

P R E P O R U K E

**ZA PROJEKTOVANJE, IZVOĐENJE I ODRŽAVANJE JAVNE
RASVJETE NA PODRUČJU GLAVNOG GRADA**

Podgorica, mart 2016.god.

Komisija obrazovana rješenjem Sekretarijata za komunalne poslove i saobraćaj br: 5574 od 27.11.2015. godine, sačinila je sledeće

P R E P O R U K E

ZA PROJEKTOVANJE, IZVOĐENJE I ODRŽAVANJE JAVNE RASVJETE NA PODRUČJU GLAVNOG GRADA PODGORICE

UVOD

Ove preporuke se donose da bi se na području Glavnog grada Podgorice (u daljem tekstu Glavni grad) jedinstveno odredile osnovne karakteristike javne rasvjete i definisali tehnički elementi za njihovu primjenu.

Primjena ovih Preporuka je **obavezna** za sve organizacione subjekte Glavnog grada koji se bave planiranjem, izgradnjom i održavanjem javne rasvjete (Sekretarijat za planiranje i uređenje prostora i zaštitu životne sredine, Agencija za izgradnju i razvoj Podgorice, „Komunalne usluge“ d.o.o. Podgorica...).

Obaveze pojedinih organizacionih subjekata Glavnog grada su da:

1. Sekretarijat za planiranje i uređenje prostora i zaštitu životne sredine izdaje urbanističko-tehničke uslove za sve nove objekte javne rasvjete u skladu sa ovim Preporukama;
2. Agencija za izgradnju i razvoj Podgorice definiše projektne zadatke bilo da se radi o planiranju izgradnje novih objekata javne rasvjete ili o rekonstrukciji postojećih, sve u skladu sa ovim Preporukama;
3. "Komunalne usluge d.o.o." Podgorica učestvuju u izradi projektnih zadataka i organizuju održavanje javne rasvjete u skladu sa ovim Preporukama.

Pored tehničkih rješenja datim ovim Preporukama, mogu se koristiti i ostala nova standardizovana tehnička rješenja.

Ove Preporuke stupaju na snagu danom donošenja, i primjenjivaće se do dana donošenja odluke o prestanku njihovog važenja i usvanja novih Preporuka.

Eventualne izmjene i dopune ovih Preporuka vršiće se taj na način što će Sekretarijat za komunalne poslove i saobraćaj rješenjem formirati radnu grupu u čijem sastavu će biti članovi iz navedenih subjekata i čiji će zadatak biti izmjene i dopune ovih Preporuka.

Uzimajući u obzir ubrzani razvoj tehnologije u tehnici rasvjete, poželjno je povremeno (jednom godišnje) provjeriti ažurnost tehničkih preporuka.

Preporuke su podijeljene na šest djelova:

- Prvi dio – Kriterijumi i klase javne rasvjete.....**PJR 01**
- Drugi dio – LED, NAVP i MH izvori svjetlosti i njihove karakteristike.....**PJR 02**
- Treći dio – Svjetiljke za održavanje javne rasvjete..... **PJR 03**
- Četvrti dio – Elementi za nošenje svjetiljki.....**PJR 04**
- Peti dio – Osnovne karakteristike napajanja, upravljanja javnom rasvjetom i uštede električne energije.....**PJR 05**
- Šesti dio – Mjerenja koja se vrše u javnoj rasvjeti.....**PJR 06**

PREDMET I PODRUČJE PRIMJENE PREPORUKA

Ove preporuke imaju za cilj:

- određivanje osnovnih kriterijuma prema kojima treba projektovati, izvoditi i održavati javnu rasvjetu;
- određivanje karakteristika svjetiljki i izvora svjetlosti koje treba primjenjivati u mreži javne rasvjete;
- određivanje karakteristika elemenata za nošenje svjetiljki, stubova, lira i sl.;
- određivanje načina napajanja, upravljanja mrežom javne rasvjete i načina štednje električne energije;
- određivanje mjerenja koja se izvode u javnoj rasvjeti;

SADRŽAJ

Uvod

Cilj javne rasvjete

Uloga javne rasvjete u bezbjednosti saobraćaja motornih vozila

1. Predmet i područje primjene
2. Bibliografski podaci
3. Definicije osnovnih pojmova
4. Izbor klase javne rasvjete
5. Javna rasvjeta za saobraćaj motornih vozila
6. Javna rasvjeta rizičnih područija
7. Javna rasvjeta za pješački i biciklistički saobraćaj
8. Javna rasvjeta pješačkih prelaza
9. Izgled javne rasvjete

Cilj javne rasvjete

Postoje tri glavna cilja javne rasvjete:

- 1) da se omogući vozačima vozila da se bezbjedno kreću;
- 2) da se omogući pješacima da uoče opasnost, da se orijentišu, da prepoznaju druge pješake i da imaju osjećaj sigurnosti;
- 3) da popravi izgled okoline u noćnim satima.

Uloga javne rasvjete u bezbjednosti saobraćaja motornih vozila

Javna rasvjeta treba da omogući blagovremeno uočavanje mogućih prepreka na putu, da bi se vozilo bezbjedno kretalo.

1. PREDMET I PODRUČJE PRIMJENE

Ove preporuke određuju kriterijume i klase, prema kojima se projektuje, izvodi i održava javna rasvjeta iprimjenjuju se na području Glavnog grada Podgorice.

2. BIBLIOGRAFSKI PODACI

2.1. Međunarodne preporuke

1. CIE 115,2010 Lighting of roads for motor and pedestrian traffic
2. CIE 140, 2000 Road lighting calculations

2.2. Međunarodni izvještaji i standardi

1. CEN/TR 13201-1, 2014 Road lighting – Part 1: Guidelines on selection of lighting classes (Technical report)
2. EN 13201-2, 2015 Road lighting – Part2 : Performance requirements
3. EN 13201-3, 2015 Road lighting – Part 3 : Calculation of performance
4. EN 13201-4, 2015 Road lighting – Part 4: Method of measuring lighting performance

Navedene preporuke i standardi, te njihove odredbe, nijesu u cjelosti prenijete u ovaj dokument. Preporuke i standardi podložni su izmjenama i uvijek se treba pozivati na njihova najnovija izdanja.

3. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA

Za potrebe ovih preporuka primjenjuju se sljedeće definicije:

3.1. Luminancija (sjajnost) – u datom pravcu. Odnos svjetlosne jačine u datom pravcu i normalne projekcije svijetleće površine izvora svjetlosti na taj pravac. Jedinica za luminaciju je kandela po kvadratnom metru [cd/m^2].

3.2. Srednja luminancija (sjajnost) – Srednja vrijednost izmjerenih (izračunatih) luminacija malih površina na koje je zadana površina podijeljena.

3.3. Opšta ravnomjernost luminancije (sjajnosti) na određenoj površini – Odnos minimalne vrijednosti luminancije i srednje vrijednosti luminacije površine.

3.4. Uzdužna ravnomjernost luminancije (sjajnosti) – Odnos minimalne i maksimalne vrijednosti luminancije na uzdužnoj osi kolovozne trake.

3.5. Bliještanje – Uslovi vidljivosti u kojima nastupa smetnja ili smanjenje sposobnosti raspoznavanja objekta usled nepovoljne raspodjele luminancije.

3.6. Relativni porast praga (TI) – Označava ono povećanje praga razaznavanja razlike luminancije (između objekta i njegove pozadine) koje je potrebno da bi objekat imao kod bliještanja isti stepen vidljivosti kao što ga je imao u uslovima bez bliještanja.

3.7. Vizuelno vođenje – To je faktor kvaliteta javnog osvjetljenja koji učesnicima u saobraćaju omogućava da brzo i jasno razaznaju tok puta, tok krivine i nailazak svih promjena na trasi puta i to sa udaljenosti koja omogućava izvođenje bezbjednosnog manerva, a zavisi od maksimalno dozvoljene brzine vožnje na tom putu.

3.8. Svjetlosni fluks – Količina svjetlosti izvedena iz snage zračenja ocjenjivanjem zračenja prema njegovom djelovanju na standardnog fotometrijskog posmatrača. Jedinica: lumen [lm].

3.9. Osvjetljenost – u datoj tački na datoj površini i u pravcu normalnom na tu površinu. Odnos fluksa svjetlosti koji pada na element površine koji sadrži datu tačku i površine tog elementa. Jedinica: luks [lx].

3.10 Svjetlosna jačina – u datom pravcu. Odnos fluksa svjetlosti koji je obuhvaćen elementarnim prostornim uglom i tog prostornog ugla. Jedinica: kandela [cd].

3.11 Kolovoz – Dio saobraćajnice na kojem se obavlja saobraćaj motornih vozila (bez zaustavnih traka, pješačkih i biciklističkih staza).

4. IZBOR KLASE JAVNE RASVJETE

U ovom poglavlju data su uputstva za izbor odgovarajuće klase javne rasvjete, a u skladu sa metodologijom Tehničke preporuke Evropskog standarda EN/TR 13201-1.

Metodologija je u osnovi bazirana na težinskoj metodologiji preporuke Međunarodne komisije CIE 115, pri čemu su parametri za izbor klase detaljnije opisani.

Za različite oblasti osvjetljenja i potrebe korisnika (putevi sa motornim saobraćajem, konfliktne oblasti, pješačke zone ili oblasti sa niskom brzinom kretanja) izdvojeni su najvažniji parametri koji utiču na određivanje svjetlotehničke klase. Ovi parametri uključuju brzinu vožnje, gustinu i tip saobraćaja, funkciju i uslove na putu, kao i uslove okruženja.

U prilogu su date definicije pojmova koji se koriste prilikom izbora klase javne rasvjete prema Tehničkom izvještaju CEN/TR 13201-1. To su:

Brzina vožnje ili ograničenje brzine: Tipična brzina učesnika u saobraćaju u relevantnoj oblasti.

Gustina saobraćaja: Broj vozila koja prođu pored zadate tačke u zadanom vremenskom intervalu u oba pravca.

Maksimalni kapacitet: Maksimalni protok saobraćaja koji je očekivan da prođe pored zadate tačke u zadanom vremenskom intervalu, uobičajeno izražen kroz broj vozila po satu ili broj vozila po danu.

Tip saobraćaja: Kategorija vozila ili osoba koji učestvuju u javnom saobraćaju.

Motorni saobraćaj: Sva vozila na motorni pogon osim sporih vozila.

Nemotorizovani saobraćaj: *Spora vozila* (vozila na motorni pogon i zaprežna vozila sa ograničenjem brzine do 40 km/h), *vozila na pedale* (biciklisti ili motociklisti) i *pješaci*.

Konfliktna oblast: Relevantna oblast u kojoj se tokovi motorizovanog saobraćaja međusobno ukrštaju, ili oblast preklapanja motornog saobraćaja sa ostalim tipovima učesnika.

Petlja: Po nivoima razdvojeno ukrštanje puteva sa jednim ili više odvojaka za prelazak sa jednog puta na drugi.

Raskrsnica: Mjesto na kojem se dva ili više puteva spajaju ili sijeku u istom nivou. Ovdje su uključeni i putevi i prateći sadržaji uz puteve namijenjeni saobraćaju.

Luminancija okruženja: Procijenjena vrijednost luminancije okoline.

Težina navigacionog zadatka: Stepem napora koji učesnik u saobraćaju mora učiniti, kao rezultat prisutnih informacija, da izabere željeni put i saobraćajnu traku i da održi ili promijeni

brzinu i poziciju na kolovozu. Dio te informacije je i vizuelno vođenje koje je obezbijeđeno na putu.

4.1. Izbor klase javne rasvjete M za saobraćaj motornih vozila

U tabeli 1 dati su parametri koji utiču na izbor svjetlotehničke klase M. Za svaki parametar ponuđene su opcije sa određenom težinskom vrijednosti koja utiče na izbor klase osvjetljenja.

Klasa M određuje se prema formuli:

Broj klase $M = 6 - VWS$, pri čemu je VWS suma težinskih vrijednosti koje su usvojene za parametare iz tabele. Za slučaj da je suma težinskih vrijednosti VW S negativna usvaja se da je $VWS = 0$ (za takvu situaciju primenjuje se klasa M6). Ukoliko je suma težinskih vrijednosti takva da se dobija da je $M \leq 0$, usvaja se klasa M1.

Tabela 1. Parametri za izbor klase javne rasvjete M

| Parametar | Opcija | Opis | | Težinska vrijednost Vw |
|--------------------------------------|--|--|---------------------------------------|------------------------|
| Brzina vožnje ili ograničenje brzine | Veoma visoka | $V \geq 100$ km/h | | 2 |
| | Visoka | $70 < V < 100$ km/h | | 1 |
| | Umjerena | $40 < V < 70$ km/h | | -1 |
| | Niska | $V \leq 40$ km/h | | -2 |
| Gustina saobraćaja | | Autoputevi, putevi sa više saobraćajnih traka | Dvosmjerni putevi | |
| | Visoka | > 65% maksimalnog kapaciteta | >45% maksimalnog kapaciteta | 1 |
| | Umjerena | 35% – 65% maksimalnog kapaciteta | 15% – 45% maksimalnog kapaciteta | 0 |
| | Niska | < 35% maksimalnog kapaciteta | < 15% maksimalnog kapaciteta | -1 |
| Tip saobraćaja | Mješoviti sa velikom procentom nemotorizovanog | | | 2 |
| | Mješoviti | | | 1 |
| | Samo motorni | | | 0 |
| Odvojeni kolovozi | Ne | | | 1 |
| | Da | | | 0 |
| Gustina raskrsnica | | Raskrsnica/km | Petlje, rastojanja između mostova, km | |
| | Visoka | > 3 | < 3 | 1 |
| | Umjerena | ≤ 3 | ≥ 3 | 0 |
| Parkirana vozila | Prisutna | | | 1 |
| | Nisu prisutna | | | 0 |
| Luminancija okruženja | Visoka | Izlozi prodavnica, reklame, sportski tereni, stanice, oblasti magacina | | 1 |
| | Umjerena | Normalna situacija | | 0 |
| | Niska | | | -1 |
| Zadatak navigacije | Veoma težak | | | 2 |
| | Težak | | | 1 |
| | Lak | | | 0 |

4.2. Izbor klase javne rasvjete C rizičnih područja

Glavni tip i učesnici saobraćaja na rizičnim područjima su vozači motornih vozila. U tabeli 2 navedene su klase C, koje su mjerodavne za rasvjetu rizičnih područja. S obzirom na to da su klase C namijenjene istim učesnicima kao i klase M, tabela daje uporedne zahtjeve, pri čemu je mjerodavan pristupni put sa najvišom M klasom.

Tabela2. M i C uporedne klase

| Klasa rasvjete M | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Klasa rasvjete C | C0 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C5 |

Za određivanje klase C javne rasvjete u gradu i gradskim centrima može se koristiti i tabela 3. Ova metodologija može se primijeniti i u slučaju da su pristupni putevi ka rizičnom području neosvijetljeni.

Klasa C određuje se prema formuli:

Broj klase C = 6 – VWS, pri čemu je VWS suma težinskih vrijednosti koje su usvojene za parametare iz tabele. Za slučaj da je suma težinskih vrijednost VWS negativna, usvaja se da je VWS = 1 (klasa C5). Ukoliko je suma težinskih vrijednosti takva da se dobija da je C < 0, usvaja se klasa C0.

