmah nakon paljenja, koje se nakon dosegnete minimalne vrijednosti podiže i ustaljuje na određenu vrijednost do samog gašenja rasvjete.



Slika 4.8. Grafikon mjerenja prividne snage

Komentar:

Iz grafikona je vidljiv izračun mjerenja prividne snage javne rasvjete koja je umnožak efektivnih vrijednosti napona i struje. Kao i u slučaju faktora snage, ista tijekom mirovanja rasvjete ne pokazuje nikakve vrijednosti, dok je najveća vrijednost na polovici rada (00:00h). Također primjećujemo naglo povećanje pri paljenju dana 24.07. u 20 sati i 10 minuta.



Slika 4.9. Grafikon mjerenja faktora snage

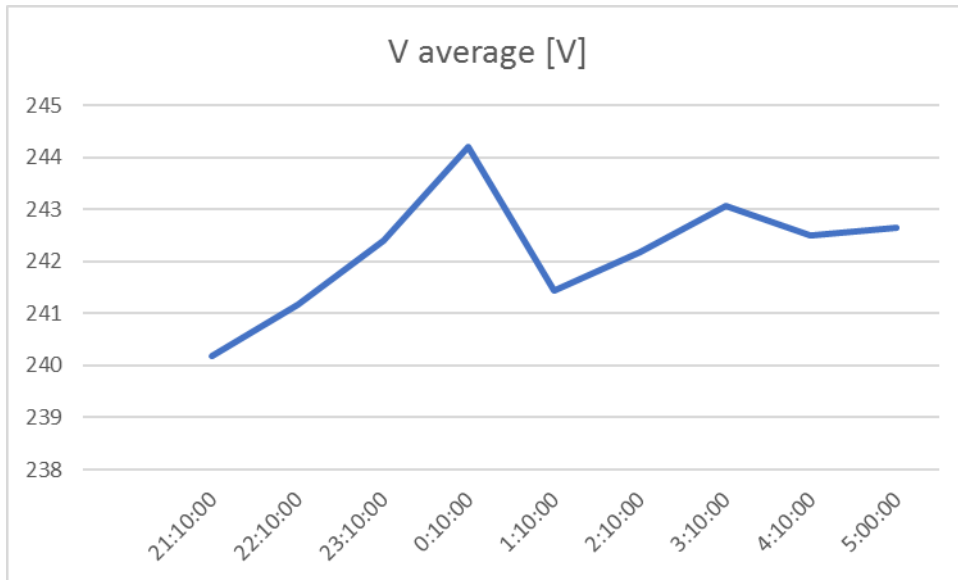
Komentar:

Kut druge faze konstantno varira ispod pripisane vrijednosti, dok kut prve faze pokazuje najbolje vrijednosti. Prosječan kut sve 3 faze iznosi 0,87.

4.2.2. Mjerenja na PTTS 570

Zidana trafostanica PTTS 570 nalazi se na Trgu Kralja Tomislava u Donjim Andrijevcima. Mjerenja su spojena na izvod sa ukupno 10 rasvjetnih tijela, 9 marke LEDA URBAN L (LED 100W) i jedna Tep Gamalux (VTNA 150W), što se nikako ne poklapa sa dobivenim vrijednostima. U tablici 3.2. vidljiva je ukupna instalirana snaga iznosa 1050 W, što je preko 4 kW manje od izmjerenih vrijednosti.

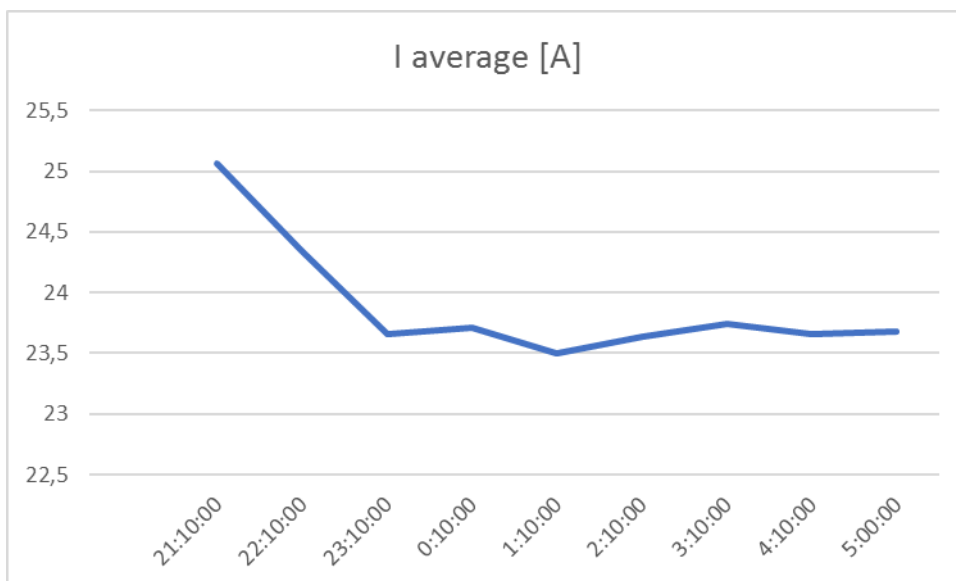
Zaključujemo kako dokumentacija po kojoj smo radili (Tehno-ekonomska analiza stanja energetske učinkovitosti sustava javne rasvjete općine Donji Andrijevci) odstupa u ovom slučaju od realnih brojki, te da se zapravo radi o rezultatima mjerenja puno više rasvjetnih tijela nego što je upisano u dokumentaciji. Usprkos tome mjerenja ćemo prikazati.



