

Mile Jurković, ing. elekt., dipl. ing. prom.

SUVREMENA VANJSKA RASVJETA ŽELJEZNIČKIH KOLODVORA

1. Činjenice

Željeznički kolodvori prometna su mjesta velike složenosti na kojima se obavlja vrlo velik broj aktivnosti, od kojih su neke presudne za sigurnost putnika i robe. Već kada se promotri europska norma HRN EN 12464-2:2007, koja govori o rasvjeti radnih mjesta, u dijelu koji opisuje željeznički promet nalazi se dvadesetak kategorija koje su važne upravo za željeznički promet. Naravno, nisu sve opisane kategorije iste važnosti, ali o svima treba voditi posebnu brigu kada se projektira vanjska rasvjeta kolodvora ili kada se pristupa rekonstrukciji postojeće rasvjete.

Zone željezničkih kolodvora dijele se na nekoliko zasebnih skupina pa se razlikuju područja u kojima komuniciraju putnici, područja za pripremu i utovar/istovar robe, tehnička područja i prometni dio kolodvora. Svako od tih područja podliježe posebno definiranim rasvjetnim uvjetima.

1.1. Područja komunikacije putnika

Nakon što putnik prođe kroz kolodvorsku zgradu, pojavljuje se na peronu gdje mu se mora omogućiti brza i dobra orijentacija. Osim toga, potrebno mu je omogućiti dobro prepoznavanje različitih znakova, signala pa i drugih putnika te željezničkog osoblja. Kako bi mu to omogućili, treba predvidjeti relativno snažnu i jednoliku rasvjetu uz visoki stupanj reprodukcije boja (CRI). Nažalost, tvorcima europske norme EN HRN 12464-2:2007 nisu posebnu važnost pridavali stupnju reprodukcije boja pa koristimo priliku ukazati na važnost navedenoga. Današnje rasvjetne tehnologije omogućuju zadovoljenje toga bitnog uvjeta, i to uz neznatno povećanje cijene u odnosu na svjetiljke koje ne omogućuju toliko visok stupanj reprodukcije boja. Jedan od osnovnih razloga zašto to spominjemo leži u ljudskoj psihologiji. Naime, željeznički kolodvori načelno su prostori gdje vladaju velike žurbe i brz pješački promet, no istodobno su brojne situacije kada putnici čekaju vlak i tada šetaju kolodvorom, razgledajući. U tim okolnostima važno je ugoditi im koristeći izvore svjetla koji vrlo kvalitetno reproduciraju izvorne boje. Tek kada budu mogli dobro razaznati boje iz svoje okoline, putnici će biti zadovoljni i mirni.

1.2. Područja pripreme i prijevoza robe

U zonama u kojima se roba priprema za utovar u vlak (bilo da je riječ o poštanskim pošiljkama, prtljazi ili glomaznome teretu) bitno je moći raspoznati vrstu robe kao i njezinu deklaraciju kako bi se utovarila u pravi vlak. U toj zoni načelno je važan intenzitet rasvjetljenosti pa su i rasvjetni sustavi koncipirani u skladu s time.

1.3. Tehnička područja

Tehnička područja su sve one zone koje putnici ne doživljavaju i ne vide. Mnogi putnici ni ne znaju da te zone uopće postoje. Riječ je o prostorima gdje se vlakovi pripremaju i organiziraju, održavaju i kontroliraju. Na tim je mjestima potrebno omogućiti dovoljnu razinu vidljivosti kako ne bi došlo do nesreće ili ozljede. Ostali zahtjevi su skromni jer je u načelu riječ o vrlo sporom prometu željezničkih vozila pa su rizici od nezgode minimalni u okruženju koje je rasvjetljeno prema normi.

1.4. Prometni dio

Prometni dio kolodvora čine prilazne zone kolosijeka gdje se svjetlosnom signalizacijom vlakovođe upozorava na dolazak u zonu kolodvora. Riječ je i o lokacijama skretnica vezanima uz sami kolodvor kao i o kolosijecima na kojima vlakovi ili djelovi kompozicija miruju, čekajući da krenu ili da budu organizirani u vlak. U prometnome dijelu površine tog tipa najvažniji svjetlotehnički parametar jest blještanje koje treba izbjeći, odnosno treba osigurati normom propisane vrijednosti. Naime, osim što vlakove organiziraju kontrolori, ključnu ulogu imaju strojovođe koji uz dobru vidljivost u slučaju da primijete neku nepravilnost u organizaciji prometa ili osobe ili predmete na svojoj trasi mogu pravodobno reagirati.

2. Postojeće stanje vanjske rasvjete željezničkih kolodvora

Kada govorimo o postojećoj rasvjeti željezničkih kolodvora, treba reći kako je riječ o kombinaciji fluorescentnih izvora svjetla i žarulja na izboj (živine, natrijeve i u manjoj mjeri metal-halogene) relativno velike snage. Zbog tehničkih ograničenja postojeća rasvjeta kolodvora bila je konstruirana tako da se nije pazilo na potrošnju jer se jedinim važnim uvjetom smatrala sigurnost.