Tabela3. Parametri za izbor klase javne rasvjete C

| Parametar | Opcija | Opis | Težinska vrijednost Vw |
|--------------------------------------|--|--|------------------------|
| Brzina vožnje ili ograničenje brzine | Veoma visoka | $V \geq 100$ km/h | 3 |
| | Visoka | $70 < V < 100$ km/h | 2 |
| | Umjerena | $40 < V < 70$ km/h | 0 |
| | Niska | $V \leq 40$ km/h | -1 |
| Gustina saobraćaja | Visoka | | 1 |
| | Umjerena | | 0 |
| | Niska | | -1 |
| Tip saobraćaja | Mješoviti sa velikim procentom nemotorizovanog | | 2 |
| | Mješoviti | | 1 |
| | Samo motorni | | 0 |
| Odvojeni kolovozi | Ne | | 1 |
| | Da | | 0 |
| Parkirana vozila | Prisutna | | 1 |
| | Nisu prisutna | | 0 |
| Luminancija okruženja | Visoka | Izlozi prodavnica, reklame, sportski tereni, stanice, oblasti magacina | 1 |
| | Umjerena | Normalna situacija | 0 |
| | Niska | | -1 |
| Zadatak navigacije | Veoma težak | | 2 |
| | Težak | | 1 |
| | Lak | | 0 |

4.3. Izbor klase javne rasvjete P za pješake i zone sa niskim brzinama kretanja

Klasa javne rasvjete P uglavnom je namijenjena za pješake i bicikliste na trotoarima i biciklističkim stazama, kao i za vozače motornih vozila male brzine kretanja na saobraćajnicama u stambenim zonama, zaustavnim ili trakama za parkiranje i za druge slične oblasti.

U tabeli 4 dati su parametri koji utiču na izbor svjetlotehničke klase P. Za svaki parameter ponuđene su opcije sa određenom težinskom vrijednosti koja utiče na izbor klase osvjjetljenja.

Klasa P određuje se prema formuli:

Broj klase $P = 6 - VWS$, pri čemu je VWS suma težinskih vrijednosti koje su usvojene za parametre iz tabele. Za slučaj da je suma težinskih vrijednosti VWS negativna, usvaja se da je $VWS = 0$ (za takvu situaciju primjenjuje se klasa P6). Ukoliko je suma težinskih vrijednosti takva da se dobija da je $P = 0$, usvaja se klasa P1.

Tabela 4. Parametri za izbor klase javne rasvjete P

| Parametar | Opcija | Opis | Težinska vrijednost Vw |
|-----------------------|---|--|------------------------|
| Brzina kretanja | Niska | $V \leq 40$ km/h | 1 |
| | Veoma niska (brzina šetnje) | | 0 |
| Intenzitet saobraćaja | Visok | | 1 |
| | Umjeren | | 0 |
| | Nizak | | -1 |
| Sastav saobraćaja | Pješaci, vozila sa pedalama i motroni saobraćaj | | 2 |
| | Pješaci i motorni saobraćaj | | 1 |
| | Pješaci i vozila sa pedalama | | 1 |
| | Samo pješaci | | 0 |
| | Samo vozila sa pedalama | | 0 |
| Parkirana vozila | Prisutna | | 1 |
| | Nisu prisutna | | 0 |
| Sjajnost okruženja | Visoka | Izlozi prodavnica, reklame, sportski tereni, stanice, oblasti magacina | 1 |
| | Umjerena | Normalna situacija | 0 |
| | Niska | | -1 |
| Raspoznavanje lika | Neophodno | | Posebni zahtjevi |
| | Nije neophodno | | Nema posebnih zahtjeva |

5. JAVNA RASVJETA ZA SAOBRAĆAJ MOTORNIM VOZILIMA

Kriterijumi kvaliteta javne rasvjete za saobraćaj motronih vozila su bazirani na konceptu luminacije. Ona zavisi od svjetlosne raspodele svjetiljki, fluksa izvora svjetlosti, geometrije instalacije i od refleksionih svojstava kolovozne površine.

Kvantitativno, kriterijumi kvaliteta su: nivo i ravnomjernost luminancije kolovoza, kontrola bliještanja i koeficijent okruženja.

U prilogu su date dvije tabele na osnovu kojih se mogu, na osnovu izabrane klase javne rasvjete, definisati svjetlotehnički zahtjevi koje je potrebno ispuniti. Tabela 5 definiše zahtjeve u skladu sa preporukom CIE 115/2010, a u tabeli 6 su definisani zahtjevi na osnovu Evropskog standarda EN 13201-2 iz 2015 godine.

Tabela5. Uslovi za javnu rasvjetu za saobraćaj motornih vozila prema CIE 115

| SVJETLO TEHNIČKA KLASA | Luminancija (nivo sjajnosti) i opšta ravnornjernost sjajnosti na putu za uslove suve kolovozne površine | | | Fiziološko bliještanje | Rasvjeta okruženja |
|------------------------------|---|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| | L_{sr} (cd/m ²) Min. (pogonska vrijednost) | U_0 Minimalno | U_1 Minimalno | TI (%) Maksimalno | R_s Minimalno |
| M1 | 2,0 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,5 |
| M2 | 1,5 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,5 |
| M3 | 1 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,5 |
| M4 | 0,75 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,5 |
| M5 | 0,5 | 0,35 | 0,4 | 15 | 0,5 |
| M6 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 20 | 0,5 |

Tabela6. Uslovi za javnu rasvjetu za saobraćaj motornih vozila prema EN 13201-2

| SVJETLO TEHNIČKA KLASA | Luminancija (nivo sjajnosti) i opšta i podužna ravnornjernost sjajnosti na putu za uslove suve kolovozne površine | | | Fiziološko bliještanje | Rasvjeta okruženja |
|------------------------------|---|--------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|
| | L_{sr} (cd/m ²) Min. (pogonska vrijednost) | U_0 Minimalno | U_1 Minimalno | f_{TI} (%) Maksimalno | R_{EI} Minimalno |
| M1 | 2,0 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,35 |
| M2 | 1,5 | 0,4 | 0,7 | 10 | 0,35 |
| M3 | 1 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,3 |
| M4 | 0,75 | 0,4 | 0,6 | 15 | 0,3 |
| M5 | 0,5 | 0,35 | 0,4 | 15 | 0,3 |
| M6 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 20 | 0,3 |

Napomene:

- sve vrijednosti su pogonske, osim relativnog porasta praga (TI) koji se računa za novu instalaciju;

- metodologija po kojoj se vrše proračuni mjerodavnih parametara za javnu rasvjetu saobraćajnica treba da bude u skladu sa preporukom međunarodne komisije za rasvjetu CIE 140 iz 2000. godine, ili prema Evropskom standardu EN 13201-3.

Definicije

Srednja luminacija kolovoza – \bar{L}_{To} To je minimalna vrijednost koja treba da traje tokom cijelog vijeka trajanja instalacije javne rasvjete. Proračunske vrijednosti moraju uzeti u obzir faktor održavanja svjetiljke i faktor starenja izvora svjetlosti.

Opšta ravnomjernost luminacije na kolovozu – U_o To je odnos minimalne luminancije kolovoza na tačkama proračunskog polja i srednje luminancije kolovoza. Ovaj kriterijum je važan za kontrolu minimalne vidljivosti na putu, ali utiče i na komfor.

Uzdužna ravnomjernost luminancije kolovoza – U_L To je odnos minimalne i maksimalne luminancije tačaka u osi kolovozne trake. Ovaj kriterijum je uglavnom vezan za komfor i važi samo za prometne, duge i ničim prekinute dionice puta.

Relativni porast praga – $TI (f_{TI})$ Predstavlja onaj relativni porast praga razaznavanja razlike sjajnosti (između posmatranog objekta i njegove okoline) koji je potreban da bi se zadržao isti stepen vidljivosti kakav je postojao prije pojave izvora bliještanja. Izračunavanje relativnog porasta praga TI i f_{TI} vrši se na osnovu matematičkih formula datih u CIE 140-2000 i EN 13201-3. Proračun se vrši za početne uslove rada instalacije.

Koeficijent okruženja – $SR (R_s)$ i $EIR (R_{EI})$ Odgovarajuće osvjetljenje u okolini puta pomaže vozačima da bolje opaze okolinu i na vrijeme prilagode brzinu. Za koeficijent okruženja postoje različiti zahtjevi definisani u međunarodnoj preporuci CIE 115 i Evropskom standardu EN13201-2. Važno je napomenuti da postoji i razlika u njihovom načinu proračuna. Koeficijent okruženja R_s definisan u zahtjevima prema preporuci CIE 115 je odnos prosječne osvijetljenosti traka širine 5m ili manje ako prostor ne dozvoljava, i to duž ivica sa obje strane kolovoza i prosječne osvijetljenosti na susjednim trakama širine 5m ili polovini širine kolovoza, s tim što se uzima manja vrijednost. Na dvostrukim kolovozima, oba kolovoza se tretiraju kao jedan, ukoliko nijesu na rastojanju većem od 10m. Koeficijent okruženja R_{EI} definisan u zahtjevima prema standardu CEN 13201-2 se izračunava prema metodologiji datoj u standardu EN 13210-3 i to kao odnos prosječne osvijetljenosti traka širine 5m ili manje ako prostor ne dozvoljava, i to duž ivica sa obje strane kolovoza i prosječne osvijetljenosti na susjednim trakama širine 5m ili polovini širine kolovoza, s tim što se uzima manja vrijednost. Na dvostrukim kolovozima, oba kolovoza se tretiraju kao jedan, ukoliko nijesu na rastojanju većem od 10m.

6. JAVNA RASVJETA RIZIČNIH PODRUČJA

Rizična područja pojavljuju se svuda tamo gdje se ukrštaju trase vozila, gdje one zalaze u područja sa puno pješaka i biciklista, ili tamo gdje postojeći put prelazi u dionicu nestandardne geometrije (manji broj saobraćajnih traka, manja širina traka ili tome slično). U ovim područjima se povećava vjerovatnoća saobraćajnih udesa svih vrsta.

Uloga rasvjete je da ukaže na postojanje rizičnog područja i omogućiti da se jasno uoče ivičnjaci i oznake na putu, trasa puta, prisustvo ostalih vozila, biciklista i pješaka, kao i da se jasno lociraju eventualne prepreke. Ako na putu koji vodi ka rizičnom području ili iz njega ne postoji rasvjeta, treba je izvesti u skladu sa podacima datim u tabelama 5 i 6, i to na dionici čija dužina

treba da obezbijedi vožnju u trajanju od najmanje 5s, a pri brzini saobraćaja koja je predviđena za tu dionicu (na primer, brzini vožnje od 80 km/h odgovara dužina dionice od bar 110 m).

Bezbednosti radi, na pješačkim prelazima je poželjno da postoji dodatno osvijetljenje u skladu sa uslovima obrađenim u poglavlju 8 ovih Preporuka.

Kriterijumi kvaliteta javne rasvjete rizičnih područja se, s obzirom na složenost situacije, uglavnom baziraju na konceptu osvijetljenosti.

Zahtjevi za klase C0 do C5 definisani su kroz kriterijum srednje pogonske osvijetljenosti i ravnomjernosti osvijetljenosti datim u Tabeli 7.

Tabela 7. Uslovi za rasvjetu u rizičnim područjima

| KLASA JAVNE RASVJETE | E_{SR} (lx) na cijeloj korišćenoj površini Pogonski minimum | $U_0(E)$ Ravnomjernost osvijetljenosti Minimum |
|----------------------------|---|--|
| C0 | 50 | 0,40 |
| C1 | 30 | 0,40 |
| C2 | 20 | 0,40 |
| C3 | 15 | 0,40 |
| C4 | 10 | 0,40 |
| C5 | 7,5 | 0,40 |

U nekim slučajevima klase C mogu se primjeniti i u oblastima koje koriste pješaci i vozači vozila na pedale, kao što su na primjer podzemni prolazi.

7. JAVNA RASVJETA ZA PJEŠAČKI I BIKIKLISTIČKI SAOBRAĆAJ

Javna rasvjeta treba da omogući učesnicima u saobraćaju da uoče prepreke ili druge opasnosti na putu. Zbog toga je važno postići zadovoljavajuće vrijednosti horizontalne i vertikalne komponente osvijetljenosti, te ograničiti bliještanje.

Da bi pješaci mogli bezbjedno da se kreću kolovozom ili pješačkim stazama potrebno je omogućiti adekvatnu horizontalnu osvijetljenost E_h . Ona se izračunava na nivou tla i potrebno je zadovoljiti srednje i minimalne vrijednosti horizontalne osvijetljenosti na površini koja se koristi.

Kao dodatan zahtjev bezbjednosti za situacije kada je neophodno raspoznavanje lika drugih pješaka može se tražiti da se ispune nivoi minimalne vertikalane i polucilindrične osvijetljenosti.

Klase javne rasvjete P uglavnom su namijenjene za pješake i bicikliste na trotoarima i biciklističkim stazama, kao i za vozače motornih vozila sa malom brzinom kretanja na saobraćajnicama u stambenim zonama, zaustavnim ili trakama za parkiranje, te druge slične oblasti.

U tabeli 8. dati su svjetlotehnički zahtjevi klasa P koje je potrebno ispuniti.

Tabela 8. Svjetlotehnički zahtjevi za puteva sa pješačkim saobraćajem

| KLASE JAVNE RASVJE TE | HORIZONTALNA OSVIJETLJENOST (lx) | | Dodatni zahtjev za slučaj da je neophodno raspoznavanje lika | |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|---|
| | E_{SR} (lx) Pogonski minimum | E_{min} (lx) Pogonski minimum | E_v (lx) minimalna vertikalna | E_{sc} (lx) minimalna polucilindrična |
| P1 | 20 | 7,5 | 5 | 3 |
| P2 | 10 | 3 | 3 | 2 |
| P3 | 7,5 | 1,5 | 2,5 | 1,5 |
| P4 | 5 | 1 | 1,5 | 1 |
| P5 | 3 | 0,6 | 1 | 0,6 |
| P6 | 1,5 | 0,2 | 0,6 | 0,2 |

Kako bi se omogućila dovoljno dobra ujednačenost osvjetljenosti srednja osvjetljenost ne smije da prelazi 1,5 puta minimalne vrijednosti osvjetljenosti za navedenu klasu.

Dobra reprodukcija boja doprinosi boljem raspoznavanju lika.

Minimalna vertikalna osvjetljenost – E_v

Minimalna osvjetljenosti normalna na vertikalnu ravan na specificiranoj visini iznad ravni kolovoza. Proračun i mjerenje vrše se na osnovu EN 13201-3 i EN 13201-4.

Polucilindrična osvjetljenost – E_{sc} (semicilindrična)

Definiše se u nekoj tački i u datom horizontalnom pravcu, kao srednja vertikalna osvjetljenost zakrivljenog dijela površine malog vertikalnog polucilindra, postavljenog u toj tački, sa zakrivljenom površinom normalnom na specificirani pravac na specificiranoj visini iznad ravni kolovoza. Proračun i mjerenje vrše se na osnovu EN 13201-3 i EN 13201-4.

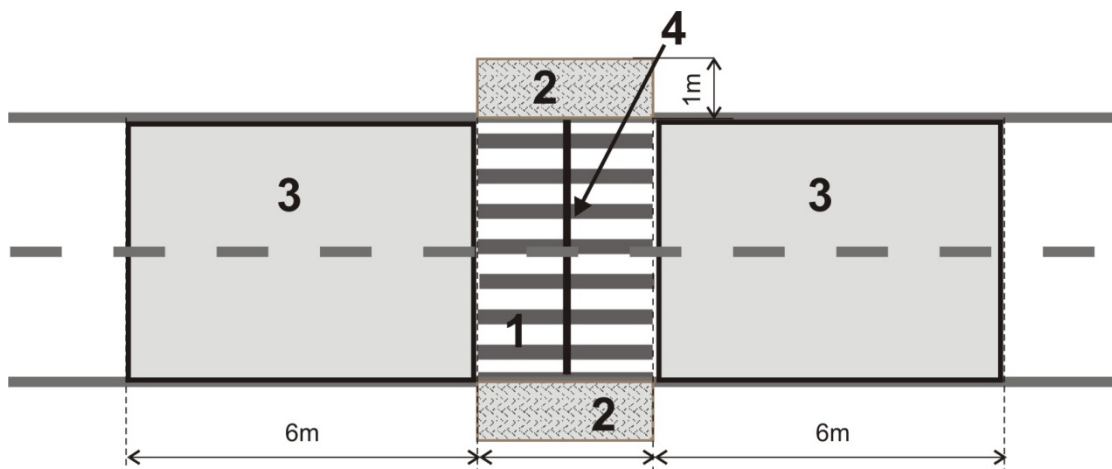
8. JAVNA RASVJETA PJEŠAČKIH PRELAZA

Brojne studije rađene širom svijeta su pokazale da se veliki procenat saobraćajnih nesreća u kojima stradaju pješaci događa noću pri lošim vidnim uslovima, kao i da adekvatno osvjetljenje nesumnjivo povećava bezbjednost učesnika.