Slika 4.10. Grafikon mjerenja napona

Komentar:

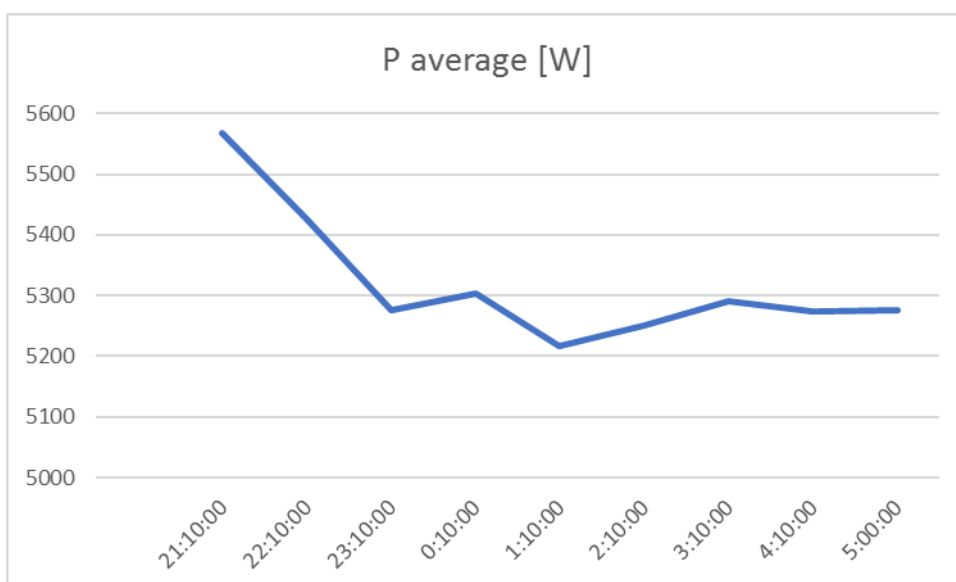
Iz grafikona je vidljivo paljenje rasvjete u 21 h te gašenje u vremenu oko 5 sati i 10 minuta. Najveći napon mjeren je na polovici radnog vremena (00:00h). Napon nelinearno raste do ponoći kada doseže svoju najveću vrijednost, nakon toga naglo opada.



Slika 4.11. Grafikon mjerenja struje

Komentar:

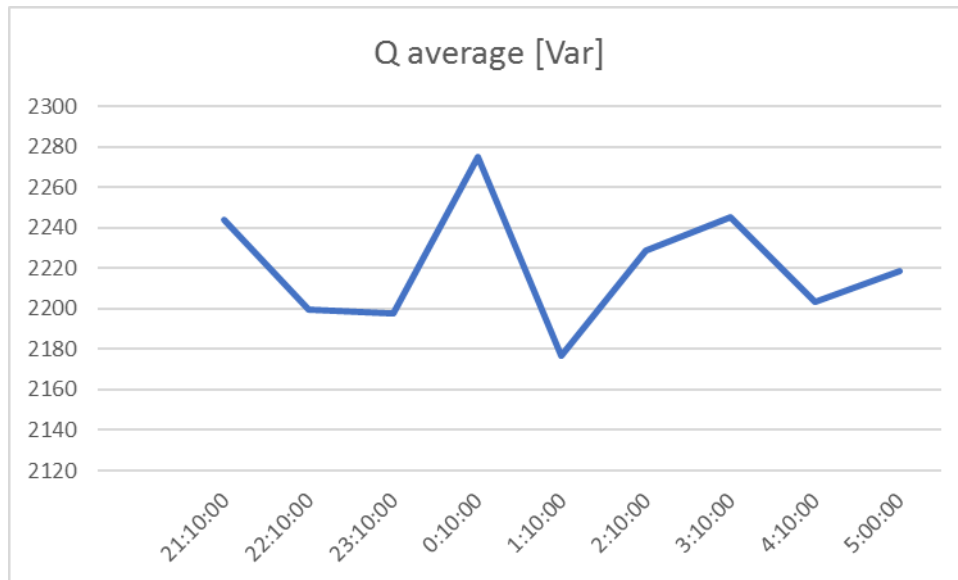
Na slici 4.11. vidimo grafikon mjerenja struje pri radu rasvjete. Ista radi u periodu između 21h i 5:10h. Tijekom stanja mirovanja rasvjete, tj. u vremenu kada ne radi, vidljivo je kako nema očitavanja potrošnje struje. Najjača struja očitava se pri samom paljenju te doseže vrijednost od 25,07 ampera.