Za sustav hrvatskih željeznica zabrinjavajući je podatak da je još uvijek u uporabi više tisuća svjetiljaka s fluorescentnim cijevima i živinim izvorima svjetlosti instaliranim prije više desetljeća. Te se instalacije uredno održavaju, ali sve je veći problem pronaći tako zastarjele izvore svjetla. Situacija još više iznenađuje ako se zna da se u instalacijama još uvijek koriste i izvori sa žarnom niti. Modernije instalacije imaju ugrađene

izvora svjeta na izbor poput natrijevih ili metal-halogenih izvora. Svi spomenuti izvori svjetlosti su, za današnje prilike, zastarjeli, i to iz više razloga. Naime, riječ je o pretjeranoj potrošnji električne energije tijekom eksploatacije odnosno gorenja. Također, riječ je o izvorima svjetla koji imaju relativno kratak vijek trajanja u odnosu na moderne izvore, posebno na LED izvore svjetlosti. U kombinaciji sa stupovima na koje su instalirani, a koji su vrlo visoki, troškovi održavanja višestruko su veći od troškova rekonstrukcije cjelokupnog sustava vanjske rasvjete (dakle, ako se i stupovi zamijene modernijima, nižima a time i lakše dostupnima). Još jedna otežavajuća okolnost postojeće instalacije jest i potreba za posebnim protokolom zbrinjavanja jer žarulje na izbor u sebi sadrže elementarnu živu koja je već prije nekoliko desetljeća proglašena patogenim elementom pa se sve više pozornosti posvećuje načinu zbrinjavanja takvih izvora svjetlosti.

Iz gore opisanih činjenica proizlazi mogućnost donošenja vrhunskih rješenja u kontekstu potpune rekonstrukcije rasvjetnih sustava kolodvora kojima bi se povećala razina kvalitete rasvjete, pri čemu bi se ostvarile znatne uštede u potrošnji energije i na održavanju ali i u zaštiti okoliša u širem smislu.

2.1. Europska norma HRN EN 12464-2:2007

Europska norma HRN EN 12464-2:2007 opisuje parametre rasvjete radnih mjesta. Za naše potrebe izdvojili smo dio koji se odnosi na situacije u tračničkom prometu (vlakovi i tramvaji).

Prema definiciji iz europske legislative, razlikuju se prostori za rad, rekreaciju i boravak ljudi. Težište je na radnim mjestima jer se na tim lokacijama ljudi zadržavaju najdulje. Osim toga, to su mjesta najveće

Tablica 1. Zahtjevi za rasvjetu radnih prostora na željeznici

Prostor, zadatak, aktivnost	Ėm lx	Uo	GR _L	Ra	Napomena
Prostori željezničkog prometa (lagane željeznice, željeznice, tramvaji, podzemne željeznice ...)					Obvezno izbjegavati blještanje (zasljepljivanje vozača).
Kolosijeci u putničkim željezničkim stajalištima	10	0,25	50	20	Ud> 1/8
Željeznička utovarišta	10	0,4	50	20	Ud> 1/5
Otpremni kolosijek, kratko trajanje radova	10	0,25	50	20	Ud> 1/8
Otvoreni peroni, ruralne i lokalne željeznice, mali broj putnika	15	0,25	50	20	Posebno dobro rasvijetliti rubove perona; Ud> 1/8
Prilazne pješačke staze	20	0,4	50	20	
Željezničko-cestovni prijelazi u razini	20	0,4	45	20	
Otvoreni peroni, prigradske i regionalne željeznice s velikim brojem putnika	20	0,4	45	20	Posebno dobro rasvijetliti rubove perona; Ud > 1/5
Otpremni kolosijek, neprekidno trajanje radova	20	0,4	50	20	Ud> 1/5
Otvoreni peroni na otpremnim kolosijecima	20	0,4	50	20	Ud> 1/5
Površine za servisiranje vagona i lokomotiva	20	0,4	50	40	Ud> 1/5
Stubišta u manjim i srednjim kolodvorima	30	0,4	50	20	Ud> 1/5
Željeznička utovarišta, prostori za rukovanja	30	0,4	45	20	Ud> 1/5
Površine za spajanje i priključivanje	50	0,4	45	40	
Otvoreni peroni, međunarodne usluge	50	0,4	45	20	Posebno dobro rasvijetliti rubove perona; Ud> 1/5
Zatvoreni peroni, prigradske i regionalne željeznice	50	0,4	45	40	Posebno dobro rasvijetliti rubove perona; Ud> 1/5
Zatvoreni peroni, otpremni kolosijeci, kratko trajanje radova	50	0,4	45	20	Ud> 1/5
Zatvoreni peroni, međunarodne usluge	100	0,5	45	40	Posebno dobro rasvijetliti rubove perona; Ud> 1/3
Stubišta u velikim kolodvorima	100	0,5	45	40	
Zatvoreni peroni, otpremni kolosijeci, neprekidno trajanje radova	100	0,5	45	40	Ud> 1/5
Ispitne i kontrolne jame	100	0,5	40	40	Koristiti niskoblješteće sustave usmjerene rasvjete

odgovornosti i najvećih rizika pa im se pristupa uz posebnu pozornost.