Pri standardnom osvjetljenju saobraćajnica, vozač vidi pješaka (ili neku drugu prepreku) u negativnom kontrastu, kao tamnu siluetu na osvjetljenoj podlozi. Farovi automobila direktno osvjetljavaju pješaka i stvaraju pozitivni kontrast koji može da umanjí negativni kontrast kreiran uličnim osvjetljenjem. Zbog toga treba posebno povesti računa o osvjetljenju prelaza.

Posebnim osvjetljenjem pješačkog prelaza skreće se dodatna pažnja vozaču na njegovo prisutvo, a pješaci u zonama prelaza i na dijelu trotoara ispred prelza postaju vidljivi u pozitivnom kontrastu i osvjetljeni adekvatnim nivoom vertikalne osvjetljenosti.

Na crtežu 1 prikazane su zone pješačkog prelaza koje su od interesa za razmatranje.



Crtež 1. Zone pješačkog prelaza

Fotometrijski kriterijumi su definisani za sledeće zone i proračunska polja:

Zone od interesa koje je potrebno obuhvatiti proračunima su:

Zona 1 – Zona pješačkog prelaza

Predstavlja pravougaonu površinu širine pješačkog prelaza i dužine koja odgovara širini puta na kojoj je pješački prelaz. Računa se horizontalna osvijetljenost na površini prelaza.

Zona 2 – Zona trotoara

Zona sa svake strane pješačkog prelaza čije su dimenzije definisane širinom prelaza i u dubini 1 m. Računa se horizontalna osvijetljenost na površini trotoara.

Zona 3 – Prilazna zona

Pravougaona zona ispred i iza prelaza, čija je širina jednaka 6 m, a dužina pokriva širinu puta. Računa se horizontalna osvijetljenost na navedenoj površini.

Zona 4 – Linija koja prolazi kroz sredinu pješačkog prelaza

Linija koja prolazi kroz sredinu pješačkog prelaza na visini 1,5 m. Računa se vertikalna osvijetljenost na visini 1,5 m.

Zavisno od geometrije i uslova saobraćaja date su smjernice sa preporučenim opsezima nivoa osvijetljenosti koje je potrebno obezbijediti.

Zona 1:

– na pješačkom prelazu koji se nalazi na neosvijetljenoj ili slabo osvijetljenoj saobraćajnici potrebno je obezbijediti srednju horizontalnu osvijetljenost: $E_{hsr1} = 100 \text{ Lx}$, ujednačenosti $E_{min}/E_{sr} \geq 30\%$;

– na pješačkom prelazu koji se nalazi na osvijetljenoj saobraćajnici potrebno je obezbijediti srednju horizontalnu osvijetljenost: $E_{hsr1} = 200 \text{ lx}$, ujednačenost $E_{min}/E_{sr} \geq 30\%$;

Zona 2:

– srednja horizontalna osvijetljenost zone 2 treba da je minimum 50% srednje horizontalne osvijetljenosti postignute na pješačkom prelazu $E_{hsr2} > 0,5 \times E_{hsr1}$;

Zona 3:

– srednja horizontalna osvijetljenost na prilaznoj zoni treba da bude manja od 35% srednje horizontalne osvijetljenosti postignute u Zoni 1.

Zona 4:

– srednja vertikalna osvijetljenost na liniji koja prolazi kroz sredinu pješačkog prelaza normalno na put na visini 1,5 m za pješački prelaz na neosvijetljenoj ili slabo osvijetljenoj saobraćajnici treba da bude: **Evsr4 > 60 lx**, ujednačenost $E_{min}/E_{sr} \geq 30\%$;

– srednja vertikalna osvijetljenost na liniji koja prolazi kroz sredinu pješačkog prelaza normalno na put na visini 1,5 m za pješački prelaz na osvijetljenoj saobraćajnici treba da bude: **Evsr4 > 80 lx**, ujednačenost $E_{min}/E_{sr} \geq 30\%$.

Proračunska polja:

Horizontalna osvijetljenost se izračunava u zonama 1, 2 i 3 na koti terena sa maksimalnim rasponom proračunskih tačaka 50 cm.

Vertikalna osvijetljenost (ka vozaču) izračunava se na liniji koja prolazi kroz osu pješačkog prelaza, normalno na put na visini 1,5 m (zona 4) sa maksimalnim rasponom proračunskih tačaka 50cm.

Preporučuje se postavljanje svjetiljke sa odgovarajućom asimetričnom optikom na malom rastojanju prije pješačkog prelaza. Na taj način se pješak osvijetljava bočno odozgo, čime se kreira pozitivni kontrast, koji omogućava i sagledavanje lica i odjeće pješaka, što dodatno povećava sigurnost, jer vozač vidi pješaka kao osobu, a ne samo kao siluetu. U slučaju dvosmjernog saobraćaja potrebno je postaviti dvije svjetiljke, sa obje strane pješačkog prelaza, a u slučaju širokih saobraćajnica sa dvosmjernim saobraćajem potrebno je postaviti četiri svjetiljke.

Izbor optičkih sistema sa specijalno projektovanom asimetričnom karakteristikom i dodatnim priborom za suzbijanje blijeska povećava vidni komfor vozača. Optički dio svjetiljke mora biti dizajniran na takav način da suzbije blijesak do nivoa dopuštenih zahtjevima standarda.

9. IZGLED JAVNE RASVJETE

Tehničko rješenje i postavljanje elemenata javne rasvjete može u velikoj mjeri da promijeni izgled ulice, kako danju tako i noću.

Treba obratiti pažnju na izgled instalacije javne rasvjete danju, na što posebno utiče:

- visina i boja stuba javne rasvjete u poređenju sa okolnim zgradama i drvećem,
- lokacija stubova javne rasvjete u zavisnosti od zгледа područja,
- izgled i boja nosećih elemenata,
- raspored stubova i svjetiljki,
- izgled i boja svjetiljki.

LED, NAVP I MH – IZVORI SVJETLOSTI I NJIHOVE KARAKTERISTIKE

PJR 02

SADRŽAJ

1. LED tehnologija
 - 1.1 Uvod u LED tehnologiju
 - 1.2 Osnovne komponente LED svjetiljke
 - 1.3 Pregled važećih standarda za LED svjetiljke
 - 1.4 Minimalni zahtjevi za LED svjetiljke
 - 1.4.1 Opšti zahtjevi
 - 1.4.2 Zahtjevi standarda
 - 1.4.3 Preporučene vrijednosti
 - 1.5 Sistem daljinskog upravljanja i nadgledanja instalacije javnog osvjjetljenja
2. Postojeća rasvjeta (NaVp i MH) za potrebe održavanja JO

1. LED TEHNOLOGIJA

1.1 Uvod

Prateći globalni trend smanjenja potrošnje električne energije u javnom osvjjetljenju, preporuke su dopunjene dijelom koji se odnosi na korišćenje LED svjetlosnih izvora u svjetiljkama za javno osvjjetljenje. Ovaj dio daje osnovne informacije o LED tehnologiji i definiše minimalne zahtjeve koje svjetiljke moraju da ispune da bi se koristile u javnom osvjjetljenju, a namijenjen je svima koji su uključeni u projektovanje, nabavku, ugradnju i održavanje instalacije javnog osvjjetljenja.

Neke od osnovnih prednosti LED tehnologije u odnosu na konvencionalne HID izvore (među njima su najviše zastupljeni natrijumovi izvori visokog pritiska) u javnom osvjjetljenju su:

- veća svjetlosna iskoristivost izvora i veća ukupna efikasnost svjetiljki;
- duži životni vijek izvora;
- smanjene dimenzija svjetiljki
- efikasnija regulacija svjetlosnog fluksa i snage (dimovanje u opsegu 0-100%);
- trenutni odziv prilikom uključivanja i dimovanja svjetiljki (nema perioda razgorijevanja kao kod HID izvora i perioda ponovnog razgorijevanja kada se svjetiljke isključe);
- visok indeks reprodukcije boje (minimalno 70 za LED izvore);

- bijela boja svjetlosti (temperatura boje svjetlosti u opsegu od 2700 K do 6000 K);
- odsustvo velike polazne struje dužeg trajanja prilikom uključivanja (postoji tzv. udarna struja koja traje kraće od 1 ms) što je značajno za dimenzionisanje instalacije;
- rad LED svjetiljki u širokom opsegu ulaznog napona zahvaljujući LED drajverima (najčešće od 120 do 280 VAC);
- konstantna DC struja isporučuje se LED modulima praktično u čitavom opsegu ulaznog napona – pad napona na trasi je zanemarljiv.

Pored brojnih prednosti, treba pomenuti i jednu manu LED tehnologije:

- LED izvori i LED drajveri znatno su osjetljiviji na temperaturne uticaje, dok HID izvori u kombinaciji sa robustnim elektromagnetskim balastima gotovo da uopšte i ne reaguju na temperaturne promjene. Zato posebnu pažnju treba obratiti na termičko projektovanje LED svjetiljki (dodatna rebra za hlađenje ili specijalno projektovana kućišta koja omogućuju efikasno odvođenje toplote).

1.2 Osnovne komponente LED svjetiljke

Osnovni elementi konstrukcije standardne LED svjetiljke su:

1. **LED izvor svjetlosti** (najčešće je primijenjen modularni koncept kod kvalitetnih svjetiljki renomiranih proizvođača, ne koriste se LED sijalice ili LED trake). Kod većine proizvođača LED čipovi su vezani redno u LED modulu i napajaju se konstantnom DC strujom (rjeđe, kod LED čipova manje snage u svjetiljkama namijenjenim dekorativnom osvjetljenju, LED čipovi su vezani paralelno u LED modulu, a LED drajver ih napaja konstantnim DC naponom).
 - *Definicija: LED modul je komponenta koja predstavlja dio optičkog bloka svjetiljke i koja se sastoji od jednog ili više LED čipova povezanih na izlaznu stranu LED drajvera. Električne, optičke i mehaničke komponente mogu takođe biti dio LED modula. LED modul ne sadrži integrisan napojni uređaj, niti se povezuje direktno na mrežni napon.*
2. **LED drajver** – za razliku od izvora sa električnim pražnjenjem u gasovima kod kojih predspojni uređaj služi da ograniči struju sijalice, kod LED svjetiljki drajver ima isključivo funkciju isporučivanja konstantne DC struje LED modulu. LED drajveri mogu biti fiksnog tipa (isporučuju samo jednu DC struju LED modulima), dimabilnog tipa (može se podesiti da napaja modul sa nekoliko različitih predefinisanih vrijednosti DC struje (npr. 350/500/700 mA)) i programabilnog tipa (kontinualna regulacija struje u predefinisanom opsegu (npr. 100 do 700 mA)).
 - *Definicija: LED drajver je AC/DC pretvarač (ispravljač) koji se priključuje direktno na mrežu, a na izlaznoj strani isporučuje LED modulima konstantnu DC struju u širokom naponskom opsegu.*
3. **Uređaj prenaponske zaštite** – Ovaj uređaj (poznatiji kao SPD) se može smatrati opcionim jer ne predstavlja dio standardne opreme u svjetiljkama svih renomiranih proizvođača. Sami LED drajveri često imaju integrisanu prenaponsku zaštitu (4kV/2kV ili 4kV/4kV), ali se ona često smatra nedovoljnom. Neki standardi čak kažu da je dovoljno imati zaštitu 2 kV / 1 kV (prenaponski talas između faznog ili neutralnog provodnika i zemlje / prenaponski talas između faznog i neutralnog provodnika). Stručna javnost smatra da je ova zaštita nedovoljna, pa se predlaže implementacija standarda IEEE C6 2.41.2 koji predviđa dva nivoa zaštite za različite stepene izloženosti (6kV / 3kA i 10 kV i 10 kA). U istom standardu kaže se da javno osvjetljenje tipično potpada pod nivo 10 kV / 10 kA za uslove veće izloženosti.

- **Definicija:** SPD je uređaj koji u normalnom radu ima veliku impedansu koja se pri nailasku prenaponskog talasa smanjuje na vrlo nisku vrijednost, što omogućava da se dio energije prenaponskog talasa zadrži i disipira u samom uređaju ili sprovede u zemlju.

1.3 Pregled važećih standarda za LED svjetiljke

Pošto ne postoji jasno definisan set standarda koji bi predstavljali minimalni uslov za definisanje kvaliteta LED svjetiljki, priložena lista standarda usaglašena je sa Direktivom o niskom naponu 2006/95/EC (Low Voltage Directive) i Direktivom o elektromagnetnoj kompatibilnosti 2004/108/EC (EMC Directive). Navedeni standardi su normativni za izdavanje Deklaracije o usaglašenosti sa CE znakom i prilikom izbora opreme treba uzeti u razmatranje samo proizvođače koji mogu da prilože dokaze (sertifikate, ateste, testne izvještaje) da je njihov proizvod u saglasnosti sa svim navedenim standardima.

1. **EN 62031** *LED Modules for General Lighting – Safety Specifications*
2. **EN 61347-1** *Lamp controlgear – Part 1: General and safety requirements*
3. **EN 61347-2-13** *Lamp controlgear – Part 2-13: Particular requirements for DC or AC supplied controlgears for LED modules*
4. **EN 60598-1** *Luminaires. General requirements and tests*
5. **EN 60598-2-3** *Luminaires – Part 2-3: Particular requirements – Luminaires for road and street lighting*
6. **EN 62471** *Photobiological safety of lamps and lamp systems*
7. **EN 61547** *Equipment for general lighting purposes – EMC immunity requirements*
8. **EN 61000-3-2** *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*
9. **EN 55015** *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*
10. **IESNA LM 79-08** *Approved Method for Electrical and Photometric Measurement of SSL Products*
11. **IESNA LM 80-08** *Approved Method for Measuring Lumen Maintenance of LED Light Sources*
12. **IESNA TM-21** *Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED light sources*

Normativni standardi koji se tiču mehaničkih karakteristika LED svjetiljki ostali su isti kao i kod svjetiljki sa konvencionalnim HID izvorima:

13. Stepen mehaničke zaštite svjetiljke (IP) prema gore pomenutom standardu **EN 60598** (ili **EN 60529** *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*)
14. Otpornost na udar (IK) prema standardu **EN 62262** *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IP code)*

Opciono – standard koji se pojavljuje u nekim Deklaracijama o usaglašenosti sa CE znakom, ali se ne smatra normativnim standardom:

1.4 Minimalni zahtjevi za LED svjetiljke

1.4.1 OPŠTI ZAHTJEVI

Kvalitet komponenti

Prilikom izbora LED opreme za javno osvjetljenje, posebno voditi računa o kvalitetu komponenti unutar LED svjetiljke – poželjno je da LED čipovi budu proizvod renomiranih proizvođača (npr. Cree, Lumileds, LG, Samsung, Nichia, Seoul Semiconductor...), a isto važi i za LED drajvere (npr. Philips Xitanium, LG, Osram, Meanwell,) i uređaje prenaponske zaštite (npr. Vossloh Schwabe, Würth, Philips, Cirprotec...). Kroz projektnu dokumentaciju zahtijevati određene dokaze kvaliteta integrisanih komponenti preuzete od proizvođača komponenti (posebno LED modula i drajvera), dok je proizvođač svjetiljki dužan da prikaže usaglašenost korišćenih komponenti sa važećim standardima kroz svoju Deklaraciju o usaglašenosti sa CE znakom.