Slika 4.12. Grafikon mjerenja djelatne snage

Komentar:

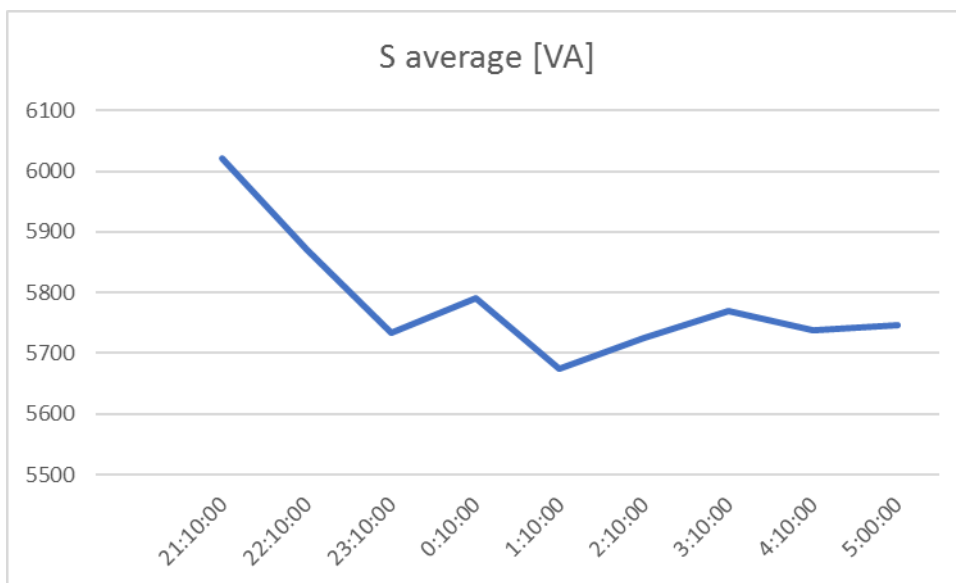
Promatranjem grafikona sa slike 4.12. vidimo da je djelatna snaga najveća pri paljenju rasvijete. Nakon toga opada linearno do 23:30h. Najveća izmjerena vrijednost iznosi 5567,69 W.



Slika 4.13. Grafikon mjerenja jalove snage

Komentar:

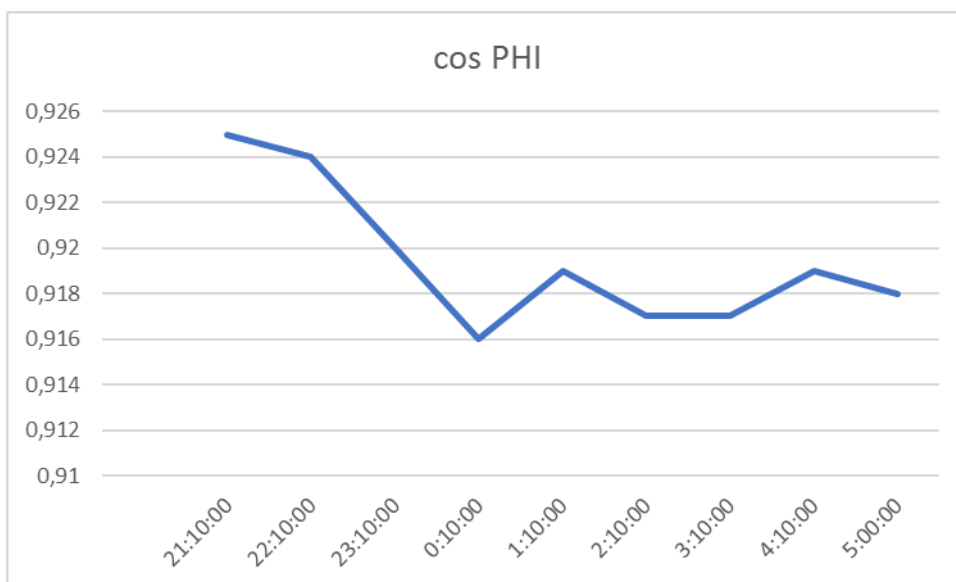
Iz grafa mjerenja jalove snage vidljiva su konstantna variranja kroz period od jedne noći, najveća vrijednost iznosa je 2275,17 Vara.



Slika 4.14. Grafikon mjerenja prividne snage

Komentar:

Prilikom uvida u izračun mjerenja prividne snage zaključujemo kako pri nedostatku električne struje i efektivnih vrijednosti električnog napona nema ni prividne snage jer je ista umnožak tih vrijednosti. Najveća vrijednost zabilježena pri samom paljenju rasvjete i iznosa je 6020,51 VA.



Slika 4.15. Grafikon mjerenja faktora snage

Komentar:

Iz grafikona faktora snage, omjera prividne i djelatne snage, vidljiv je pomak kuta pri paljenju rasvjete, točnije smanjenje istoga. Tijekom stanja mirovanja rasvjete kut je, očekivano, jednak $\cos\varphi = 1$.