U prvoj tablici prikazan je dio europske norme HRN EN 12464-2:2007 koji se odnosi na željeznički promet.

Vrijednosti u tablici:

- Em (postojana rasvjetljenost) – količina svjetla koja je pala na promatranu plohu
- U0 (jednolikost) – odnos između najmanje i najveće razine rasvjetljenosti promatrane plohe
- GR_L (granica ruba blještanja) – gornja razina blještanja
- Ud (kontrast) – odnos najmanjeg i najvećeg intenziteta svjetla na površini

Vrijednosti označene crvenom bojom trebale bi iznositi >80!

2.2. Postojeće stanje

U nastavku ćemo prikazati primjere iz analize postojećeg stanja u nekoliko nasumice odabranih hrvatskih kolodvora iz kojih će najbolje biti vidljivo da je došlo vrijeme za rekonstrukciju vanjske rasvjete gotovo svih željezničkih kolodvora u Hrvatskoj.



Slika 1. Zastarjele svjetiljke

Na slici 1. mogu se vidjeti zastarjele svjetiljke koje su u uporabi, a koje su davno nadiđene novim, dostupnim tehnologijama. Riječ je o tehnologiji iz ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća temeljenoj na živinim ili natrijevim izvorima svjetlosti. Iako su u to doba te svjetiljke bile moderno i prihvatljivo rješenje, danas to više nije tako. Svjetiljke imaju oblik kugle, pri čemu je njezina gornja polutka aluminijski otpresak u obliku polukugle, dok se donji dio sastoji od polikarbonatnog odljevka u istome obliku. Izvor svjetla u toj svjetiljci nalazi se otprilike na njezinoj razdjelnici. Zamućena semikalota polikarbonatnog difuzora, kojoj je vrijeme dalo još viši stupanj svjetlonepropusnosti, emitira svjetlo prema zemlji ali i prema nebu. Njezina učinkovitost odavno nije prihvatljiva ni prema normi ili važećim zakonima ni u smislu vidljivosti. Na fotografiji je prikazan periferni putnički peron, gdje je vrlo važno kvalitetno rasvijetliti rubni dio perona te putnicima ukazati na prepreke koje ih mogu spriječiti u prolasku. Također je važno stojivo osigurati kvalitetnu vidljivost potencijalnih smetnji na kolosijeku. Svjesni smo činjenice da

ljudi često, unatoč brojnim upozorenjima i znakovima, prelaze prugu na mjestima poput ovoga prikazanog na fotografiji, želeći uštedjeti nekoliko minuta svojega vremena, „skraćujući si put“, i pritom ne razmišljajući o tome u kakav se rizik upuštaju. Kvalitetna rasvjeta spriječiti će potencijalne nezgode ili tragedije.

Primjer solidne rasvjete natkritog perona prigradskog željezničkog kolodvora prikazan je na slici 2. Na fotografiji se mogu dobro razabrati kvalitetno i brižno isprojektirane konstrukcije koje nose nadstrešnice na kojima je postavljena rasvjeta na bazi fluoizvora. Iako ponešto zastarjele, te svjetiljke, u slučaju da su ispravne, mogu omogućiti neometanu komunikaciju putnika, a time i najvišu razinu njihove sigurnosti.



Slika 2. Sadašnja rasvjeta perona prigradskog željezničkog stajališta

Danas bi respektivna rasvjeta, koja bi obuhvaćala LED svjetiljke, sigurno bila drugačije projektirana, no s gledišta kvalitete svjetla ne postoje ozbiljni prigovori. Glavne zamjerke takvu rješenju jesu uporaba fluorescentnih cijevi (T8) starog tipa te solidna doza svjetlosnog onečišćenja koje proizlazi iz horizontalne emisije svjetla iz svjetiljke. Time se bespotrebno troši energija i onečišćuje okoliš, što je u koliziji s dva zakona iz hrvatske legislative, i to sa Zakonom o energetske učinkovitosti – NN 127/14 i Zakonom o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja – NN 114/11. Dakle, i takvo, naoko solidno rješenje zahtijeva rekonstrukciju u dogledno vrijeme.

Prikazat ćemo i vrlo dvojbeno rješenja rasvjete prilaznih djelova kolodvorima. Ti djelovi kolosijeka rasvijetljavaju se zbog potencijalnih neodgovornih osoba koje pretrčavaju prugu te zbog toga da se strojovođi dodatno ukaže na to da vlakom ulazi u zonu vrlo sporog tijeka prometa, zonu željezničkog kolodvora (slika 3).