Tip LED drajvera

Preporučuje se da svjetiljka bude opremljena programabilnim LED drajverom koji ima funkciju podešavanja radne struje (snage, fluksa) i kreiranja autonomnog scenarija dimovanja u više koraka. Svjetiljka treba da bude kompatibilna sa sistemom daljinskog upravljanja i nadgledanja svjetlosnog fluksa i snage svjetiljke (tzv. telemenadžment sistem), tj. programabilni LED drajver treba da ima funkciju kontrole nivoa osvjetljenosti (ili snage) putem DALI protokola ili naponskog signala 1 – 10 V DC. Zahvaljujući upotrebi programabilnih drajvera, moguće je regulisati svjetlosni fluks izvora tokom eksploatacije tako da on u svakom trenutku bude isti (opadanje svjetlosnog fluksa usljed starenja izvora kompenzuje se regulacijom radne struje). Na ovaj način moguće je ostvariti dodatne uštede u potrošnji električne energije u odnosu na natrijumove izvore visokog pritiska. Drajver takođe treba da ima integrisan termistor (otpornik čija otpornost zavisi od temperature) koji obezbjeđuje zaštitu drajvera (smanjenjem radne struje ili potpunim isključenjem) ukoliko temperatura poraste iznad maksimalno dozvoljene. Obično se ugrađuju termistori tipa NTC (negative temperature coefficient – otpornost pada sa porastom temperature).

Nivo prenaponske zaštite

Obavezno je da električno kolo svjetiljke sadrži uređaj prenaponske zaštite (preporučuje se da to budu uređaji za nivo 10 kV / 10 kA). Proizvođač svjetiljki mora izjavom da garantuje da se u sklopu svjetiljke nalazi ovakav uređaj i da jasno naznači tip uređaja, te njegove osnovne karakteristike (prije svega nivo zaštite).

Održavanje

Za održavanje treba predvidjeti svjetiljke jednostavne za montažu uz minimalnu upotrebu alata.

Svijetlotehnički proračun

Ponuđač (proizvođač) opreme treba da priloži svjetlotehnički proračun za projektovanu trasu na osnovu kojeg se definiše tip LED svjetiljke i potvrđuje ispunjenost uslova za traženu svjetlotehničku klasu (svjetlotehnička klasa bira se prema standardu **EN 13201:2013**).

Mjerenja osvijetljenosti

Vrijednosti svjetlotehničkog proračuna neophodno je dokazati mjerenjima na terenu – neophodno je prisustvo nezavisnog stručnog lica kojeg će izabrati investitor, a koje će za mjerenje koristiti atestirani luksmetar (uz izvještaj sa mjerenja obavezno je priložiti važeće uvjerenje o etaloniranju koje je izdala akreditovana laboratorija). Mjerenje se izvodi na način definisan u istom standardu (**EN 13201:2013**, delovi 3 i 4).

Klasa energetske efikasnosti

Uz LED svjetiljke treba priložiti izjavu proizvođača o klasi energetske efikasnosti, pri čemu je klasifikacija svjetiljki izvršena prema regulativi EU 874/2012, kao dopuni Evropske Direktive 2010/30/EU. Preporučuje se da svjetiljke pripadaju energetske klasi **A+** u koju spadaju najkvalitetniji LED moduli i sijalice.

Analiza isplativosti rekonstrukcije instalacije JO

Imajući u vidu da je LED tehnologija relativno nova i da se tržište LED svjetiljki još uvek nije u potpunosti profilisalo, preporučuje se da u slučaju većih rekonstrukcija osvijetljenja ponuđač (proizvođač) opreme priloži tehnokonomsku analizu opravdanosti zamjene postojeće instalacije HID izvorima sa novoprojektovanom instalacijom zasnovanoj na uvođenju LED tehnologije.

1.4.2 ZAHTJEVI STANDARDA

Potrebno je priložiti dokaze o zadovoljenom minimalno zahtijevanom nivou kvaliteta koje moraju imati novoprojektovane LED svjetiljke. Ponuđene LED svjetiljke moraju da zadovolje slijedeće (normativne) standarde, što se dokazuje dostavljanjem sljedećih sertifikata i testnih izvještaja:

- Sertifikat ENEC;
- Testni izvještaj za LED svjetiljke prema osnovnom standardu EN 60598-2-3;
- Testni izvještaj za LED module prema standardu EN 62031 (posebno ili kao dio testnog izvještaja prema osnovnom standardu EN 60598-2-3);
- Sertifikat o testiranju LED drajvera prema standardima EN 61347-1, EN 61347-2-13 i EN 62384;
- Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) prema standardima EN 55015 i EN 61547;
- Otpornost na udar (IK test) prema standardu EN 62262;
- Stepen mehaničke zaštite (IP test) prema standardu EN 60598-1;
- Mjerenje viših harmonika struje prema standardu EN 61000-3-2;
- Fotobiološka bezbjednost prema standardu EN 62471;

- Izvještaj o mjerenju fotometrijskih karakteristika prema standardima LM79-08, CIE 121-1996 ili EN 13032-1 koji je izdala akreditovana laboratorija;
- Sertifikat prema standardu ISO 17025 kojim se dokazuje akreditacija laboratorije da vrši mjerenja fotometrijskih veličina;
- Izvještaj proizvođača LED čipova ili LED svjetiljki o projektovanom životnom vijeku i održanju svjetlosnog fluksa prema standardima LM80 / TM21;
- Deklaracija o usaglašenosti sa CE znakom koju je izdala isključivo fabrika u kojoj se svjetiljka proizvodi ili sklapa;
- Izvještaj o obavljenom termičkom testu prema standardu EN 60598-1, ukoliko već nije prikazan kao dio kompletnog izvještaja testiranja prema standardu EN 60598-2-3.

1.4.3 PREPORUČENE VRIJEDNOSTI

- Stepen mehaničke zaštite prema EN 60598 (ili EN 60529):
 - Svjetiljke za osvjetljenje puteva – **min. IP66** za kompletnu svjetiljku;
 - Svjetiljke za urbane zone – **min. IP66** za kompletnu svjetiljku.
- Stepen otpornosti protektora na udar prema EN 62262:
 - **min. IK08** za puteve i urbane zone.
- Faktor snage **PF ≥ 0.90** u nominalnom režimu rada (on pada sa dimovanjem);
- Indeks reprodukcije boje **Ra ≥ 70**;
- Temperature boje svjetlosti LED čipova treba da budu:
 - u opsegu **3000-4000 K** za puteve i ulice većeg značaja (klase ME1-ME3);
 - u opsegu **4000-5500 K** za puteve i ulice manjeg značaja (klase ME4-ME6).
- Svjetiljka je predviđena za rad u ambijentu sa temperaturom u opsegu od **-20°C do +35°C** (ovaj opseg potpuno pokriva moguće temperature u noćnim satima, imajući čak u vidu i istorijske maksimume i minimume na području Glavnog grada).

1.5 SISTEM DALJINSKOG UPRAVLJANJA I NADGLEĐANJA INSTALACIJE JAVNOG OSVJETLJENJA

U instalacijama javnog osvjetljenja u nekim situacijama treba predvideti i sistem daljinskog upravljanja i nadgledanja svjetiljki koji bi omogućio dalje uštede u potrošnji električne energije i održavanju instalacije – tzv. sistem za telemenadžment. Poželjno je da sistem bude zasnovan na bežičnim tehnologijama (komunikacija između svjetiljki ili komunikacija između svjetiljki i centralnog kontrolera ukoliko je sistem tako koncipiran) jer u tom slučaju nije potrebno dodatno polaganje kontrolnih kablova za funkcionisanje sistema.

Telemenadžment je sistem koje omogućava daljinsku dijagnostiku uz mogućnost upravljanja, tj. uključanja i isključenja svjetiljki, kao i njihovog dimovanja. Ovo je sistem koji omogućava dvosmjernu komunikaciju, tj. ima mogućnost slanja komande, ali i prijema informacije o trenutnom statusu svjetiljki, kao i potvrdu da je komanda izvršena.

Ono što ovakav sistem minimalno treba da ispuni je:

- detekcija kvara ili oštećenja svjetiljke ili problema u napajanju od strane operatora;
- prikupljanja, korišćenje i obrada podataka o radu sistema javnog osvjetljenja te upotreba tih podataka u daljoj regulaciji;

- potpuna kontrola instalacije javnog osvjetljenja i potpun uvid u njen rad – ulaskom na korisničku stranicu (web stranica za koju je potrebno korisničko ime i lozinka), dobijanje informacija o svakoj pojedinačnoj svjetiljci (napon, struja, faktor snage, broj radnih sati, eventualni kvar na nekoj od komponenti (sijalica, elektronski balast ili kontroler), vrijeme uključenja i isključenja i potrošnja električne energije);

- regulacija svjetlosnog fluksa ili snage u zavisnosti od realnih potreba potvrđenih fotometrijskim proračunom (kao funkcija starenja izvora CLO (Constant Lumen Output) ili predimenzionisane instalacije VPO (Virtual Power Output));

- mogućnost kreiranja upozorenja za određene korisnike sistema koje investitor odredi (kreiraju se nova korisnička imena i lozinke) – moguće je putem emaila ili SMS poruke dobiti informaciju o radu svake pojedinačne svjetiljke i čitave instalacije;

- sistem treba da bude otvorenog tipa – korisnik može pristupiti sistemu (uz odgovarajuće korisničko ime i lozinku) sa bilo kojeg računara ili pametnog telefona da bi provjerio status ili nešto promjenio na instalaciji (dimovanje ili uključivanje i isključivanje određenih svjetiljki u slučaju da treba izvršiti provjeru rada). Poželjno je i da proizvođač sistema omogući skladištenje podataka na svom serveru predviđenom za te namjene čime se ukida dodatna investicija za poseban server i računar za rad sa sistemom;

- svjetiljke je moguće rasporediti u različite grupe ukoliko se želi da u određeno vrijeme svjetiljke budu u različitim režimima rada;

- u toku godine dužina noći se mijenja, a scenario rada instalacije može se prilagoditi svakoj promjeni (time se izbegavaju nepotrebni troškovi kada instalacija radi duže nego što je potrebno, ili opasnost da se u nekim periodima svjetiljke ne uključe kada je to potrebno).

Uz isporučenu kontrolnu opremu priložiti:

- sertifikate o usaglašenosti sa Artiklom 3 Direktive o radio i telekomunikacionoj terminalnoj opremi (R&TTE Directive 1999/5/EC) koji pokriva standarde za zaštitu zdravlja i bezbjednosti ljudi (Safety), elektromagnetsku kompatibilnost (EMC) i efikasno korišćenje radio-frekvencijskog spektra (Radio).

- Za kontrolere svjetiljki (tzv. OLC kontrolere) treba priložiti sertifikat o usaglašenosti sa standardima **EN 61347-1** *Lamp controlgear — Part 1: General and safety requirements* i **EN 61347-2-11** *Lamp controlgear - Part 2-11: Particular requirements for miscellaneous electronic circuits used with luminaires*.

2. POSTOJEĆA RASVJETA (NaVp I MH) ZA POTREBE ODRŽAVANJA JAVNOG OSVJETLJENJA

SADRŽAJ

1. Predmet i područje primjene
2. Bibliografski podaci
 - a. Međunarodni standardi
3. Definicije osnovnih pojmova
4. Izvori svjetlosti – osnovne karakteristika sijalica
5. Tehnički zahtjevi za izvore svjetlosti
6. Tabela prikaz preporučenih sijalica za javnu rasvjetu različitih namjena i sadržaja.

1. PREDMET I PODRUČJE PRIMJENE

Iz prethodnog poglavlja jasno je opredjeljenje Glavnog grada za uvođenje LED tehnologije u sistem javne rasvjete. Ipak, imajući u vidu postojanje velikog broja izvora opremljenih sijalicama sa natrijumom visokog pritiska i metal-halogenim sijalicama čiji životni vijek još uvijek nije istekao, u ovom poglavlju moramo se osvrnuti i na ove izvore, ali samo kroz prizmu održavanja, a nikako kao investicioni objekat. S toga ovaj dio preporuke određuje tipove sijalica, definiše zahtjeve koje one treba da ispune i preporučuje područje primjene pojedinih tipova sijalica na području Glavnog grada.

2. BIBLIOGRAFSKI PODACI

2.1. Međunarodni standardi

1. EN (IEC) 60662 High pressure sodium vapour lamps
2. EN (IEC) 61167 Metal halide lamps
3. JUS N.NO.029 Pouzdanost elektronskih djelova i uređaja. Planovi i postupci uzimanja uzorka za kontrolu prema atributima

Svi navedeni standardi dostupni su korisnicima pa njihove odredbe nijesu prenijete u ovaj dokument. Standardi su podložni izmjenama i uvijek se treba pozivati na njihova najnovija izdanja.

Navedenim standardima obuhvaćeni su opšti, funkcionalni i sigurnosni zahtjevi za sijalice namjenjene JR, kao i uslovi uzimanja uzoraka i prijema sijalica.

3. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA

Za potrebe ovih preporuka primjenjuju se sledeće definicije:

Izvor svjetlosti – Površina ili objekat koji emituje svjetlost nastalu transformacijom električne energije.

Podnožak – Dio sijalice namjenjen za njeno postavljanje u grlo svjetiljke koji omogućuje električni kontakt (IEC 7004).

Svjetlosna iskoristivost sijalice – Odnos emitovanog svjetlosnog fluksa i utrošene aktivne električne snage. Jedinica je lumen po watu [1 m/W].

Trajnost sijalice – Srednje vrijeme tokom kojega svjetlosni fluks sijalice opadne za određeni procenat nominalne vrijednosti.

Prigušnice i uređaji za paljenje – Primjenjuju se samo kod sijalica sa električnim pražnjenjem i po pravilu su sastavni dio svjetiljke (standard **PJR 03**).

Temperatura boje – Definiše se kao i ona temperatura crnog tijela pri kojoj je njegova boja najbližnja boji posmatranog izvora svjetlosti.

Indeks reprodukcije boje (Ra) - Osobina sijalice u pogledu kvaliteta reprodukcije boja. Što su boje objekta sličnije onima koje se imaju pri dnevnoj svjetlosti (za temperaturu boje izvora $T \geq 5000$ K), odnosno onima koje proizvodi crno tijelo (za $T < 5000$ K), to je veća vrijednost indeksa reprodukcije boje (maksimalna vrijednost je 100). U sljedećoj tabeli definisani su stepeni reprodukcije boje kao funkcija indeksa reprodukcije boje.

Tabela br. 1. Indeks reprodukcije boje

| STEPEN REPRODUKCIJE | Ra (%) |
|---------------------|-------------|
| 1A | preko 90 |
| 1B | od 80 do 90 |
| 2 | od 60 do 80 |
| 3 | od 40 do 60 |
| 4 | od 20 do 40 |

4. IZVORI SVJETLOSTI – OSNOVNE KARAKTERISTIKE SIJALICE

Za izbor sijalica predviđenih za rad u svim režimima javne rasvjete odlučujuće su sledeće karakteristike o kojima se mora voditi računa pri projektovanju:

- svjetlosni fluks,
- svjetlosna iskoristivost,
- trajnost izvora,
- električna snaga,
- temperatura boje,
- indeks reprodukcije boja,
- ponašanje u pogonu,
- mogućnost zamjene drugim izvorima,
- nabavna cijena i
- troškovi eksploatacije.

5. TEHNIČKI ZAHTJEVI ZA IZVORE SVJETLOSTI

5.1. Opšti, funkcionalni i sigurnosni zahtjevi

Definisani su standardima 1, 2 i 3. Ovi zahtjevi se odnose na izvedbu i geometriju sijalica, kao i na osnovne karakteristike. Definisani su zahtjevi koji moraju biti ispunjeni, da bi se sijalica, odnosno isporuka sijalica, smatrala ispravnom. Ovi zahtjevi se odnose na funkcionalnost sijalica i na uslove koje one moraju da ispune tokom upotrebe.

6. TABELARNI PRIKAZ PREPORUČENIH IZVORA SVJETLOSTI ZA JAVNU RASVJETU RAZLIČITIH NAMJENA I SADRŽAJA

Tabela br. 2

| | NAMJENA POVRŠINE | IZVOR SVJETLOSTI | | |
|----|--|------------------|------|----|
| | | LED | NaVP | MH |
| 1 | Reprezentativne zone, pješačke zone | ● | ○ | ● |
| 2 | Autoputevi i brzi putevi bez kontrole saobraćaja | ● | ○ | |
| 3 | Trgovi i mostovi | ● | ○ | ● |
| 4 | Tuneli | ● | ○ | |
| 5 | Sporedne ulice | ● | ○ | |
| 6 | Pješački prelazi | ● | ○ | ○ |
| 7 | Raskrsnice | ● | ○ | ○ |
| 8 | Parkovi | ● | ○ | ● |
| 9 | Brzi putevi sa kontrolom saobraćaja | ● | ○ | |
| 10 | Gradske saobraćajnice | ● | ○ | |
| 11 | Priključni putevi i lokalni putevi | ● | ○ | |
| 12 | Dekoratивно osvjetljenje | ● | ○ | ● |

● – Preporučuje se za primjenu

○ – Dozvoljena primjena

Pored ovih tehničkih rješenja postoji i mogućnost primjene i svjetiljki sa solarnim napajanjem uglavnom u ruralnim područjima gdje nije moguće obezbijediti napajanje, kada se stvore tehnološke pretpostavke za njihovu primjenu.