4.2.3. Mjerenja na PTTS 568

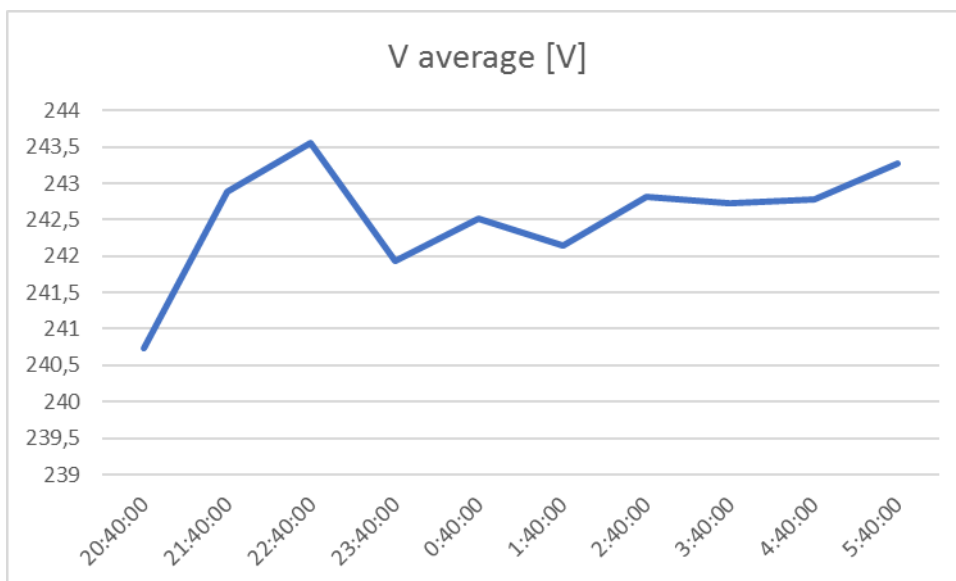
Zidana trafostanica PTTS 568 nalazi se u ulici Radnička cesta (Radničko naselje) pod brojem 3 u Donjim Andrijevcima. Mjerena su spojena na izvod sa ukupno 34 rasvjetnih tijela, 31 tipa rasvjetnog tijela OGŽK (VTFE 125W) i 3 TEP Gamalux (VTNA 150W).

Većina rasvjetnih tijela ovog izvoda je tipa OGŽK koji su zastarjeli (40 i više godina), što je vidljivo na izvodu PTTS 568 (njih 31). Ista nisu u skladu sa normom HRN EN 13201 jer je obzirom na dužinu ulice instaliran preveliki broj rasvjetnih tijela.

Kao što je i vidljivo iz rezultata mjerenja, djelatna snaga se uvelike ne slaže sa instaliranom, te možemo zaključiti kako prilikom mjerenja 7 rasvjetnih tijela nisu bila u funkciji. Dakle ukupna instalirana snaga umjesto 4325W, oduzevši 7 rasvjetnih tijela snage 125W, iznosi 3450 W.



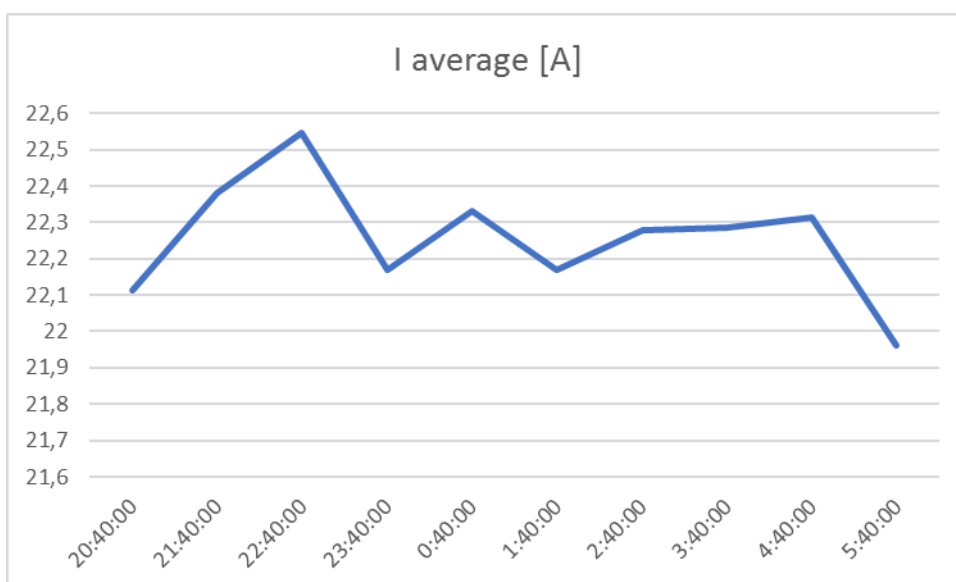
Slika 4.16. Zidna trafostanica PTTS 568



Slika 4.17. Grafikon mjerenja napona

Komentar:

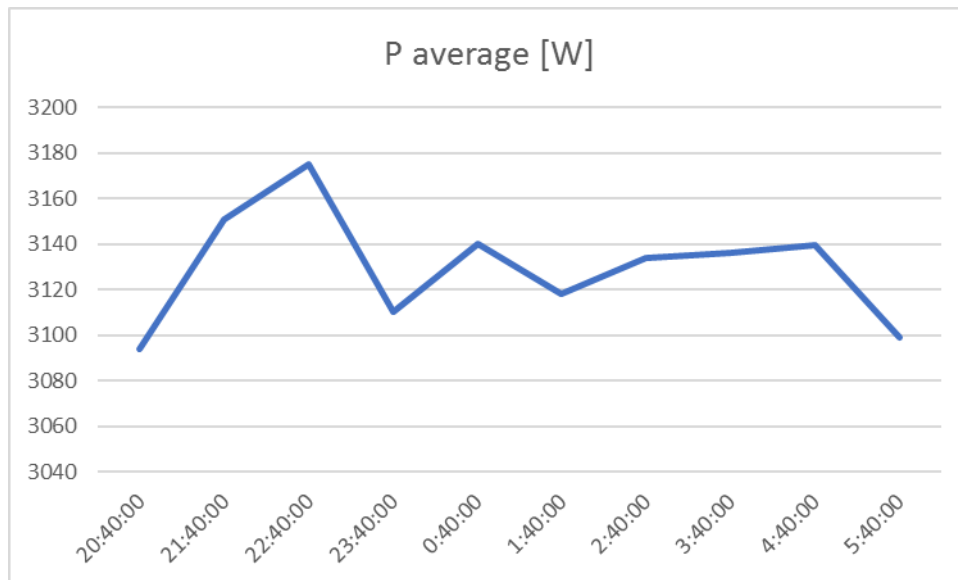
Grafikon mjerenja napona prikazuje vrijednosti napona kroz jednu noć. Najveću vrijednost napon mjeri oko 23 h te iznosi 243,55 V. Paljenje rasvjete zabilježeno je između 20:20 i 20:40, a gasila se između 5:20 i 5:40 sati.