Slika 3. Zastarjela rasvjeta prilazne zone

Riječ je o primjeru zaista zastarjele svjetiljke, koja je u ovome slučaju i krivo postavljena, pa time izaziva nekoliko, za današnje vrijeme, nepovoljnih posljedica. Riječ je o svjetiljci iz proizvodnog programa tvrtke Elko SC iz sedamdesetih godina prošlog stoljeća. U tu je svjetiljku ugrađen živin izvor svjetla snage 250 W, a svjetiljka je montirana na stup koji je viši od 10 m. U Hrvatskoj je još uvijek u uporabi velik broj takvih svjetiljaka i sve su uglavnom u vrlo lošem stanju, čak i bez svih djelova (slika 4.). U slučaju koji je prikazan na slici 4. riječ je o potpuno neispravnoj svjetiljci koju treba žurno zamijeniti iz više razloga. Ponajprije zato jer se kukci koji se pokušavaju zavući u grlo svjetiljke spaljuju na samome izvoru svjetla, čime se znatno skraćuje životni vijek izvora svjetla. Također, padaline vrlo lako mogu naglo ohladiti balon žarulje, što može uzrokovati njegovo pucanje, a staklo i elementarna živa koja se nalazi u balonu tada mogu pasti na zemlju. Nije manje važno ni to što je svjetiljka u cijelosti izgubila i ono malo fotometričkih svojstava (nadzor snopa svjetla) koja je imala kada je bila nova pa danas ne svijetli uopće ili svijetli u svim smjerovima, blješteći bez nadzora.



Slika 4. Stare svjetiljke

Vlakovi u punome mirovanju parkiraju se na rubne kolosijeke, koji graniče s drugim zonama poput puteva ili parkirališnih površina. Jedan takav primjer jest zona tzv. mrtvog kolosijeka na slici 5. Na fotografiji se može



Slika 5. Neobično svjetlotehničko rješenje

uočiti visoki stup s cestovnim svjetilkama koji je već opisan. Funkcija te rasvjete nije jasna jer ne odgovara ni željezničkim ni cestovnim (parkirališnim) potrebama. Čini se da je ona, postavljena na metalni stup visok oko osam metara, instalirana kako bi se upotpunile neke tamne zone na području perifernog dijela kolodvora. To je tipični primjer lošeg projektiranja ili njegova izostanka jer je potrošnja energije jedini rezultat takve rasvjete. Dakle, ne postoji ni jedan valjani razlog za ugradnju takvih instalacija. Svjesni smo toga da su takve situacije rezultat jednoga prošlog vremena kada se znatno manje pozornosti pridavalo projektiranju rasvjete pa se ona najčešće postavljala konfuzno, bez poznavanja njezinih osnovnih mogućnosti, a posebno bez poznavanja posljedica i učinaka takve rasvjete.

U prilog navedenoj tezi ide i činjenica da su na istome mjestu, a što je također vidljivo na slici 5., postavljena dva potpuno različita svjetlotehnička rješenja, ali s istim ciljem. U zadnjem planu na fotografiji vidljiv je vrlo visok rasvjetni stup s dvije svjetiljke tipa TEP – Ovoid u koje su ugrađene živine žarulje snage 250 W. Te su svjetiljke montirane na visini od 16 m, čime su stvoreni idealni uvjeti za štetnu emisiju svjetla, odnosno svjetlo prodire u stanove zgrada u neposrednoj blizini. S druge strane, svjetlo nije dovoljno koncentrirano da bi kvalitetno rasvjetlilo ciljani prostor. Osim toga, tako postavljene svjetiljke, koje su pritom i nagnute, smetaju strojovođama zbog odbljeska, osobito za kišna vremena, čime je ugrožena sigurnost ljudi i robe u vlaku. Naime, u tome slučaju strojovođe ne mogu na vrijeme uočiti prelazi li netko preko pruge.



Slika 6. Stare kuglaste svjetiljke

Na mnogim mjestima u zoni željezničkih kolodvora pješački promet prolazi preko pruge. Jedan od primjera prikazan je na slici 6. na kojoj se vidi prijelaz za pješake preko kolosijeka koji nije deniveliran, zbog čega postoji rizik od pješakova nailaska pred vlak koji se kreće. Tu lokaciju donekle naglašava kuglasta svjetiljka, što nije dovoljno da bi se pješake upozorilo na posebno mjesto u sklopu željezničkog kolodvora, gdje treba biti vrlo oprezan tijekom prelazanja.