SVJETILJKE ZA ODRŽAVANJE JAVNE RASVJETE PJR 03

SADRŽAJ

1. Predmet i područje primjene
2. Bibliografski podaci
3. Definicije osnovnih pojmova
4. Tehnički zahtjevi za svjetiljke
 - 4.1. Fotometrijske karakteristike
 - 4.2. Mehaničke karakteristike
 - 4.3. Električne karakteristike
 - 4.4. Tehničke karakteristike
5. Elementi za izbor svjetiljki
6. Održavanje svjetiljki

1. PREDMET I PODRUČJE PRIMJENE

Predmet ovih Preporuka je definisanje zahtjeva koje svjetiljke moraju da ispune kako bi mogle da se koriste u javnoj rasvjeti. Namjene su svima koji su uključeni u projektovanje, nabavku, ugradnju i održavanje instalacije javne rasvjete.

2. BIBLIOGRAFSKI PODACI

Međunarodni standardi

1. IEC EN 60598-1 *Luminaires – Part 1: General requirements and tests*
2. IEC EN 60598-2-3 *Luminaires – Part 2-3: Particular requirements – Luminaires for road and street lighting*
3. IEC EN 60598-2-5 *Luminaires – Part 2-5: Particular requirements – Floodlights*
4. EN (IEC) 60529 *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*
5. EN (IEC) 62262 *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code);*

6. EN 13201-2, 2015 *Road lighting – Part 1: Selection of lighting classes;*
Road lighting – Part 2: Performance requirements

Preporuke CIE

- CIE 115 /2010 – *Recommendation for the Lighting of Roads for motor and Pedestrian traffic;*
- CIE 140/2000 – *Road Lighting Calculations.*

Svi navedeni standardi dostupni su korisnicima te njihove odredbe nijesu prenijete u ovaj dokument. Standardi su podložni izmjenama i uvijek se treba pozivati na njihova najnovija izdanja.

3. DEFINICIJE

3.1. Svjetiljka – Uređaj za osvjetljenje koji distribuira ili filtrira svjetlost koju zrače jedan ili više izvora svjetlosti. Sadrži neophodne djelove za nošenje, pričvršćivanje i zaštitu sijalica, optičke elemente, pomoćna strujna kola sa priborom za priključak na mrežu i mehaničke sisteme za pričvršćenje na elemente za nošenje svjetiljki.

3.2. Predspojni uređaji – Uređaji ugrađeni u svjetiljci, koji omogućavaju montažu izvora svjetlosti i omogućuju električne uslove za startovanje i nesmetan rad sijalca. To su:

- starteri
- prigušnice
- kondenzatori
- upaljači
- drajveri

3.3. Mehanička zaštita – Stepni mehaničke zaštite određeni su prema IEC EN 60598. i definišu zaštitu od prodora čvrstih tijela i zaštitu od prodora tečnosti. Označavaju se pomoću slova IP (Ingress Protection) i dva karakteristična broja. Prvi broj označava stepen zaštite od prodora čvrstih tijela i dodira tijela pod naponom. Drugi broj označava stepen zaštite od prodora tečnosti. Značenja oba karakteristična broja data su u tabeli br. 1.

Tabela br. 1

| Prva karakteristična brojka | <i>Kratak opis</i> |
|------------------------------|---|
| 0 | nema zaštite |
| 1 | zaštita od čvrstih tijela većih od 50 mm |
| 2 | zaštita od čvrstih tijela većih od 12 mm |
| 3 | zaštita od čvrstih tijela većih od 2,5 mm |
| 4 | zaštita od čvrstih tijela većih od 1,0 mm |
| 5 | zaštita od prašine |
| 6 | potpuna zaštita od prašine |
| Druga karakteristična brojka | <i>Kratak opis</i> |
| 0 | nema zaštite |
| 1 | zaštita od kapljica vode |
| 2 | zaštita od kapljica vode kada je svjetiljka nagnuta pod uglom ne većim od 15 ⁰ |
| 3 | zaštita od kiše |
| 4 | zaštita od prskanja vodom |
| 5 | zaštita od mlaza vode |
| 6 | zaštita od talasa vode |
| 7 | zaštita pri uronjavanju u vodu |
| 8 | zaštita pri potapanju u vodu |

4. TEHNIČKI ZAHTJEVI SVJETILJKE

4.1. Fotometrijske karakteristike svjetiljki

Fotometrijske karakteristike svjetiljki podrazumijevaju fotometrijske podatke i osnovnu fotometrijsku dokumentaciju o svjetiljkama javne rasvjete. Efikasnost optičkog sistema predstavlja najvažniju osobinu svjetiljke. Konstrukcija i kvalitet materijala optičkog sistema treba da omogući optimalne fotometrijske karakteristike prema svjetlotehničkim zahtjevima koji se postavljaju.

4.1.1. Fotometrijska dokumentacija svjetiljke

Osnovna fotometrijska dokumentacija svjetiljke javne rasvjete mora da sadrži:

- polarne dijagrame u tri karakteristične ravni (uzdužnoj, poprečnoj i ravni maksimuma svjetlosnog inteziteta);
- tabelu svjetlosnog inteziteta;
- osnovne polarne dijagrame, tabelu svjetlosnog inteziteta;
- pouzdan kompjuterski program za proračune u osvjetljenju u okviru koga mogu da se provjere i dokažu navedene karakteristike;
- stepen iskorišćenja svjetiljke;
- projekat javne rasvjete mora da sadrži više varijanti izbora svjetiljki (minimum dvije) od različitih renomiranih proizvođača.

4.2. Mehaničke karakteristike

Svjetiljke moraju biti tako izrađene da obrazuju jednu cjelinu dovoljne mehaničke čvrstine, koju u toku eksploatacije karakterišu:

– otpornost protektora na udar. Protektor treba da bude od polikarbonata otpornog na UV zračenje ili od specijalno ojačanog stakla sa otpornošću na udar $IK \geq 08$, zavisno od mjesta ugradnje.

- otpornost kućišta na udar
- otpornost na strujanje vazduha
- otpornost na vibracije
- otpornost na temperaturne promjene.

Stepen otpornosti protektora na udar, označava se pomoću slova IK i brojne vrijednosti energije udara (J).

U skladu sa IEC 62262 stepen IK odgovara energiji udara kao u tabeli br. 2.

Tabela br. 2

| Stepen IK | Energija udara |
|-----------|----------------|
| IK 06 | 1 (J) |
| IK 07 | 2 (J) |
| IK 08 | 5 (J) |
| IK 09 | 10 (J) |
| IK10 | 20 (J) |

4.3. Električne karaktersistike svjetiljki

Elektromehanički elementi svjetiljki služe za međusobno povezivanje svjetiljke i izvora svjetlosti. Glavni električni djelovi svjetiljke su:

- izvor svjetlosti;
- grlo;
- predspojni uređaji;
- provodnici;
- kleme.

Uslovi koje svjetiljka i njeni električni djelovi treba da ispune su sljedeći:

– dimenzije svjetiljki moraju biti tako prilagođene da se zamjenjivi električni dijelovi svjetiljke mogu zamjeniti bez poteškoća i opasnosti.

– zamjenjivi električni djelovi (upaljači, prigušnice) moraju biti kompatibilni sa ostalim električnim djelovima u svjetiljci.

Svi djelovi svjetiljke koji u normalnom pogonu nijesu pod naponom, a koji u slučaju kvara mogu da dođu pod napon, moraju u električnom pogledu biti zaštićeni od indirektnog napona dodira.

Otpor izolacije i dielektrična čvrstoća svjetiljke moraju biti adekvatni.

Otpor izolacije mjeri se jednosmjernim naponom od 500 V na jedan minut poslije priključenja napona.

Dielektrična čvrstoća ispituje se naponom $2U_n + 1000$ V u trajanju od jednog minuta.

4.4. Tehničke karakteristike

Konstrukcija svjetiljki treba da u toku eksploatacionog vijeka, omogući zadržavanje početnih fotometrijskih, električnih i mehaničkih karakteristika u okviru dozvoljenih odstupanja. Pored toga konstrukcija svjetiljke mora onemogućiti prodor prašine, vode i drugih nepoželjnih materija, i to kako u optički dio tako i u dio za smještaj električnih elemenata.

5. ELEMENTI ZA IZBOR SVJETILJKE

Osnovni elementi za izbor svjetiljke

- Fotometrijski i optički;
- Električni;
- Mehanički;
- Elementi ekonomičnosti;
- Elementi bezbjednosti;
- Estetski.

5.1. Fotometrijski i optički elementi

Fotometrijski i optički elementi svjetiljke moraju da budu odabrani tako da zadovolje sve kriterijume javne rasvjete.

Prilikom izbora svjetiljki za primjenu u javnoj rasvjeti, posebnu pažnju posvetiti izboru optičkog sistema svjetiljke, tako da se za različitu geometriju saobraćajnice i uređaja javne rasvjete obezbjedi maksimalno iskorišćenje optičkog sistema uz minimalne gubitke i minimalno rasipanje svjetlosti.

5.2. Električni elementi

Kod izbora svjetiljki mora se voditi računa da sve električne komponente budu tako odabrane da se postigne da faktor snage bude veći od 0,95. Pri prijemu svjetiljki ta karakteristika se može izmjeriti i biti jedan od parametara za izbor svjetiljki.

Preporučuje se primjena savremenih tehničkih rješenja (elektronska prigušnica) koja omogućavaju uštedu potrošnje električne energije, visinu faktora snage ≈ 1 bez upotrebe kondenzatora. Primjena sistema za smanjenje snage i regulacije upravljanja osvijetljenjem je obavezna kod elektronskih prigušnica.

5.3. Mehanički elementi

Dimenzije svjetiljki: Dimenzije svjetiljki moraju da budu u skladu sa vrstom i snagom izvora svjetlosti.

Vrsta i kvalitet materijala korišćenih za izradu svjetiljke: Svjetiljka mora biti izrađena od kvalitetnih materijala, koji će omogućiti dug radni vijek svjetiljke. Materijali od kojih je napravljena svjetiljka moraju da obezbjede zaštitu od korozije i mehaničkih udara.

Konstrukcija svjetiljke: Konstrukcija svjetiljke mora da obezbjedi pravilno funkcionisanje svjetiljke. Svjetiljka mora da posjeduje visok stepene mehaničke zaštite koji obezbjeđuje održavanje deklariranih fotometrijskih karakteristika svjetiljke tokom čitavog radnog vijeka:

1. Svjetiljke za javnu rasvjetu i osvjetljenje puteva

a) Ukoliko se ne predviđa ugradnja elektronskih predspojnih uređaja:

minimum IP65 za optički blok i minimum IP43 za dio sa predspojnim uređajima

b) Ukoliko se predviđa ugradnja elektronskih predspojnih uređaja:

IP66 za optički blok i IP66 za dio sa predspojnim uređajima

2. Svjetiljke za urbane zone (parkovi, rezidencijalne zone, pješačke staze i površine, i drugdje gdje je visina montaže $H \leq 6$ m):

Minimum IP65 za optički blok i minimum IP43 za dio sa predspojnim uređajima

– *Postavljanje svjetiljke*

Svjetiljka mora biti snabdjevena sistemom za jednostavno i bezbjedno postavljanje na stub, liru, zid ili užad (vidjeti preporuku PJR 04).

5.4. Elementi ekonomičnosti

Prilikom izbora svjetiljki za javnu rasvjetu potrebno je voditi računa o sledećim elementima:

– troškovi održavanja;

– jednostavno održavanje;

– održavanje bez specijalnog alata;

– smanjena potreba za održavanjem;

– svjetiljka mora biti tako opremljena da omogućava brzu i jednostavnu montažu na različite tipove nosača i podloga bez dodatnog pribora. Električno povezivanje preko lako rastavljivog konektora predstavlja prednost;

– faktor održavanja;

– moderno osvjetljenje podrazumjeva maksimalnu efikasnost cijelog sistema (svjetiljka, izvora svjetla i predspojni uređaji). Pored što boljeg opšteg stepena iskorišćenja svjetiljke, trebalo bi što češće koristiti svjetiljke sa elektronskim predspojnim uređajima koji dovode do uštede u potrošnji električne energije i boljem iskorišćenju svjetlosnih izvora.

5.5. Elementi bezbjednosti

- Svjetiljka mora biti proizvedena u skladu sa standardom IEC 60598-1;
- Na svjetiljci se mora ispitati usaglašenost tokom proizvodnje prema standardu IEC 60598-1;
- Svjetiljka mora biti snabdjevena izvještajem o ispitivanju prema standardu IEC 60598-1;
- Svjetiljka mora imati natpisnu naljepnicu sa svim potrebnim podacima o proizvodu prema standardu IEC 60598-1.

5.6. Estetski elementi

- Svjetiljka mora da se uklapa u okolinu kako po obliku, tako i po boji.
- Svjetiljka mora biti savremenog dizajna i kompatibilna sa postojećom arhitekturom u okruženju, što posebno važi za prominentne, parkovske i rezidencijalne prostore, kao i za dekorativno osvjetljavanje gdje svjetiljka ne smije bitno narušavati izgled objekta.

5.7. Ekološki aspekti

5.7.1. Svjetlosno zagađenje

Distribucija svjetlosti mora biti takva da eventualno rasipanje svjetlosti u atmosferu (ULR/upward lighting ratio/ prema normama CIE) svede na minimum.

5.7.2. Ekološki materijali

Svjetiljka treba da bude u maksimalnom procentu izrađena od materijala koji ne zagađuju životnu sredinu, da sadrži lako rasklopljive djelove i oznake materijala radi lakšeg odlaganja po isteku životnog vijeka. Materijali koji mogu da se recikliraju predstavljaju prednost.

5.7.3. Demontaža i odlaganje svjetiljki

Svjetiljke kojima je istekao životni vijek se odlažu u skladu sa Zakonom o odlaganju otpada.

6. ODRŽAVANJE SVJETILJKI

Svjetiljke za javnu rasvjetu moraju da budu tako konstruisane i izrađene od kvalitetnih materijala da je potreba za održavanjem svedena na minimum.

Održavanje svjetiljki za javnu rasvjetu mora da bude jednostavno (jednostavan pristup sijalici i predspojnom uređaju) i bez upotrebe specijalnog alata.

Za efikasno i plansko održavanje javne rasvjete potrebno je:

- izraditi bazu podataka o svim tehničkim parametrima sistema javne rasvjete (podaci o ugradnji, nastalim kvarovima, zamjene...)
- utvrđivanje plana zamjene izvora svjetlosti
- utvrđivanje plana za farbanje postojećih metalnih stubova, kao i tehnološki postupak koji se mora primjenjivati u tom slučaju i sl.
- investitor je dužan da "Komunalnim uslugama" d.o.o preda Projekat izvedenog stanja u digitalnoj formi.
- Kod realizacije većih projekata, potrebno je da prodavac dostavi uzorak svjetiljke na uvid "Komunalne usluge" d.o.o.

ELEMENTI ZA NOŠENJE SVJETILJKI PRJ 04

SADRŽAJ

1. Predmet i područje primjene
2. Bibliografski podaci
3. Defisanje elemenata nosača svjetiljki
4. Stubovi kao nosači svjetiljki
 - 4.1. Vrste stubova
 - 4.2. Temelj i veze stuba sa temeljom
 - 4.3. Antikorozijska zaštita stubova od čelika
5. Estetski kriterijumi

1. PREDMET I PODRUČJE PRIMJENE

Predmet ovog djela preporuka je definisanje i sistematizacija osnovnih karakteristika elemenata za nošenje svjetiljki, kao građevinskih konstrukcija.