Slika 4.18. Grafikon mjerenja struje

Komentar:

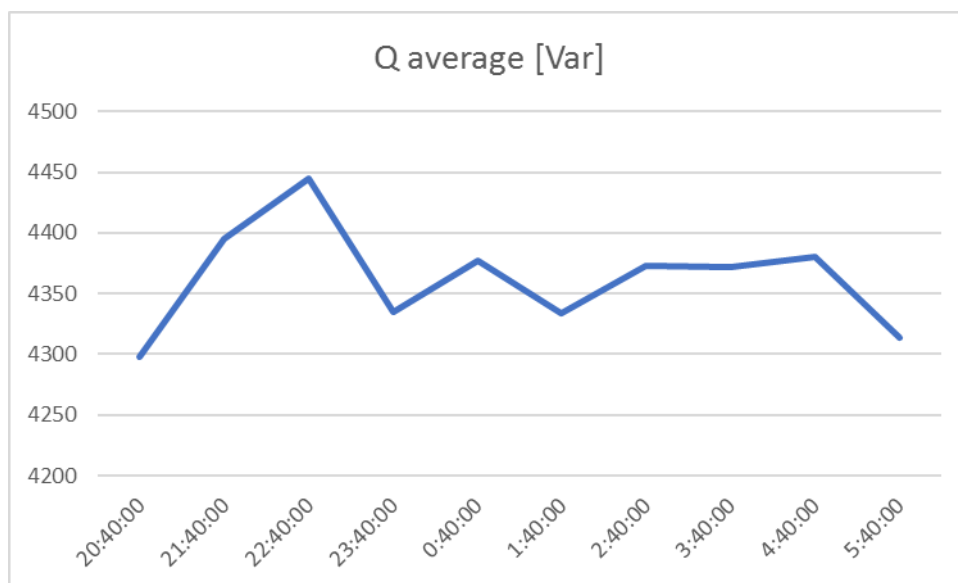
Promatrajući grafikon mjerenja struje (slika 4.18.) primjećujemo jako male pomake. Najveća struja je izmjerena oko 23 h te iznosi 22,55 Ampera.



Slika 4.19. Grafikon mjerenja djelatne snage

Komentar:

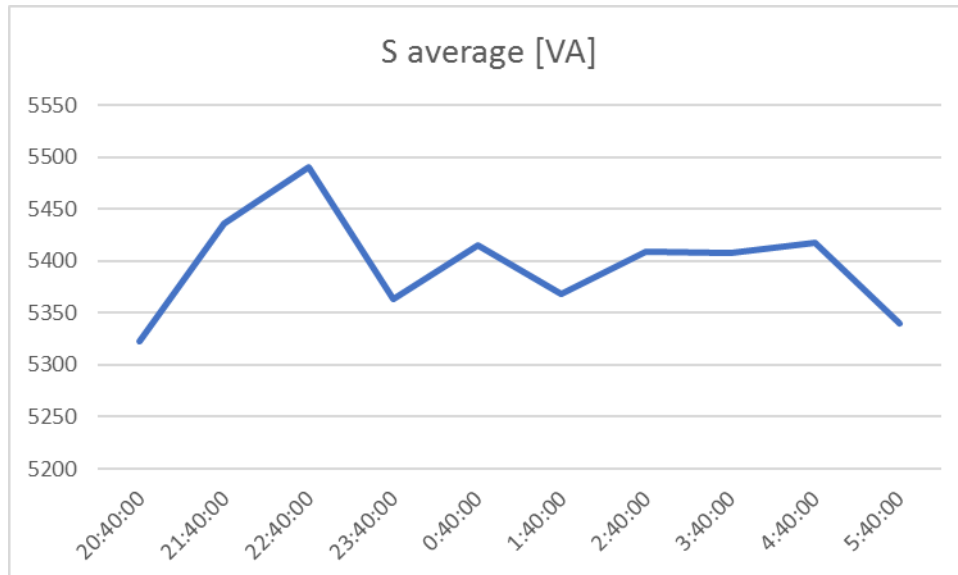
Uvidom u grafikon vidljivo je kako do paljenja rasvjete dolazi u vremenu između 20:30 i 20:40, a gašenja 5:20 i 5:40 sati. Najveća izmjerena vrijednost iznosi 3174,915 W, a izmjerena je u oko 23 sata.