Takva opasna mjesta potrebno je rasvijetliti posebnim svjetilkama koje se inače koriste za rasvjetu pješačkih prijelaza (zebra) na cesti. Na taj bi se način upozorilo pješake i vlakovođe da se približavaju opasnom mjestu gdje se trebaju oprezno kretati. Opisane situacije samo su dio problematike vezane uz rasvjetu željezničkih kolodvora jer ono što putnici doživljavaju kao kolodvor manji je dio kolodvorskoga kompleksa.

3. Moderni koncepti vanjske rasvjete

Nakon 2000. razvitak LED izvora svjetla doživljava eksponencijalni porast pa danas gotovo da ne postoji područje ljudske djelatnosti gdje se taj tip izvora svjetla ne može uvesti. Osim toga, revolucionarni izvor svjetla, LED, omogućuje brojne benefite poput uštede na potrošnji energije te dugotrajnost i potpuno čist način zbrinjavanja. Budući da je riječ o točkastome izvoru svjetla, uz kojeg dolaze vrlo sofisticirani optički uređaji, proizvođačima je omogućen vrhunski nadzor nad snopom svjetla koji se usmjerava samo tamo gdje je to potrebno. Dugotrajnost LED izvora u velikoj mjeri smanjuje troškove održavanja tijekom životnog vijeka

izvora koji se procjenjuje na gotovo 100 000 sati. U kontekstu naše zemljopisne lokacije, gdje noć u prosjeku traje 11 sati, govori se o trajnosti od oko 25 godina.

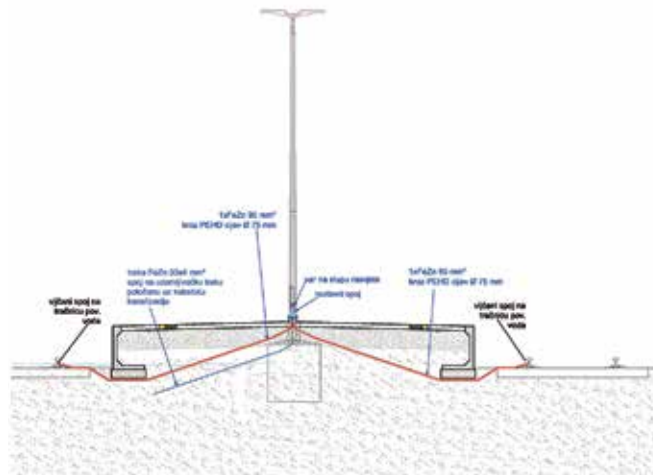
Učinkovitost LED izvora (lm/W), koja je u velikoj mjeri nadišla učinkovitost većine ostalih izvora svjetla, omogućuje znatno nižu potrošnju električne energije, a faktor snage ($\cos \phi$), koji je veći od 0,95, svjedoči o vrhunskoj kvaliteti tog tipa izvora svjetla.

Treba napomenuti kako se u složeni sustav rasvjete poput onoga u željezničkim kolodvorima, uz LED svjetiljku, vrlo jednostavno može dodati i sustav upravljanja koji će dodatno povećati uštede u potrošnji energije i produljiti vijek trajanja LED svjetiljke. Brojni svjetski proizvođači razvili su vlastite sustave upravljanja i regulacije od kojih su neki postali industrijski standardi pa se u velikoj mjeri koriste upravo na lokacijama sličnima onima koje smo opisali.

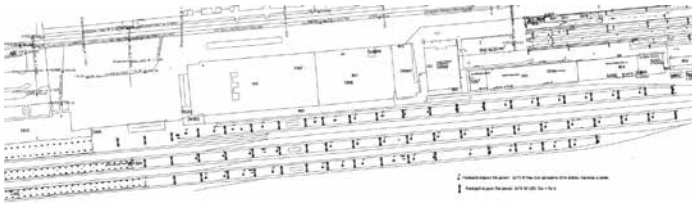
Uz činjenicu o vrhunskoj upravljivosti snopom svjetla iz LED svjetiljke veže se i povoljna uporaba znatno nižih rasvjetnih stupova, čime se u dobroj mjeri popravljaju postojeća veduta lokacija željezničkih kolodvora. U cijelosti se ukidaju stupovi viši od 10 metara, jer za njima više ne postoji potreba, a niži, elegantniji stupovi više ne trebaju biti opskrbljeni pristupnom opremom (penjalice, košare) jer je održavanje gotovo nepotrebno.

Primjer modernog stupa s LED svjetilkama prikazan je na slici 7. koja pokazuje dio tehničkog rješenja modernizacije vanjske rasvjete Zagreb Glavnog kolodvora.

Na slici 7. prikazana je propisna instalacija LED svjetiljaka na rasvjetni stup. Iako je riječ o tehničkom crtežu, vidljivi su elegantna forma LED svjetiljaka kao i njihov ispravan položaj (donji dio svjetiljke mora se podudarati s linijom horizontale, odnosno inklinacija svjetiljke je 0). Tek na taj način svjetiljka neće stvarati emisiju svjetla koja spada u domenu svjetlosnog onečišćenja.