2. BIBLIOGRAFSKI PODACI

1. JUS U.E7. 086/1986 Određivanje dužine izvijanja
2. JUS U.E7. 096/1986 Štapovi izloženi pritisku i savijanju
3. JUS C.BO. 500/1988 Opšti konstrukcioni čelici
4. JUSC.H1. 060/1989 Čelična užad za opštu namjenu – zavojno uže 1 x 7
5. JUSU.E7. 145/1991 Noseće čelične konstrukcije spojene zakivcima i vijcima
6. JUS U.E7. 150/1987 Zavarene noseće čelične konstrukcije
7. JUS EN 40-1/1992 Stubovi za osvjetljenje – termini i definicije
8. JUS EN 40-2/1992 Stubovi za osvjetljenje – mjere i tolerancije
9. JUS EN 40-3/1992 Stubovi za osvjetljenje – materijali
10. JUS EN 40-4/1993 Stubovi za osvjetljenje – površinska zaštita metalnih stubova za osvjetljenje

11. JUS EN 40-5/1993 Stubovi za osvjtljenje – prostori za elektroinstalacije i prolaz kablova
12. JUS EN 40-6/1993 Stubovi za osvjtljenje – projektna opterećenja
13. JUS EN 40-8/1992 Stubovi za osvjtljenje – metoda za provjeru dimenzionisanja ispitivanjem
14. JUS EN 40-9/1992 Stubovi za osvjtljenje – posebni zahtjevi za armirane i prednapregnute betonske stubove za osvjtljenje
15. PBAB – 87 Pravilnik za beton i armirani beton
16. Metalne konstrukcije – Osnove proračuna i konstruisanja, Buđevac, Marković, Bogavac, Tošić Beograd, 1999. god.

Svi navedeni standardi dostupni su korisnicima, te njihove odredbe nijesu prenijete u ovaj dokument. Standardi su podložni izmjenama i uvijek se treba pozivati na njihova najnovija izdanja.

3. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA

3.1. Stub u statičkom smislu predstavlja vertikalni konzolni nosač koji je oslonac za jednu ili više svjetiljki.

3.2. Zatega u statičkom smislu predstavlja lančanicu u koju je unijeta sila zatezanja čime je ona prešla u stabilan sistem – nosač.

3.3. Konzola (lira, nosač) u statičkom smislu predstavlja horizontalni konzolni nosač koji je na odgovarajući način pričvršćen za fasadu zgrade.

4. STUBOVI KAO NOSAČI SVJETILJKI

4.1. Vrste stubova

Prema *načinu pričvršćivanja* svjetiljki, stubovi nosači svjetiljki se dijele na:

- ravne stubove
- stubove sa konzolom

Ravan stub je prav stub bez konzole koji direktno nosi svjetiljku.

Stub sa konzolom je stub koji nosi jednu ili više svjetiljki preko jedne ili više konzola.

Preporučuje se da poprečni presjek stuba bude okruglog – konusnog, šestougaoonog ili osmougaoonog pravilnog oblika, sa boljom uzdužnom finalnom obradom vara. **Primjena višesegmentnih stubova nije dozvoljena.**

Debljina zidova usvojenih cijevi ne smije biti manja od 3 mm. Unutrašnjost stubova mora biti pripremljena sa nosačem za priključnu ploču i šarafom za povezivanje uzemljenja stuba. S obzirom na to da su u Podgorici na saobraćajnicama i parkinzima uglavnom ugrađivani stubovi visine 8, 10 i 12 metara, praksa je pokazala da je sa aspekta održavanja najpovoljnije da ovi stubovi budu minimalnog donjeg prečnika 180 mm i otvora za priključnu ploču minimalnih dimenzija 500 x 100 mm.

Prilikom ugradnje novih stubova javne rasvjete potrebno ih je propisno obilježiti. Stubovi se obilježavaju metalnim pločicama, pločicama od pleksiglasa ili termootpornom folijom (naljepnicom). Oznaka mora biti pravougaonog oblika dimenzija 100 x 80 mm i mora da sadrži: ime trafostanice sa koje se rasvjeta napaja, broj stubnog mjesta (broj izvoda / broj stubnog mjesta). Oznaka se, radi sprečavanja uništavanja ili krađe, ugrađuje na visini od 2,8 metara od podnožja stuba.

Prema ***vrsti materijala*** od kojih se izrađuju, stubovi nosači svjetiljki mogu biti:

- čelični
- aluminijumski

Čelični stubovi su najekonomičniji i samim tim najrasprostranjeniji. Čelik koji se koristi mora da odgovara onom iz JUS.C.BO. 500/1988, klasa Č 0361 ili da bude bolji od njega.

Posebnu vrstu čeličnih stubova predstavljaju stubovi sa spoljnom zaštitom od polikarbonata i ispunom između spoljašnje zaštite i samog stuba – od poliuretana. Ovi stubovi su tipski i naručuju se kataloški od proizvođača koji garantuje za njihove mehaničke karakteristike i nosivost. Koriste se za visine do 5 m. Dimenzije temelja i način pričvršćivanja stuba za temelj takođe određuje proizvođač prema tipu stuba.

Aluminijumski stubovi se izrađuju od legura aluminijuma kvaliteta opisanog u JUS EN 40-3/1992.

U izgradnji novih objekata javne rasvjete na gradskom području nije dopuštena primjena betonskih stubova.

Kod realizacije većih projekata potrebno je da prodavac dostavi uzorak stuba na uvid "Komunalnim uslugama" d.o.o. Podgorica.

4.2. Temelj i veze stuba sa temeljom

Veza stuba i temelja treba ostvarivati preko ležišne ploče i ankera kako bi se omogućila nesmetana demontaža stuba u slučaju potrebe.

Ležišna – anker ploča stuba može biti tanjirastog oblika – ispupčena radi ravnomjernog raspoređivanja sile na sva četiri ankera i efikasnog odvođenja vode od stuba, ili ravna kako bi mogla da omogući efikasno odvođenje vode.

Direktno ankerovanje stuba u temelj se ne preporučuje.

Veza stuba sa uzemljivačem mora biti izvedena na način koji omogućava trajan i kvalitetan spoj. Preporučljivo je da se taj spoj izvede u unutrašnjosti stuba kako bi bio zaštićen od spoljašnjih uticaja.

4.3. Antikoroziorna zaštita stubova od čelika

Aktivne mjere zaštite od korozije sprovode se da bi se spriječio prolazak vode unutar cijevi, konstruisanjem veza koje nijesu previše osjetljive na koroziju kao i pravim izborom kvaliteta čelika. Pasivna zaštita od korozije ostvaruje se isključivo:

- metalnim prevlakama – cinčanjem ili
- ukoliko estetski uslovi nameću potrebu za bojenjem, mora se primijeniti sljedeći postupak: na već pocinčane stubove se elektrostatički nanosi sloj željene boje koja se zatim peče u cilju dobijanja termolak obrade.

Ove vrste zaštite treba sprovoditi prema JUS EN 40-4/1993.

Predhodnu pripremu površina za zaštitu treba uraditi prema Pravilniku o tehničkim mjerama i uslovima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije, stav III – Priprema površina čeličnih konstrukcija za zaštitu od korozije (Sl. list SFRJ, br. 32/70).

Ankeri i zavrtnji za vezu čeličnih djelova sa betonskim temeljom moraju se zaštititi podesnim premazom na bazi bitumena ili tera kamenog uglja.

Ležište ploče od čelika moraju biti postavljene na temelj preko sloja cementnog maltera, epoksi smole ili bitumena tako da u potpunosti bude ispunjen međuprostor između čelične ploče i betona.

Gornja površina betonskog temelja mora biti zaštićena bar jednim zaštitnim premazom na bazi bitumena ili tera kamenog uglja.

4.4. Priključne ploče

Preporučuje se da odabir priključne ploče bude takav da se omogući visok stepen IP zaštite i uvođenje kablova presjeka do 35 mm² bez izrade stopica, osim na stubovima na kojima se ugrađuju tri kabla.

5. ESTETSKI KRITERIJUMI

Prilikom izbora elemenata za nošenje svjetiljke, bilo da je to stub, zatega ili konzola, važno je voditi računa o uklapanju u okolni ambijent po veličini, obliku, materijalu i boji.

U novim naseljima se, po pravilu, elementi za nošenje svjetiljki biraju u saradnji sa autorom arhitektonskog rješenja.

Pozicija postavljanja stubova javne rasvjete ne smije da ometa bezbjedno kretanje pješaka na pješačkim prelazima niti da zaklanja semaforску signalizaciju.

SADRŽAJ

1. Predmet i područje primjene
2. Bibliografija
3. Definicije osnovnih pojmova
4. Orman (grupa) javne rasvjete
5. Električna oprema ormana i grupe za javnu rasvjetu
6. Vodovi za napajanje javne rasvjete
7. Priključak stubova na vodove za napajanje javne rasvjete
8. Upravljanje javnom rasvjetom

1. PREDMETI PODRUČJE PRIMJENE

Ove preporuke imaju za cilj:

- određivanje načina napajanja i upravljanja mrežom javne rasvjete;
- određivanje osnovnih karakteristika elemenata za napajanje i upravljanje mrežom javne rasvjete.

Potrošači koji ne spadaju u javnu rasvjetu, kao što su panoi tipa: bilbord, metrolight, city light i sl., mogu se priključiti na mrežu javne rasvjete pod uslovima koje će odrediti preduzeće koje održava i upravlja javnu rasvjetu.

2. BIBLIOGRAFIJA

Odredbe pravilnika i standarda na koje se ove preporuke pozivaju, dostupne su svima, te se njihove odredbe nijesu prenosile kroz tekst ovog dokumenta. U slučaju da se neki od navedenih standarda promjeni ili dopuni, važe samo njihova najnovija izdanja.

| | | |
|-----|--|---|
| 1. | JUSN.E5.221 | Niskonaponski topljivi osigurači – Dopunski tehnički uslovi za osigurače za primjenu pretežno u industriji – Osigurači sa topljivim umecima sa nožastim kontaktima. |
| 2. | JUSN.K5.010 | Niskonaponski aparati za upravljanje – Konatktori – Opšti tehnički uslovi i ispitivanja. |
| 3. | JUSN.K5.010/1 | Niskonaponski aparati za upravljanje – Konatktori – Opšti tehnički uslovi i ispitivanja – Dopune i izmjene. |
| 4. | JUS N.E3.005 | Grla za sijalice sa navojem – Tehnički uslovi i ispitivanja. |
| 5. | JUSN.K5.053 | Niskonaponske upravljačke sklopke – Posebni uslovi za rotacione upravljačke sklopke. |
| 6. | JUSN.C5.230 | Elektroenergetika – Kablovi sa izolacijom od termoplastičnog ili umreženog polietilena, sa plaštom od termoplastičnih ili elastomjernih, za nazivne napone od 1 kV do 35 kV |
| 7. | JUSN.C5.230 | Elektroenergetika- Samonosivi kablovski snop sa izolacijom od umreženog polietilena za nazivni napon do 0,6/1 kV |
| 8. | JUSN.C1.351 | Al-čelična užad za nadzemne vodove – Tehnički uslovi |
| 9. | JUSN.E3.140 | Instalacione sklopke – sklopka 6 i 10 A, 250 V za ugrađivanje u zid i učvršćivanje pomoću vijaka |
| 10. | Pravilnik o tehničkim normativima za instalacije niskog napona, Sl.list SFRJ 53/88 i 54/88 i Sl. List SRJ 28/95 | |
| 11. | Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica, Sl. List SFRJ 13/78 i Sl, list SRJ 37/95 | |

3. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA

Za potrebe ovih preporuka primjenjuju se sledeće definicije:

Javna rasvjeta (u daljem tekstu JR) – električno osvetljenje javnih površina za kolski, pješачki i mješoviti saobraćaj, čije je napajanje i održavanje u nadležnosti JPKU.

5. ORMAR (GRUPA) JR

Za napajanje instalacija javne rasvjete koristi se slobodnostojeći ormar za JR (OJR) ili grupa za JR (GJR) smještena na STS 10/0,4 kV za montažu na stub. Dozvoljava se ugradnja i montaža grupe za javnu rasvjetu u TS 10/0,4 kV.

Ormar ili grupa za javnu rasvjetu napajanje energijom dobijaju iz distributivne mreže 1 kV.

Ormar i grupa su tipizirani, usvojenih dimenzija (prilog crteži 1,2) i vidno obilježeni simbolom JR. Ukoliko se u ormaru montira uređaj za regulaciju napona u cilju smanjenja potrošnje električne energije, ormar može biti i širi, ali ne više od ukupno 1250 mm).

OJR i GJR su po pravilu urađeni od materijala sledećih karakteristika:

- nazapaljiv,
- nehigroskopan,
- otporan na mehanička oštećenja IK 10,
- otporan na hemijska dejstva atmosferskih agenasa,
- stepen zaštite IP 65,
- montažna ploča je od izolacionog materijala.

Preporučljivo je da ormar bude izrađen od ojačanog poliestera, sa ugradnim elementima za nošenje opreme. Takođe, potrebno je da postoji staklo na dijelu ormara na kojem je planirano postavljanje brojila radi lakšeg očitavanja stanja. Ugradnja stakla na ormaru nesmiye narušiti zaštitu IK 10.

Temelj, način ankerisanja i uvodi/izvodi kablova u ormaru JR moraju biti tipizirani, radi mogućnosti primjene i zamjene ormara JR raznih proizvođača.

6. ELEKTRIČNA OPREMA ORMARA I GRUPE ZA JAVNU RASVJETU

Osnovni zahtjevi koje ugrađena električna oprema u ormaru ili grupi za JR mora da ispuni su sljedeći:

- Efikasna i pouzdana zaštita od: preopterećenja, kratkog spoja, previsokog napona dodira, atmosferskih i sklopnih prenapona.

- Mjerenje utrošene električne energije u skladu sa tarifnim pravilnikom koji se odnosi na kategoriju potrošnje 0,4 kV drugi stepen. U pravilu se koristi trosistemsko trofazno brojilo aktivne energije 3 x 380 V nazivne struje 60 A, sa inegriranim uklopnim satom za promjenu tarife. Izuzetno, ako opravdani tehnički razlozi to nameću, koristi se poluindirektno brojilo aktivne energije 3 x 380V 5 A, uz primjenu odgovarajućih strujnih mjernih transformatora. I ovakvo brojilo mora imati integrisan uklopni sat za promjenu tarife.

Preporučuje se, ukoliko isporučilac električne energije može to da omogući, primjena brojila uključena u sistem daljinskog mjerenja i nadzora.

- Obavezna primjena odgovarajućeg sistema za smanjenje potrošnje električne energije, mogućnost izbora rada u režimima cjelonoćno i polunoćno. Sistem se bira na osnovu tehničkih i ekonomskih parametara u zavisnosti od toga da li je u pitanju projektovanje nove rasvjete ili rekonstrukcija postojeće, koja nema ugrađene signalne (pilot) kablove.

Sistem za smanjenje potrošnje električne energije mora da omogući uštedu od najmanje 30%. Sistemi koji obezbjeđuju veću uštedu imaju prednost.

Sistem mora da ima mogućnost selektivnog upravljanja (rasvjeta na pješačkim prelazima, autobuskim stajalištima, mostovima, kao i uz neke objekte od posebnog značaja, mora u periodu smanjene potrošnje ostati u nominalnom režimu rada sa posebnim intezitetom osvjetljenja. Poželjno je i jednostavno upravljanje rasvjetom u određenim vremenskim intervalima za određene prilike (novogodišnji praznici, skupovi, manifestacije i sl.).

Sistem mora imati mogućnost neprekidnog i daljinskog upravljanja.

Svi navedeni zahtjevi moraju biti potvrđeni projektnom dokumentacijom bilo da se radi o izgradnji nove ili rekonstrukciji postojeće rasvjete.