Slika 4.20. Grafikon mjerenja jalove snage

Komentar:

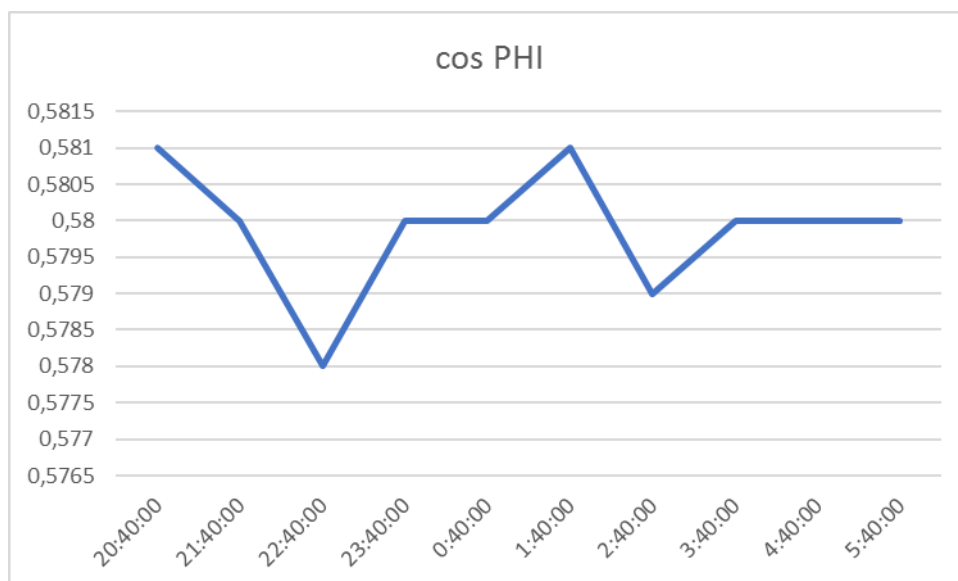
Također, kao i u prethodnim grafovima mjerenja izvoda PTTS 568, vidljiva je najveća vrijednost iznosa 4395,483 Vara izmjerena oko 23 sata.



Slika 4.21. Grafikon mjerenja prividne snage

Komentar:

Na grafikonu je vidljivo kako je prilikom uključenja rasvjete prividna snaga najmanja, dok je najveća vrijednost zabilježena, kao i u prethodnim mjerenjima, oko 23 sata. Najveća izmjerena vrijednost je 5490,597 VA.



Slika 4.22. Grafikon mjerenja faktora snage

Komentar:

Iz grafikona faktora snage vidljive su vrijednosti faktora snage $\cos\phi$. Faktor snage je tijekom cijelog perioda mjerenja ispod propisane granice ($\cos\phi=0,95$) za neplaćanje prekomjerne potrošnje jalove energije. Svakako se mora napomenuti da tarifni sustav u Republici Hrvatskoj za javnu rasvjetu ne uzima u obzir potrošnju jalove energije.

4.2.4. Izmjerene vrijednosti

U tablicama ispod prikazat ćemo stvarne vrijednosti rasvjetnih tijela raspoređenih po izvodima. Na izvodu ŽSTS 574 nalaze se 9 rasvjetnih tijela tipa TEP Kaos 2 (VTNA 250W), izvod PTTS 570 broji 10 rasvjetnih tijela od kojih su 9 tipa LEDA URBAN L (LED 100W) i 1 Tep Gamalux (VTNA 150W), te izvod PTTS 568 34 (sa 7 neispravnih) rasvjetna tijela od kojih su 31 OGŽK (VTFE 125W) i 3 Tep Gamalux (VTNA 150W).

Vidljive su razlike u samoj potrošnji, te prividnoj, jalovoj i djelatnoj snazi. Također vidljivo je kako različite faze nisu jednako opterećene. Faktor snage je izrazito loš te pada ispod propisane vrijednosti, te je poželjno odraditi kompenzaciju jalove energije. Sa stajališta samog umanjenja računa ne bismo vidjeli nikakve pomake, ali dugoročno gledano isplativost je zagarantirana.

Napomena: Na izvodu PTTS 568 tijekom mjerenja 7 rasvjetnih tijela nije bilo u funkciji, što dovodi do broja od 27 rasvjetnih tijela.

Izvod	Napon [V]	Struja [A]	Djelatna snaga [W]	Jalova snaga [Var]	Prividna snaga [VA]	Faktor snage
ŽSTS 574	243,71	8,88	1919,38	466,21	2195,85	0,87
PTTS 570	242,2	23,89	5319,98	2220,86	5785,28	0,92
PTTS 568	242,54	22,25	3129,69	4362,16	5397,03	0,58

Tablica 4.1. Prosječne vrijednosti mjerenja raspoređene po izvodima

Obzirom da su gore prikazane vrijednosti prosječne, a na svakom izvodu mjeren je različit broj rasvjetnih tijela, u tablici ispod prikazani su izračuni za pojedinačno rasvjetno tijelo, također raspoređenih po izvodima.

Zbog krivih podataka dobivenih iz literature, kao izmjerene vrijednosti za izvod PTTS 570 uzimamo instalirane, te ćemo iste usporediti sa izmjerenim.