Slika 7. Moderno rješenje rasvjetnog stupa sa svjetilkama



Slika 8. Tehničko rješenje modernizacije rasvjete perona

Kao primjer kvalitetnog rješenja rasvjete perona donosimo dio iz tehničke dokumentacije vezane uz rekonstrukciju rasvjete Zagreb Glavnog kolodvora.

Iako će laik brzo doći do zaključka kako se u novome rješenju govori o većoj snazi od one koja je trenutno instalirana, to nije istina. Poznato je da osim izvora svjetla u svjetiljkama s natrijevim žaruljama postoji i predspojna sprava koja u potrošnji energije sudjeluje sa 10 – 15 % snage izvora svjetla. Iz toga proizlazi da montirana snaga svjetiljaka iznosi 77 – 80 W. Osim toga, rasvjetljenost koju ostvaruju nepravilno raspoređene natrijeve svjetiljke iznosi 20 lx, dok novi rasvjetni sustav omogućuje rasvjetljenost veću od 50 lx, točnije 54 lx, na razini tla, što je više od dva i pola puta. Propisani raspored svjetiljaka jamči propisnu jednolikost svjetla na tlu, čime se ostvaruje još jedan bitan svjetlotehnički parametar. Konačno, a o tome je već bilo riječi, nova instalacija ne zahtijeva posebno održavanje, osim pranja vanjskog dijela svjetiljke jedanput godišnje kako bi opet bila u punoj funkciji. Njezina trajnost od oko 75 000 sati, odnosno više od 18 godina, u odnosu na trajnost postojećih svjetiljaka gdje je izvore svjetla trebalo mijenjati svake dvije godine dodatni je argument u prilog novome rješenju.

Na lokacijama gdje su instalirane svjetiljke velike snage (250 W, 400 W) uštede su još dramatičnije jer se takve svjetiljke zamjenjuju LED svjetiljkama snage od 125 do 180 W. U kontekstu izvora na izbor, za precizni proračun u obzir treba uzeti predspojnu napravu (15 % snage izvora) i tada govorimo o instaliranim snagama od 273 W odnosno 460 W. Deklarirana snaga LED svjetiljke obuhvaća i sudjelovanje predspojne naprave u energetske bilanci, čime se u izračunima uzima u obzir snaga koju je deklarirao proizvođač, bez dodavanja potrošnje predspoja.

U navedenom slučaju obrađene su svjetiljke tvrtke SITECO na stupu visokom pet metara koje imaju sljedeće tehničke parametre:

- LED svjetiljka sa širokosnopnom asimetričnom distribucijom svjetlosti
- ugrađen kontroler za održavanje konstantnog svjetlosnog toka 7300 lm

- startna snaga svjetiljke je 71 W, a krajnja snaga svjetiljke 89 W
- reflektorski sustav visoke definicije (HD-R) za široki snop i smanjenje blještanja svjetiljke
- zračni otvori između modula za kvalitetnije odvođenje topline sa svjetiljke te rebra za hlađenje s gornje strane svjetiljke
- boja svjetla CCT = 4000 K
- ugrađena mikroprocesorska jedinica za regulaciju svjetlosnog toka te za upravljanje i nadzor svjetiljke preko LON-PowerLine
- kućište i nasadnik od lijevanog aluminija obojenog u boju DB702S
- mogućnost zamjene LED modula i kontrolne jedinice neovisno jedno o drugom radi eventualne nadogradnje elementima kvalitetnijih karakteristika
- stupanj zaštite IP65, klasa zaštite II
- mogućnost nasada na stup 60/76 mm te na krak 42/60 mm.
- mogućnost nagiba svjetiljke (inklinacija) 0°, 5°, 10° i 15°.



Slika 9. Svjetiljka tipa SITECO 5XA5823K1C08

Osim spomenute, u rekonstrukciji rasvjetnog sustava Zagreb Glavnog kolodvora predviđene su i zamjenske svjetiljke na stupu visine 10 m za druge pozicije. Njihove su karakteristike:

- LED svjetiljka sa širokosnopnom asimetričnom distribucijom svjetlosti
- ugrađen kontroler za održavanje konstantnog svjetlosnog toka od 10 800 lm
- startna snaga svjetiljke je 111 W, a krajnja snaga svjetiljke 150 W
- reflektor visoke definicije (HD-R) za široki snop i smanjenje blještanja svjetiljke
- zračni otvori između modula za kvalitetnije odvođenje topline sa svjetiljke te rebra za hlađenje s gornje strane svjetiljke
- boja svjetla CCT = 4000 K
- ugrađena mikroprocesorska jedinica za regulaciju svjetlosnog toka te za upravljanje i nadzor svjetiljke preko LON-PowerLine

- kućište i nasadnik od lijevanog aluminija obojenog u boju DB702S
- mogućnost zamjene LED modula i kontrolne jedinice neovisno jedno o drugom radi nadogradnje elementima kvalitetnijih karakteristika
- stupanj zaštite IP65, klasa zaštite II
- mogućnost nasada na stup 60/76 mm te na krak 42/60 mm
- mogućnost nagiba svjetiljke (inklinacija) 0°, 5°, 10° i 15°.



Slika 10. Svjetiljka tipa SITECO 5XA5823K1C08P

Asimetrični širokosnopni reflektor koji bi zamijenio svjetiljke nazivne snage 400 W:

- žarulja HQI-T 250W
- kućište u cijelosti izrađeno od tlačno lijevanog aluminija, dodatno lakirano u boju DB702S
- komplet s predspojnom spravom i propaljivačem
- stupanj zaštite čitave svjetiljke (optički i elektronički dio) IP66
- površina svjetiljke prema vjetru (A_w) $\leq 0,1 \text{ m}^2$
- zračno propusna membrana za izjednačavanje tlaka unutar svjetiljke
- ravno kaljeno staklo
- skala s podjelom po 5° za podešavanje nagiba reflektora
- mogućnost montaže na zid ili pročelje bez dodatnog pribora.



Slika 11. Svjetiljka tipa Siteco 5NA 758 E-1SS0108HST 250W

Da bi se ostvarile potpune uštede koje danas omogućuje visokokvalitetna digitalna tehnologija, u rasvjetni je kontekst predviđena ugradnja sustava za regulaciju nazivnoga svjetlosnog toka. Taj je sustav koncipiran iz sljedećih komponenti:

Sistem za upravljanje i nadzor svjetiljaka

UPRAVLJAČKA JEDINICA - DCD100

- dimenzije 280 x 230 x 112 mm, masa 4400 g
- stupanj zaštite IP65, klasa zaštite II
- komunikacija sa kontrolerima unutar svjetiljaka, tzv. power line protokolom u skladu s DIN EN 50065
- Lon Powerline komunikacija u skladu s ANSI CEA 709.1, *interface* u skladu s ANSI CEA 709.2 EN 14908-1, 2, 3, 4
- prenaponska zaštita 6 kV/1,2/50 prema DIN EN 61037
- mogućnost ugradnje *interfacea* za GSM/GPRS modem
- mogućnost upravljanja sa do 200 kontrolera
- funkcije: *Real time clock*, *E-mail client* za slanje podataka, *Data logger* za praćenje podataka s kontrolera, *Alarm*, *Scheduling* za planiranje i aktiviranje raznih modova rada
- upravljačke jedinice smještene su u RO-u na kolosijecima, a povezane su s kontrolnom sobom optičkim kabelom Single mod fibre (SM) 9/125 μm
- svjetiljkama na stupovima upravlja se LON-Power-Lineom (napojnim vodičem)
- u kontrolnoj sobi upravlja se ručno, tipkalima za određeni broj skupina svjetiljaka ili računalom i softverom s nadzorom rada pojedinih svjetiljaka te praćenje parametara svjetiljaka (snaga, svjetlosni tok, struje, temperatura, broj sati rada)
- TIP SITECO 5EA1BUG1 SLC, Gateway, FO-SM

KONTROLER - 5EA3CUE S LC

- kontroler za upravljanje svjetiljkama tipa ASTRAL DALI koje se montiraju ispod nadstrešnica i u pothodnicima. Smješta se u RO-u u putničkoj zgradi, a povezan je sa svjetiljkama DALI vodom.
- TIP SITECO 5EA3CUE S LC, Controller, LON-PL

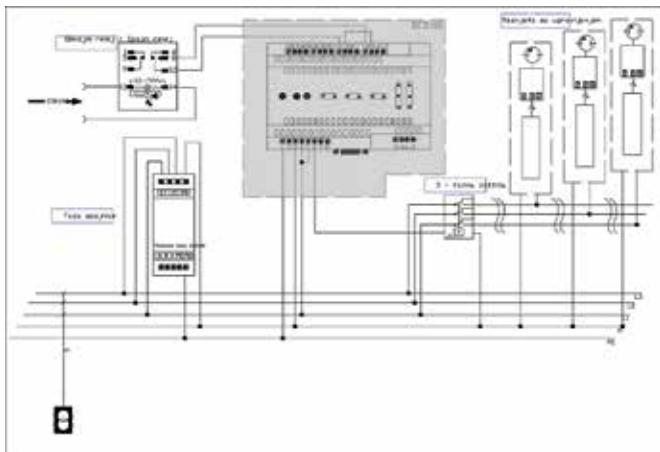
FAZNI COUPLER - 5EA5Y00K01 S LC

- TIP SITECO 5EA5Y00K01 S LC, PhaseCoupler

Na slici 12. prikazana je shema sustava upravljanja rasvjetom navedenim tehnologijama.

Kada se uzmu u obzir svi čimbenici navedeni u ovoj me radu i precizni izračuni ulaganja i benefita koji proizlaze iz rekonstrukcije rasvjete željezničkih kolodvora, postaje potpuno jasna slika novog rješenja i njegovih

karakteristika (energetskih, ekonomskih i ekoloških, uz težište na sigurnosti).



Slika 12. Shema sustava upravljanja vanjskom rasvjetom kolodvora

4. Zaključna razmatranja

Suvremena rasvjetna tehnologija koja nam danas stoji na raspolaganju zajedno s preciznim sustavima za regulaciju i nadzor rasvjete omogućuje ostvarivanje velikih ušteda u potrošnji energije i na održavanju, pri čemu se poboljšavaju svjetlotehnički uvjeti, ali se istodobno posredno smanjuje emisija stakleničkih plinova i čuva okoliš izbjegavanjem štetnih emisija svjetla prema nebu. U složenim prometnim sustavima kao što je željeznica, posebno željeznički kolodvori, takvi zahvati su imperativ, i to zbog zastarjele rasvjetne opreme koja je uz to i u lošem stanju. Rekonstrukcija rasvjetnih sustava omogućuje mnogostruke benefite.

Od ključne je važnosti sigurnost ljudi i robe, kao i osiguravanje od potencijalnih nezgoda i kvarova. Rasvjeta prikazanih lokacija prva je u nizu tehnologija koje služe upravo tomu. Osim toga, dio kolodvorskog konteksta podređen je putnicima, a njima je potrebno pružiti sav mogući komoditet i sigurnost, kako bi im se omogućilo neometano snalaženje i kretanje. Unapređenje rasvjetnih sustava u kontekstu turističke ponude naše zemlje doprinijeti će poboljšanju imidža hrvatskih željeznica, a time i Hrvatske.

Ako se u obzir uzmu mogućnosti financiranja kroz infrastrukturne europske fondove, potpuno je jasno da što prije treba krenuti u smjeru rekonstrukcije rasvjete hrvatskih željezničkih kolodvora. Unatoč složenoj dokumentaciji koju europski fondovi zahtijevaju, trud će se isplatiti povlačenjem barem dijela bespovratnih sredstava, što će investiciju učiniti prihvatljivom.

Literatura:

- [1] HRN EN 12464-2:2008 Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 2. dio: Vanjski radni prostori
- [2] HRN EN 12464-2:2014 Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 2. dio: Vanjski radni prostori
- [3] HRN EN 13201 - Cestovna rasvjeta, Hrvatski zavod za norme
- [4] Zakon o energetske učinkovitosti, NN 127/14
- [5] Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja, NN 114/11
- [6] Cestovna rasvjeta, Edo Širola, Esing Zagreb, 1997.
- [7] Svjetlotehnički priručnik, Elektrovina Maribor, 1978,
- [8] Opći projekt vanjske rasvjete željezničkih kolodvora. K br. 109/74, R.K br. 372/79, R.K br. 81/93,
- [9] Projektna dokumentacija za rekonstrukciju energetike i vanjske rasvjete na Zagreb Glavnom kolodvoru

UDK: 621.32; 625.16

Adresa autora:

Mile Jurković, ing. elekt., dipl. ing. prom.
 Željezničko projektno društvo d.d.
 Trg kralja Tomislava 11/1, Zagreb
 mile.jurkovic@zpd.hr

SAŽETAK

Poput svih digitalnih tehnologija i LED rasvjeta razvija se zavidnom brzinom, što nam danas omogućuje optimizaciju troškova uz poboljšanje kvalitete rasvjete u gotovo svim područjima ljudskog djelovanja. Posebno se to odnosi na rasvjetu radnih mjesta u širem smislu. S druge strane, suočeni smo s vrlo zastarjelom i za današnje uvjete neprimjerenom vanjskom rasvjetom željezničkih kolodvora kao vrlo složenih sustava. Povezujući te dvije polazne premise, došli smo do zaključka kako je uz danas dostupne izvore financiranja sazrelo vrijeme za rekonstrukciju vanjske rasvjete željezničkih kolodvora u Hrvatskoj.

Ključne riječi: rasvjeta željezničkih kolodvora, digitalna tehnologija rasvjete, LED rasvjeta

SUMMARY

MODERN OUTDOOR LIGHTING OF RAILWAY STATIONS

Comparable to all digital technologies, LED lighting is developing at an enviable speed, which currently enables optimization of costs with the improvement of lighting quality in almost all areas of human action. This especially refers to workplace lighting in a wider sense. On the other hand, we are facing quite outdated outdoor lighting of railway stations as very complex systems, which is not suitable for current conditions. Having connected these two starting propositions, we have arrived at the conclusion that, with currently available sources of financing, the time is right for the reconstruction of outdoor lighting of railway stations on Croatia.

Key words: railway station lighting, digital lighting technology, LED lighting