– Upravljanje i nadzor javne rasvjete vrši se kompaktnim vremenskim prekidačima sa programom za astronomsko vrijeme. Uređaj je jednokanalni ili dvo kanalni u zavisnosti od primijenjenog sistema smanjenja potrošnje električne energije. Sama konstrukcija i veličina ormara mora da omogući perspektivnu zamjenu ovih prekidača (uklopnih časovnika) uređajima za daljinski nadzor i upravljanje.

– Pouzdan razvod se obezbjeđuje primjenom opreme: koja podrazumijeva smanjen nivo održavanja, koja je zaštićena od neposrednog dodira. Sva ugrađena oprema: zaštitni prekidači, osigurači, moraju biti neosetljivi na smetnje koje bi mogle uzrokovati neželjeno okidanje (npr. usled atmosferskih ili pogonskih prenapona).

– Efikasna zaštita od prenapona primjenom metal oksidnih odvodnika, odgovarajućeg tipa – klase. Povezivanje i spajanje se mora izvesti u skladu sa preporukom proizvođača za sistem zaštite TNS. Odvodnici moraju obezbijediti funkciju odvajanja u slučaju otkaza kao i njegovu signalizaciju.

6.1. Oprema ormara za Javnu rasvjetu

Oprema koju treba da sadrži ormar javne rasvjete je sljedeća:

6.1.1. Sekcija 1 (dovod)

– Kompaktni trofazni prekidač prema standardu IEC 60947-2:

– Nazivna struja 80 A

– Nazivni napon AC 50Hz, 690V

– Elektronska zaštita od preopterećenja sa vremenskim zatezanjem, od kratkog spoja s trenutnim djelovanjem, modulom za diferencijalnu zaštitu (IEC 60255-4 i IEC60801-2 do 5), neosetljiva na smetnje koje bi mogle uzrokovati neželjeno okidanje (npr. usled atmosferskih ili pogonskih prenapona), sa mogućnošću podešavanja osjetljivosti vremena odlaganja .

– Izolaciona montažna ploča

– Prenaponska zaštita – metal-oksidnih odvodnika In (20 kA), i maksimalno 65 kA za val 8/20 odgovarajućeg tipa – klase. Povezivanje i spajanje se mora izvesti u skladu sa preporukom proizvođača za sistem zaštite TNS. Odvodnici moraju obezbijediti funkciju odvajanja u slučaju otkaza kao i njegovu signalizaciju.

6.1.2. Sekcija 2 . (mjerenje)

– Trosistemsko, trofazno brojilo aktivne energije 3 x 380V nazivne struje 60A, sa inegriranim uklopnim satom za promjenu tarife. Izuzetno, ako opravdani tehnički razlozi to nameću koristi se poluindirektno brojilo aktivne energije 3 x 380V, 5A uz primjenu odgovarajućih strujnih mjernih transformatora. I ovakvo brojilo mora imati integriran uklopni sat za promjenu tarife.

– Izolaciona montažna ploča

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 6 A. Digitalni voltmetar 0-600 V.

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 6A. Brojač radnih sati.

6.1.3. Sekcija 3. (upravljanje i razvod)

– Kompaktni vremenski prekidač sa programom za astronomsko vrijeme. Uređaj je jednokanalni ili dvokanalni u zavisnosti od primijenjenog sistema smanjenja potrošnje električne energije. Sama konstrukcija i veličina ormara mora da omogući perspektivnu zamjenu ovih prekidača (uklopnih časovnika) uređajima za daljinski nadzor i upravljanje.

– Izolaciona montažna ploča

– Tropolni kontaktori 500 V, 80 A, upravljački napon od 230 V, 50 Hz, sa dva para pomoćnih kontakata.

– Jednopolna sklopka sa nultim položajem “1-0-2” za montažu na DIN šinu kom 2.

– Sistem za smanjenje potrošnje električne energije, sa mogućnošću izbora rada u režimima cjelonoćno i polunoćno. Sistem podrazumjeva komplet sklopova, veza i pomoćnih releja u skladu sa uputstvom proizvođača. Izbor sistema se vrši na osnovu tehničkih i ekonomskih parametara u zavisnosti od toga da li je u pitanju projektovanje nove rasvjete ili rekonstrukcija postojeće koja nema ugrađene signalne kablove (PP 00 4 x 16+2,5 mm², PP 00 4 x 25 + 2.5 mm²).

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 6 A.

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 16 A.

– Monofazna šuko utičnica za montažu na DIN šinama.

– Kompaktna fluorescentna svjetiljka koja se aktivira preko prekidača koji se montira na vratima u unutrašnjem dijelu ormara.

– Oklopljeni osigurač – rastavljač (IEC60269-2-1) nazivne struje 63A, nazivni napon AC 50 Hz, 690 V sa vijekom trajanja u ciklusima (kategorija A i CO ciklus 2000) – 3 odnosno 5 komada (zavisno od željenog broja izlaza).

– Osigurač i rastavljač povezuju se izolovanom igličastom sabirnicom.

– Brava sa univerzalnim ključem za odjeljak sa brojiлом sa ključem ED Podgorica.

– Šema izvedenog stanja sa označenim pravcima izvoda u posebnom džepu sa unutrašnje strane vrata.

– Oznake za obilježavanje ormara i opreme (tip ormara, naziv ormara u mreži ED Podgorica, ime proizvođača, način zaštite od indirektnog dodira). Sve oznake moraju biti ugravirane na pločicama od trajnog materijala, pričvršćene zavrtnjima – ne smiju se lijepiti.

– Redne klemme 2,5 mm².

– Zajednička neutralna sabirnica.

– Sabirnica za uzemljenje.

6.2. Oprema grupe za JR u niskonaponskom razvodnom ormanu transformatorske stanice za montažu na stub

Oprema koju treba da sadrži grupa za JR je sledeća:

– Kompaktni tropolni prekidač prema standardu IEC 60947-2:

– Nazivna struja 80 A

– Nazivni napon AC 50Hz, 690 V

– Elektronska zaštita od preopterećenja sa vremenskim zatezanjem, od kratkog spoja sa trenunim djelovanjem, modulom za diferencijalnu zaštitu (IEC 60255-4 i IEC 60801-2 do 5, neosetljiva na smetnje koje bi mogle uzrokovati neželjeno okidanje (npr. usled atmosferskih ili pogonskih prenapona), sa mogućnošću podešavanja osjetljivosti vremena odlaganja.

– Izolaciona montažna ploča

– Prenaponska zaštita – metaloksidnih odvodnika In (20 kA) i maksimalno 65 kA za val 8/20 odgovarajućeg tipa – klase. Povezivanje i spajanje se mora izvesti u skladu sa preporukom proizvođača za sistem zaštite TNS. Odvornici moraju obezbijediti funkciju odvajanja u slučaju otkaza kao i njegovu signalizaciju.

– Trosistemska, trofazna brojilo aktivne energije 3 x 380V nazivne struje 60A, sa integrisanim uklopnim satom za promjenu tarife.

– Izolaciona montažna ploča

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 6 A. Digitalni voltmetar 0-600 V.

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 6 A. Brojač radnih sati.

– Kompaktni vremenski prekidač sa programom za astronomsko vrijeme. Uređaj je jednokanalni ili dvokanalni u zavisnosti od primijenjenog sistema smanjenja potrošnje električne energije. Sama konstrukcija i veličina ormara mora da omogući perspektivnu zamjenu ovih prekidača (uklopnih časovnika) uređajima za daljinski nadzor i upravljanje.

– Izolaciona montažna ploča

– Tropolni kontaktori 500V, 80A, upravljački napon od 230 V, 50Hz, sa dva para pomoćnih kontakata.

– Jednopolna sklopka sa nultim položajem “1-0-2” za montažu na DIN šinu kom 2.

– Sistem za smanjenje potrošnje električne energije, sa mogućnošću izbora rada u režimima cjelonoćno i polunoćno. Sistem podrazumjeva komplet sklopova, veza i pomoćnih releja u skladu sa uputstvom proizvođača. Izbor sistema se vrši na osnovu tehničkih i ekonomskih parametara u zavisnosti od toga da li je u pitanju projektovanje nove rasvjete ili rekonstrukcija postojeće, koja nema ugrađene signalne kablove (PP 00 4 x 16 + 2,5 mm², PP 00 4 x 25 + 2,5 mm²).

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 6 A.

– Automatski prekidač, kriva B nazivne struje 16 A.

– Monofazna šuko utičnica za montažu na DIN šinama.

– Kompaktna fluorescentna svjetiljka, koja se aktivira preko prekidača koji se montira na vratima u unutrašnjem dijelu ormara.

– Oklopljeni osigurač – rastavljač (IEC 60269-2-1) nazivne struje 63 A, nazivni napon AC 50 Hz, 690 V sa vijekom trajanja u ciklusima (kategorija A i CO ciklus 2000) – 1 odnosno 2 komada (zavisno od željenog broja izlaza).

– Osigurač i rastavljač povezuju se izolovanom igličastom sabirnicom.

– Brava sa univerzalnim ključem za odeljak sa brojiлом sa ključem ED Podgorica.

– Šema izvedenog stanja sa označenim pravcima izvoda u posebnom džepu sa unutrašnje strane vrata.

– Oznake za obilježavanje grupe i opreme (tip ormara, naziv grupe u mreži ED Podgorica, ime proizvođača, način zaštite od indirektnog dodira). Sve oznake moraju biti ugravirane na pločicama od trajnog materijala, pričvršćene zavrtnjima – ne smiju se lijepiti.

– Redne kleme 2,5 mm².

– Zajednička neutralna sabirnica.

– Sabirnica za uzemljenja.

Grupa za JR može imati najviše dva izvoda.

7. VODOVI ZA NAPAJANJE JR

Pri izboru napojnih vodova ormara i mreže JR treba provjeriti sledeće:

- dozvoljeni pad napona treba od ormara ili grupe za JR da bude manji od 5%;
- efikasnost zaštite od opasnih napona prema Pravilniku o tehničkim normativama za zaštitu niskonaponskih mreža i pripadajućih transformatorskih stanica;
- struje u radnom režimu i pri kratkom spoju.

7.1. Vodovi za napajanje ormara javne rasvjete

Za napajanje ormara (grupe) JR koriste se po pravilu kablovski vodovi presjeka

– bakar 4x35 mm² и 4x50 mm²

– aluminijum 4x50 mm² и 4x70 mm², tipa:

– PP00

– XP00

U svemu prema JUSN.C5.230.

U posebnim slučajevima kad navedeni presjeci ne zadovoljavaju kriterijume iz tačke 6. ugrađuju se kablovi u skladu sa konkretnom, revidovanom projektnom dokumentacijom.

7.2. Vodovi za napajanje mreže javne rasvjete

Napajanje mreže JR izvodi se trofazno, i to što se svaki treći stub JR u nizu priključuje na istu fazu napojnog kabla.

7.2.1. Kablovski vodovi i napajanje mreže javne rasvjete

Za napajanje mreže JR koriste se kablovski vodovi presjeka

– bakar 4 x 16 mm² i 4 x 25 mm², tipa:

– PP00

– XP00

U svemu prema JUSN.C5.230.

U posebnim slučajevima kad navedeni presjeci ne zadovoljavaju kriterijume iz tačke 7. ugrađuju se kablovi u skladu sa konkretnom revidovanom projektnom dokumentacijom.

7.2.2. Polaganje kablovskih vodova

Kablovski vodovi za napajanje javne rasvjete, po pravilu, prate liniju stubova koji nose svjetiljke. Ako se prilikom izgradnje kablovske mreža zajedno sa kablovima za distributivnu potrošnju polažu i kablovi za JR dozvoljeno je njihovo polaganje u isti rov.

7.2.3. Nadzemni vodovi za napajanje mreže javne rasvjete

Nadzemni vodovi koji se koriste za napajanje mreže JR su:

– Provodnici za JR usnopljeni sa vodom distributivne potrošnje (samonoseći kablovski snop) presjeka 16 mm^2 i 25 mm^2

Tipovi provodnika koji se koriste za nadzemne vodove su:

– X00-A $2 \times 16 \text{ mm}^2$

– X00-A $2 \times 25 \text{ mm}^2$

– X00-A $4 \times 16 \text{ mm}^2$

– X00-A $4 \times 25 \text{ mm}^2$

U svemu prema JUS N.C5.250 i JUS N.C1.351.

8. PRIKLJUČAK STUBOVA NA VODOVE ZA NAPAJANJE JAVNE RASVJETE

Stub javne rasvjete priključuje se na vod za napajanje na principu ulaz-izlaz tj. **izlazni, prolazni, čvorni ili krajnji stub**.

Izlazni stub je prvi stub u nizu posle OJR i može biti prolazni ili čvorni.

Prolazni stub sadrži dva kabla, odnosno ulazni i izlazni kabal.

Čvorni stub sadrži tri kabla, odnosno ulazni i dva izlazna kabla.

Krajnji stub je poslednji u nizu stubova i on sadrži samo ulazni kabal.

Zbog lakšeg i bržeg održavanja potrebno je posebno označiti izlazni i čvorni stub.

Električno spajanje napojnih kablova u stubu je dozvoljeno samo uz upotrebu priključnih ploča i kvalitetnog kablovskog pribora (kablovskih završnica).

Nije dozvoljeno priključenje stuba bez upotrebe priključnih ploča, npr. u podnožju stuba ili betonskom temelju ispod stuba, jer ovo onemogućava jednostavne manipulacije u havarijskom stanju.

Nije dozvoljeno priključenje stubova na čijim priključnim pločama se priključuje više od tri kabla.

Ukoliko se svjetiljka priključuje na kablovski vod, priključenje se vrši preko **priključne ploče** koja može biti tipa ulaz-izlaz, ili odvojena. Priključna ploča mora da omogući jednostavno priključenje i rastavljanje kabla u režimu kvara i mora da sadrži sledeće elemente:

– stezaljke za priključenje do četiri provodnika presjeka do 35 mm² sa donje strane i jednog ili dva provodnika presjeka 1,5-10 mm² sa gornje strane. Poželjno je da su stezaljke su u bojama koje obilježavaju fazne, nulte i zaštitne provodnike.

– za zaštitu svjetiljke preporučljivo je da se koristiti kombinacija minijaturnih nosača osigurača sa cilindričnim topljivim uloškom, fra osigurač ili automatski prekidač u kombinaciji sa diferencijalnim modulom automatskog ponovnog uključenja kod neodrživog kvara.

9. UPRAVLJANJE JAVNOM RASVJETOM

9.1. Izbor upravljanja javnom rasvjetom

U svakom ormaru i grupi javne rasvjete obavezno omogućiti automatsko i ručno uključenje i isključenje.

9.2. Automatsko upravljanje JR

Upravljanje javnom rasvjetom i nadzor nad njom vrši se kompaktnim vremenskim prekidačima sa programom za astronomsko vrijeme. Uređaj je jednokanalni ili dvokanalni, u zavisnosti od primijenjenog sistema smanjenja potrošnje električne energije. Sama konstrukcija i veličina ormara mora da omogući perspektivnu zamjenu ovih prekidača (uklopnih časovnika) uređajima za daljinski nadzor i upravljanje.

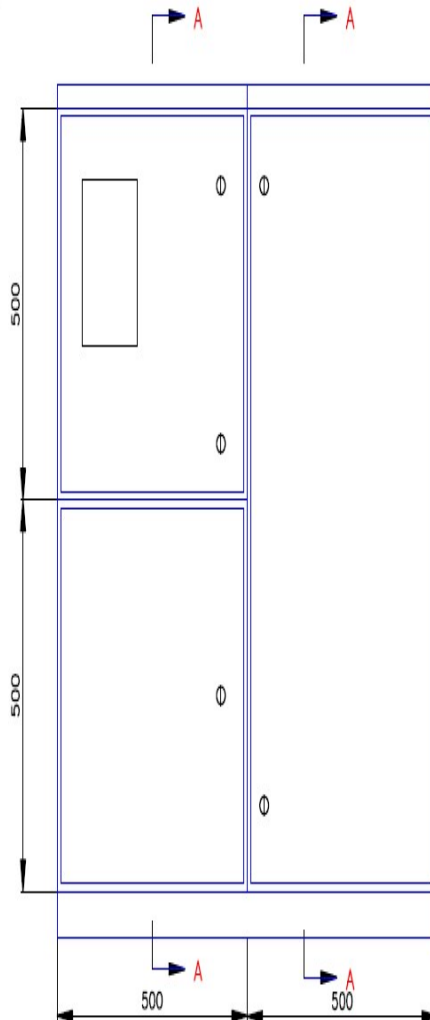
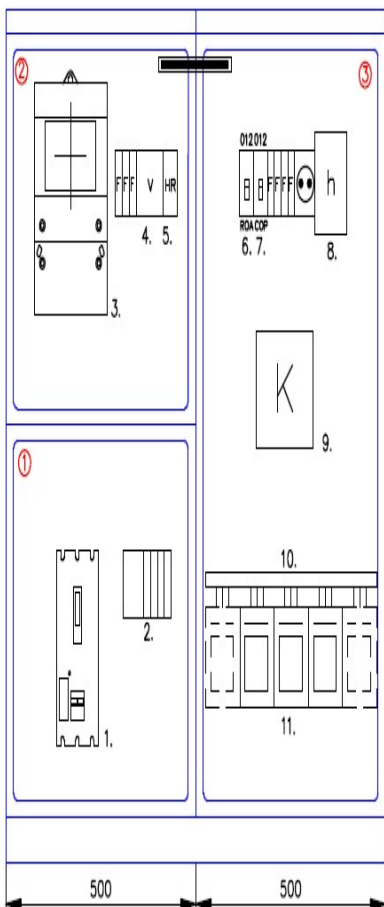
9.3. Cjelonoćna i polunoćna JR

U svakom razvodnom ormaru OJR i GJR, mora postojati mogućnost noćnog i polunoćnog rada.

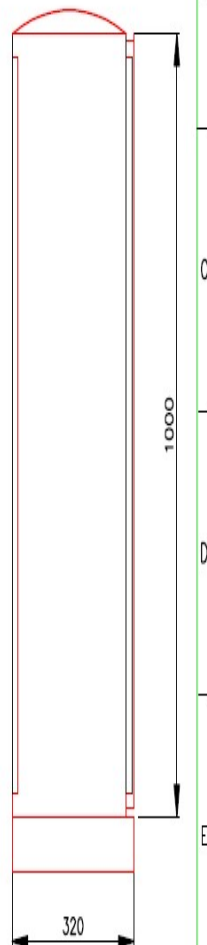
9.4. Ukrašavanje

U djelovima grada u kojima se predviđa ukrašavanje potrebno je u gornjem dijelu stuba predvidjeti OG utičnicu za tu namjenu.

ORMAN JAVNE RASVJETE (OJR)



PRESEK A-A



LEGENDA:

SEKCIJA ①

- 1. PREKIDAČ
- 2. PRENAPONSKA ZAŠTITA
- 3. DIGITALNO BROJILO
- 4. VOLTMETAR
- 5. BROJAČ RADNIH SATI

SEKCIJA ③

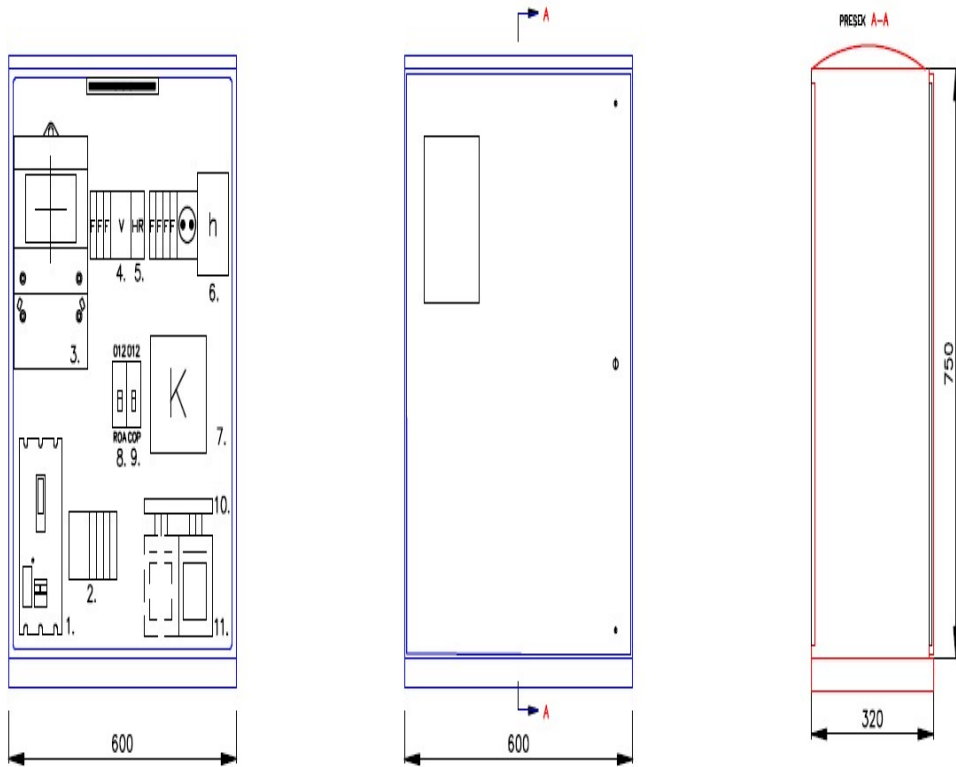
- 6. SKLOPKA RUČNO-AUTOMASKI
- 7. SKLOPKA POLUAUTOČNO-CJELONOČNO
- 8. 2-KANALNI PROGRAMABILNI VREMENSKI PREKIDAČ
- 9. KONTAKTOR
- 10. SABIRNICA IZOLOVANA
- 11. OSIGURAČI-RASTAVLJAJČI

SEKCIJA ②

- 3. DIGITALNO BROJILO
- 4. VOLTMETAR
- 5. BROJAČ RADNIH SATI

| | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------------|
| Datum | Projekat: | Projektni broj: | Crtez: |
| Odgovorni projektant | TEHNIČKA DOKUMENTACIJA ZA | | Izgled Ormana javne rasvjete sa |
| Projektant | TIPSKI ORMAN JAVNE RASVJETE | | 5(3) izvoda i digitalnim brojiom |
| Saradnik | Investitor: | | Broj crteza: |
| | | | List |
| | | | Listova |

GRUPA JAVNE RASVJETE (GJR)



LEGENDA:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. PREKIDAČ | 7. KONTAKTOR |
| 2. PRENAPONSKA ZAŠTITA | 8. SKLOPKA RUČNO-AUTOMASKI |
| 3. DIGITALNO BROJILO | 9. SKLOPKA POLUNOČNO-CJELONOČNO |
| 4. VOLTMETAR | 10. SABIRNICA IZOLOVANA |
| 5. BROJAČ RADNIH SATI | 11. OSIGURAČI-RASTAVLJAI |
| 6. 2-KANALNI PROGRAMABILNI VREMENSKI PREKIDAČ | |

| | | | | | | | |
|--|--|--|----------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------------|--------------|
| | | | Datum | Projekat: | Projektni biro: | Crtez: | |
| | | | Odgovorni projektant | TEHNIČKA DOKUMENTACIJA ZA | | Izgled Grupe javne rasvjete sa | |
| | | | Projektant | TIPSKI ORMAN JAVNE RASVJETE | | 2(1) izvoda i digitalnim brojiom | Broj crteza: |
| | | | Saradnik | Investitor: | | | List |
| | | | | | | | Listova |

SADRŽAJ

1. Predmet i područje primjene
2. Bibliografija
3. Definicije osnovnih pojmova
4. Mjerenje luminancije
5. Mjerenje osvijetljenosti
6. Zahtjevi u pogledu mjernih instrumenata
7. Ocijena rezultata svjetlotehničkih mjerenja

1. PREDMET I PODRUČJE PRIMJENE

Ove preporuke definišu tehničke zahtjeve i metode mjerenja normiranih veličina kod instalacija javne rasvjete.

Zavisno od klase javne rasvjete, mjerene veličine su luminacija i/ili osvijetljenost. Primjenjuje se na području Glavnog grada za ocjenu kvaliteta izvedenog stanja instalacija javne rasvjete, kao i za njihovu ocjenu nakon utvrđenog perioda eksploatacije.

2. BIBLIOGRAFIJA

Djelovi ovih preporuka pozivaju se na pojedine tačke sledećih standarda i preporuka:

1. *Calculation and Measurement of Luminance and Illuminance in Road Lighting*, CIE 30-2 (TC-4.6.), 1982.

2. Pravilnik o metrološkim uslovima za fotoelektrične luminansmetre – mjerila luminancije, Službeni list SRJ, br. 28/99.

3. Pravilnik o metrološkim uslovima za fotoelektrične luminansmetre – mjerila osvijetljenosti, Službeni list SRJ, br. 5/99.

3. DEFINICIJE OSNOVNIH POJMOVA

Proračunsko polje je tipičan predstavnik površine javne saobraćajnice koja je od interesa za vozača;

Proračunska tačka je tačka na površini puta za koju je izračunata vrijednost luminancije i/ili osvjetljenosti prema projektu;

Tačka posmatranja je uvijek postavljena 60 m ispred prvog poprečnog reda proračunskih tačaka na visini od 1,5 m od površine puta.

Ukoliko se određuje srednja luminancija i ukupna ravnomjernost pozicija tačke posmatranja mora da je udaljena za jednu četvrtinu ukupne širine kolovoza od desne ivice kolovoza poprečno u odnosu na kolovoz. Ukoliko se određuje podužna ravnomjernost pozicija tačke posmatranja mora biti na sredini svake kolovozne trake;

Srednja luminancija izračunava se kao srednja vrijednost luminancija izmjerenih u specificiranim mjernim tačkama;

Dinamička srednja luminancija predstavlja luminanciju opaženu od strane vozača pri vožnji duž puta.

4. MJERENJE LUMINANCIJE

4.1. Opšte napomene

Luminancija površine kolovoza mjeri se radi poređenja izmjerenih vrijednosti luminancije sa proračunskim vrijednostima, koje su date u projektu.

Potrebno je izvršiti aktivnosti koje su potrebne da bi stvorili uslovi za obavljanje mjerenja (izrada svjetlotehničke karte).

Izrada svjetlotehničke karte Glavnog grada detaljno će regulisati klase luminancije saobraćajnica iz kojih će proizilaziti tehnički parametri projektnih zadataka. Jedan od ulaznih parametara za svjetlotehnički proračun je stepen refleksije koji je potrebno dobiti analizom uzoraka asfalta koji se koristi za saobraćajnice Glavnog grada.

Nakon što se stvore uslovi potrebno je vršiti provjeru proračunatih vrijednosti luminancije mjerenjem.

Napon na svjetiljkama u toku mjerenja mora se održavati na nominalnoj vrijednosti. Ukoliko to nije moguće, moraju se izvršiti odgovarajuće korekcije izmjerenih vrijednosti luminancije.

Luminancija se mjeri na suvom kolovozu.

5. MJERENJE OSVIJETLJENOSTI

Osvjetljenost se mjeri na površini puta u tačkama specificiranim projektom (proračunske tačke).

Svi izvori svjetlosti koji pripadaju instalaciji osvjetljenja moraju biti potpuno vidljivi sa mjesta na kojem se postavlja fotoelement luksmetra. Svjetlost koja ne potiče od izvora koji pripadaju instalaciji osvjetljenja mora se efikasno zakloniti.

Napon na sijalicama mora biti podešen na nominalnu vrijednost. Ukoliko to nije moguće postići, mora se korigovati rezultat mjerenja primjenom odgovarajućih korekcionih faktora.

Svrha mjerenja osvjetljenosti je da se uporedi sa proračunatim vrijednostima iz projektne dokumentacije.

6. ZAHTJEVI U POGLEDU MJERNIH INSTRUMENATA

Instrumenti za mjerenje luminancije (luminansmetri) i osvjetljenosti (luksmetri) javnih saobraćajnica moraju ispunjavati uslove propisane u Pravilniku o metrološkim uslovima za fotoelektrične luksmetre – mjerila osvjetljenosti (Službeni list SRJ, br. 5/99) za klase tačnosti 2.5 i 5.

Mjerne instrumente mora pregledati nadležna organizacija i moraju biti snabdjeveni odgovarajućim žigom ili uvjerenjem o ispravnosti.

Pored navedenih, mjerni instrumenti za mjerenje luminancije, treba da ispunjavaju sljedeće zahtjeve:

- da imaju mogućnost promjene mjernog ugla u skladu sa zahtjevima ovog standarda;
- da imaju teleskopski objektiv koji omogućava tačno lociranje i definisanje mjernih tačaka;
- da im je spektralna osjetljivost korigovana prema spektralnoj osjetljivosti ljudskog oka (kriva $V(\lambda)$);
- da im je temperaturni koeficijent zanemarljiv u radnom opsegu temperature, ili, ukoliko to nije slučaj, da je jasno deklarisan od strane proizvođača te omogućava korigovanje rezultata mjerenja;

Luksmetri koji se koriste za mjerenje osvjetljenosti na javnim saobraćajnicama treba da ispunjavaju i sljedeće zahtjeve:

- da su snabdjeveni odgovarajućim karakteristikama za eliminisanje kosinusne greške za upadne uglove svjetlosti do 85° ;
- da im je spektralna osjetljivost korigovana prema spektralnoj osjetljivosti ljudskog oka (kriva $V(\lambda)$);
- da im je temperaturni koeficijent zanemarljiv u radnom opsegu temperature, ili, ukoliko to nije slučaj, da je jasno deklarisan od strane proizvođača, te omogućava korigovanje rezultata mjerenja.
- da imaju mogućnost jednostavnog (ili automatskog) postavljanja u horizontalan položaj.

7. OCJENA REZULTATA MJERENJA

Rezultati mjerenja na javnim saobraćajnicama moraju da sadrže i procjenu mjerne nesigurnosti sa kojom su određeni. Pored podataka o metrološkim svojstvima mjernog instrumenta sa kojim su izvršena mjerenja (klasa tačnosti, greška spektralne osjetljivosti, temperaturni koeficijent), izvještaj o mjerenjima mora da sadrži podatke o temperaturi okoline pri kojoj su vršena mjerenja (i eventualne korekcije), naponu na sijalicama (i eventualne korekcije).

Za konačnu ocjenu stanja instalacija javne rasvjete neophodno je prikazati rezultate mjerenja u pojedinim mjernim tačkama uporedo sa proračunskim (projektovanim) vrijednostima mjerne veličine.

Dozvoljeno odstupanje izmjerenih vrijednosti srednje osvjetljenosti i srednje luminancije od proračunatih ne smije biti veće od 10%.

8. TESTIRANJE UZORAKA NA PRORAČUNSKOM POLJU

Uvođenjem novih tehnologija, kao i prilikom isprobavanja uzoraka svjetiljki, potrebno je njihovo prethodno testiranje kroz pilot projekat. Pilot projektom se provjerava potrošnja električne energije testnih svjetiljki kao i osvjetljenost posebno formiranog polja (dijela saobraćajnice između dva susjedna stuba).

Poređenje svjetiljki se može vršiti:

– Prilikom testiranja LED svjetiljki i poređenja sa postojećim konvencionalnim svjetiljkama. Tada se u posebno formiranom polju zabilježavaju tačke posmatranja a shodno gore navedenim preporukama i vrši se mjerenje osvjetljenosti prvo konvencionalnih svjetiljki pa zatim sa predloženim zamjenskim rješenjem. Mjerenja se u oba slučaja vrše u istim tačkama posmatranja. Nakon toga određuje se srednja osvjetljenost i poredi u svim tačkama kako bi se utvrdila ocjena stanja instalacije.

Članovi komisije:

1. Mladen Rašović MSc
2. Prof dr. Milovan Radulović
3. Boban Ceković, dipl.el.ing
4. Risto Lučić, dipl.el.ing
5. Pavle Medenica, dipl.ing.saobr.
6. Milka Šćepović, dipl.ing.metal.
7. Ivana Šaranović, dipl.ecc.

M. Rašović
Radulović
Ceković
Lučić
Medenica
Milka Šćepović
Ivana Šaranović

01-031/16-5328

Gradonačelnik
Slavoljub Stijepović, dipl.pravnik