Izvod	Napon [V]	Struja [A]	Djelatna snaga [W]	Jalova snaga [Var]	Prividna snaga [VA]	Faktor snage
ŽSTS 574	243,71	0,98	213,26	51,80	243,98	0,87
PTTS 568	242,54	0,82	115,91	161,56	199,89	0,58

Tablica 4.2. Prosječne vrijednosti mjerenja po jedinici rasvjetnog tijela

4.3.5. Trend potrošnje i troška mjernih mjesta

Javna rasvjeta spojena na distribucijsku mrežu prema ugovoru o korištenju električne energije s HEP Opskrba d.o.o. Opskrba električne energije ugovorena je sa HEP Operator distributivnog sustava d.o.o. Električna energija plaća se prema mjesečnoj potrošnji prema izmjerenim vrijednostima potrošnje.

U tablici 4.5. vidljiv je trend potrošnje i troška jednog rasvjetnog tijela raspoređen po mjernim mjestima. Vrijednosti su godišnje i prosječne. Kao što je navedeno u gornjem tekstu, zbog uočene pogreške u dokumentaciji, za rasvjetna tijela izvoda PTTS 570 uzimamo idealne karakteristike (P_{inst}).

Sustav javne rasvjete godišnje u prosjeku radi 4100 sati. Potrošnja električne energije računa se prema tarifi „ŽUTI“ iznosa 0,87 kn bez PDV-a.

Vrsta i broj trafostanice	Tip žarulje	Snaga izvora svjetlosti [W]	Potrošnja [kWh]	Godišnji trošak el. energije	Ukupno s PDV-om
PTTS 570	LED	105	430,5	374,54 kn	468,18 kn
PTTS 568	VTFE/VTNA	116	475,6	413,77 kn	517,21 kn
ŽSTS 574	VTNA	210	861	749,07 kn	936,34 kn

Tablica 4.3. Trend potrošnje i troška na godišnjoj razini

Tablica 4.5. prikazuje troškove različitih tipova žarulja, različite snage. Vidljiva je približna potrošnja između PTTS 568 i 570, dok ŽSTS 574 (VTNA 250W) uvelike odskoče sa troškovima. Snaga rasvjetnih tijela VTNA 250 W nije potrebna te uzima previše snage iz mreže, a samim tim povećava troškove.

Radi same usporedbe objavljujemo tablicu izračuna troška ukoliko bi se postojeća rasvjetna tijela na trafostanici ŽSTS 574 zamijenila LED rasvjetnim tijelima.

Tip žarulje	Snaga izvora svjetlosti [W]	Potrošnja [kWh]	Godišnji trošak el. energije	Ukupno s PDV-om
LED	70	287	249,69 kn	312,11 kn

Tablica 4.4. Troškovi LED rasvjete na godišnjoj razini

U tablici 4.4. vidljivi su godišnji troškovi rada jednog rasvjetnog tijela tipa SPECTRO. Cijena rasvjetnog tijela iznosi 2000 kuna. Isto bi se ugradilo na postojeće stupove jer zadovoljavaju normu. Trošak zamjene rasvjetnog tijela iznosio bi 500 kuna, te ćemo ga uračunati u konačnu isplativost.

Tip žarulje	Snaga izvora svjetlosti [W]	Potrošnja [kWh]	Ukupan godišnji trošak	Razlika
LED	70	287	312,11 kn	624,23 kn
VTNA	210	861	936,34 kn	

Tablica 4.5. Usporedba troškova između različitih tipova svjetiljki

Obzirom da je godišnja razlika 624,23 kune, te troškovi postavljanja i cijena novog rasvjetnog tijela 2500 kuna, zaključujemo kako je potrebno točno 4 godine da bi se LED rasvjetno tijelo isplatilo. Preporuka je rekonstrukcija svih rasvjetnih tijela TEP Kaos 2 (ukupno 88 komada).

Rasvjetno tijelo SPECTRO vidljivo na slici 4.23. uvelike je učinkovitije od dosadašnjega, te vidljivo u izračunima isplativije.



Slika 4.23. Rasvjetno tijelo SPECTRO

Tehnički podaci:

- Nazivni napon i frekvencija: 230 V, 50 Hz
- Vanjske dimenzije: 763x352x167 mm
- Grlo/izvor svjetla: LED panel

- svjetlosni tok: 9100 lm
- boja svjetla: 4000K
- Zaštita od prodora čvrstih tijela i vode: optički dio IP66
- Materijal kućišta/difuzora: ALU lijev
- Masa 8.8 kg

5. ZAKLJUČAK:

Analiza nam ukazuje da se rasvjeta temelji na zastarjelim rasvjetnim tijelima od kojih su više od trećine OGŽK rasvjetna tijela stara 40 i više godina. Sustav rasvjete krši odredbe zakona o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN 114/2011).

Javna rasvjeta na glavnoj županijskoj cesti rekonstruirana je 2010 godine i ispunjava zahtjeve norme HRN EN 13201, no koristi energetske neučinkovite visokotlačne natrijeve svjetiljke. Preporuka je zamjena postojećih rasvjetnih tijela TEP KAOS 2 sa LED rasvjetnih tijelima snage 80W.

Javna rasvjeta lokalnih prometnica ne ispunjava norme HRN EN 13201. Dvadeset tri posto rasvjetnih tijela čine LED rasvjetna tijela, no ona su u većini slučajeva postavljena na postojeće betonske i drvene stupove elektroenergetske mreže. Postavljanje rasvjetnih tijela na nove stupove je nužno da bi se ostvarili uvjeti za usklađivanje javne rasvjete sa normom HRN EN 13201. Postojeći betonski i drveni stupovi nisu prikladni jer im je međusobna udaljenost veća od 30 metara i udaljenost od prometnica varira od 1 metra pa sve do 15 i više metara.

Nakon uvida u rezultate mjerenja zaključili smo kako bi najisplativija opcija bila rekonstrukcija županijske ulice Matije Gupca koja posjeduje 88 rasvjetnih tijela TEP Kaos 2 snage 250 W. Zbog velike instalirane snage veliki su i troškovi, prelaskom na LED rasvjetu troškovi će se prepoloviti, a učinkovitost same rasvjete povećati.

Rezultati mjerenja ostalih trafostanica (PTTS 570 i PTTS 568) prikazuju nepovoljne uvjete za rekonstrukciju javne rasvjete. U oba slučaja potrebno je promijeniti čitavu konstrukciju rasvjete, jer kao što je gore navedeno postojeća rasvjetna tijela ne ispunjavaju svrhu javne rasvjete. Takav proces traje i sam projekt zahtijeva velika ulaganja.

6. LITERATURA

[1] Unlepo d.o.o., Javna rasvjeta (23.05.2018.)

URL: <http://unelpo.hr/javna-rasvjeta/>

[2] V.Vrhovac, Svjetlosno onečišćenje-Mračna strana svjetla, *Javna rasvjeta* (24.05.2018)

URL: <http://www.ekorasvjeta.net/javna-rasvjeta/vrste-javne-rasvjete-infografika/>

[3] Wikipedija, Električna rasvjeta, (28.05.2018)

URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dna_rasvjeta

[4] Krajcar, S., Šribar, A., Lugarić, L: Svjetlotehničke veličine i jedinice, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb 2010.

[5] Svjetlost, wikipedija (17.07.2018.)

URL: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Svjetlost>

[6] ENERGO INSPEKT d.o.o. (17.12.2018.)

URL: <http://energoinspekt.hr/zastita-na-radu/fotometrijske-velicine>

[7] E. Širola „Cestovna rasvjeta“, ESING Zagreb, Zagreb, 1997.

[8] Zvonimir Klaić, dipl. ing. prof. dr. sc. Srete Nikolovski, dipl. ing. Elektrotehnički fakultet, Osijek, „KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE – MJERENJA PREMA NORMI EN 50160“ (20.01.2019.)

URL: <https://www.potrosac.hr/index.php/o-nama/22-savjeti/14-kvaliteta-elektricne-energije-i-en-50160>

[9] MyFlukestore.com (20.01.2019)

URL:

https://www.myflukestore.com/p3694/fluke_1745_three_phase_power_quality_logger_memobo_x.php

[10] TEP - Tvornice Elektrotehničkih Proizvoda d.o.o. (25.01.2019.)

URL: <http://www.tep.hr/cestovna-i-urbana-rasvjeta/>

[11] ELLABO d.o.o. [12.03.2019]

URL: <http://www.ellabo.hr/pd/ulicna-svjetiljka-spectro-led-70w-4000k-9100lm-ip66/PZ1811001/g/25/1/HR#tab-longDesc>

Ostali izvori

[10] Podatke o klasi cesta, tipu, vrsti, lokaciji i snazi rasvjetnih tijela pronađeno je u tehnokonomskoj analizi sustava javne rasvjete Općine Donji Andrijevci iz ureda načelnika općine Donji Andrijevci

[11] Google maps (21.09.2018.)

URL: <https://www.google.com/maps/@45.1881849,18.3082084,15z>

[12] Podatke o cijeni zamjene rasvjetnog tijela dobiveno od koncesionara mjernog područja

7. SAŽETAK

Cilj ovog rada je prikazati potrošnju javne rasvjete različitih tipova rasvjetnih tijela, usporedba troškova i isplativost pri prelasku na LED tehnologiju.

Mjerenja su sedmodnevna, te su izračuni uzeti u periodu od jedne noći (samog rada rasvjete). Unutar mjerenja zabilježili smo vrijednosti napona, struje, djelatne snage, faktora snage, prividne snage i jalove snage.

Cijeli postupak mjerenja prikazan je tablicama, slikama i opisima.

Ključne riječi: javna rasvjeta, energetski pregled, LED, učinkovitost, HRN EN 50160, troškovi javne rasvjete

8. ABSTRACT

The aim of this paper is to show the consumption of public lighting of different types of lighting fixtures, cost comparison and cost-effectiveness when switching to LED technology.

The measurements are within seven days, and these calculations are taken over a period of one night (the lighting worked). Within the measurements we recorded the values of voltage, current, active power, power factor, apparent power and reactive power.

The entire measurement procedure is shown in tables, pictures and descriptions.

Key words: Public Lighting, Energy Review, LED, Efficiency, HRN EN 50160, Public Lighting Costs

9. ŽIVOTOPIS

David Miler je rođen 24.03.1996. u Slavonskom Brodu, završava osnovnu školu Viktor Car Emin u Donjim Andrijevcima, nakon toga upisuje Tehničku školu Slavonski Brod u Slavonskom Brodu smjer tehničar za logistiku i špediciju, te nakon završene srednje škole upisuje stručni studij elektroenergetike na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku.