

# Faktori kvalitete javne rasvjete i industrijskih postrojenja

---

Mihić, Mia

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:683797>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mia Mihić

**FAKTORI KVALITETE JAVNE  
RASVJETE I INDUSTRIJSKIH  
POSTROJENJA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional under graduate study of Safety and Protection

Mia Mihić

# **FACTORS QUALITY OF PUBLIC LIGHTING AND INDUSTRIAL PLANTS**

FINAL PAPER

Karlovac, 2016

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Mia Mihić

# **FAKTORI KVALITETE JAVNE RASVJETE I INDUSTRIJSKIH POSTROJENJA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Slaven Lulić, dipl.ing.

Karlovac, 2016.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

I

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: Mia Mihić

Naslov teme: Faktori kvalitete javne rasvjete i industrijskih postrojenja

Opis zadatka:

U završnom radu govorit ću o faktorima kvalitete javne rasvjete i industrijskih postrojenja.

Zadatak zadan:

5/2016

Rok predaje rada:

7/ 2016

Predviđen datum obrane

14.07.2016

Zahvaljujem mentoru dipl. ing. Slavenu Luliću koji je pratio cijeli proces nastajanja završnog rada i svojim savjetima usmjeravao me kako da prevladam probleme koji bi se pojavili prilikom izrade završnog rada.

Tema završnog rada je javna i industrijska rasvjeta. Javna rasvjeta je nužna za život ljudi kako bi nesmetano i sigurno mogli obavljati svakodnevne poslove.

Na početku govorim o svjetlosti, kako svjetlost utječe na čovjeka te o tehnologijama osvjetljenja.

U nastavku govorim o javnoj rasvjeti i faktorima kvalitete osvjetljenja te naposljetku, ističem važnost industrijske rasvjete.

## SUMMARY

The topic of this dissertation is public and industrial illumination. Public lighting is essential for human population to the smooth and safe to perform everyday tasks.

At the beginning of the paper I will talk about light and how it affects on human population and lighting technology.

Later I talk about street lighting and lighting quality factors and, finally, to emphasize the importance of industrial lighting .

## KLJUČNE RIJEČI

Svjetlost, javna rasvjeta, svjetiljka, industrijska rasvjeta, cesta, promet, žarulja

## KEYWORDS

Light, public lighting, lamps, industrial lighting, road, traffic, bulb

SADRŽAJ	IV
Stranica	
ZAVRŠNI ZADATAK	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1.</b>
<b>2. SVJETLOST.....</b>	<b>2.</b>
<b>3. UTJECAJ SVJETLOSTI NA ČOVJEKA.....</b>	<b>3.</b>
3.1. POTREBNA KOLIČINA SVJETLOSTI.....	5.
3.1.1. Svjetlost i dobro osjećanje.....	5.
3.1.2. Svjetlost i aktivnost.....	6.
3.1.3. Svjetlost i produktivnost.....	6.
3.2. SVRHA OSVJETLJENJA.....	7.
3.3. TEHNOLOGIJA OSVJETLJENJA.....	8.
3.3.1. Lampe sa žarnom niti.....	8.
3.3.2. Izbojni rasvjetni elementi.....	9.
3.3.3. Poluvodičke lampe.....	11.
<b>4. VANJSKA RASVJETA.....</b>	<b>12.</b>
4.1. IGRA SJENA PRI NOĆNOM OSVJETLJENJU KRAJOBRAZNE ARHITEKTURE.....	13.
<b>5. JAVNA RASVJETA.....</b>	<b>13.</b>
5.1. ODRŽAVANJE JAVNE RASVJETE.....	14.



5.2. SVJETLOTEHNIČKE SMJERNICE JAVNOG OSVJETLJENJA.....	14.
5.2.1. Svjetlotehnički kriteriji.....	15.
5.2.2. Faktori kvalitete.....	15.
5.2.3. Preporuke za javno osvjetljenje.....	18.
<b>6. INDUSTRIJSKA RASVJETA.....</b>	<b>19.</b>
<b>7. UPRAVLJANJE RASVJETOM.....</b>	<b>21.</b>
7.1. PRAKTIČNA ULOGA UPRAVLJANJA RASVJETOM.....	21.
7.2. ESTETSKA ULOGA UPRAVLJANJA RASVJETOM.....	22.
7.3. ULOGA UPRAVLJANJA UTROŠKOM ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	23.
<b>8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>26.</b>
<b>9. LITERATURA.....</b>	<b>27.</b>

## 1. UVOD

U današnje vrijeme tehnologije, ljudi su izmislili između ostalog i umjetnu rasvjetu u raznim oblicima i s različitim svrhama. Jedna od glavnih uloga umjetne rasvjete je da pruža ljudima jednostavniji i sigurniji život. Život po noći, bez rasvjete je skoro pa nemoguć. Javna rasvjeta pruža svim učesnicima u prometu bili to pješaci ili vozači sigurno kretanje.

Na početku rada opisuje se svjetlost, kako svjetlost utječe na čovjeka te vrste rasvjetnih elemenata, a u daljnjem tekstu više pozornosti se obraća javnoj i industrijskoj rasvjeti. Za sve pa tako i rasvjetu postoje određeni normativi i standardi koji se moraju poštovati jer rasvjeta koja nije postavljena po pravilima može uzrokovati velike posljedice. Jedna od neželjenih posljedica je svjetlosno onečišćenje zbog prevelikog korištenja svjetlosne energije te se smatra velikim problemom jer je povezana sa ekosustavom i samim stanovništvom.

## 2. SVJETLOST

Svjetlost je svako zračenje koje prouzrokuje neposredno vidljivo opažanje. Svjetlost je ustvari zračena ili reflektivna energija koja kada doprije do čovječjeg oka i koja se u vidnom organu (kao što su oko, vidni živac, dio mozga) pretvori u vidno opažanje i osjećaj svjetline. Dakle, svjetlost je elektromagnetsko zračenje koje je vidljivo ljudskom oku. Ljudsko oko može vidjeti u prosjeku svjetlost sa valnom duljinom u rasponu od 390 do 750 nm.

Ljudsko oko reagira samo na vrlo ograničen raspon valnih duljina, na vidljivu svjetlost. Međutim, ono odlično raspoznaje i vrlo male razlike unutar tog raspona. Te male razlike nazivamo boje. Dakle, boje su male frekvencijske razlike u području vidljive svjetlosti. Najkraću valnu duljinu imaju ljubičasta i plava svjetlost, a najdulju crvena svjetlost. Vidljivo zračenje tj. svjetlost, oko čovjeka ne opaža samo po sjajnosti nego također i po bojama. Svako fizikalno definirano vidljivo zračenje (određene jakosti i spektralnog sastava) u vidnom organu uzbuđi fiziološko osjećanje boja, koje nazivamo podražaj boja.

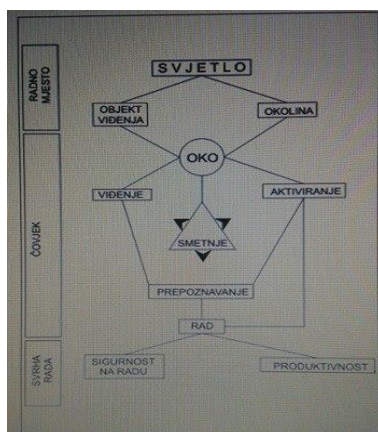
Svjetlosni izvori su tijela koja stvaraju svjetlost. Razlikujemo prirodne izvore (npr. zvijezde, Sunce) i umjetne izvore svjetlosti kao što su žarulje ili svijeće. Svjetlost se od izvora rasprostire na sve strane, a pravci po kojima se rasprostire svjetlost nazivamo svjetlosne zrake.

### 3. UTJECAJ SVJETLOSTI NA ČOVJEKA

Većina osjeta su vidne prirode pa im je svjetlost neophodno potrebna kao prenosioc informacija. To pokazuje koliko je svjetlost važna za čovjeka. Svjetlost, podsredstvom oka, ne donosi vidnom centru mozga samo informacije, već ima i drugu funkciju koja utječe na regulacijske organe vegetativnog živčanog sustava koji upravlja cjelokupnom izmjenom tvari u ljudskom organizmu i njegovim tjelesnim funkcijama. Dokaz tomu je da ljudi koji su izloženi dobroj svjetlosti su bolje raspoloženi, ugodnije se osjećaju u prostoriji, više su koncentrirani, imaju veću želju za radom te su manje umorni. Učinak svjetlosti na čovjeka ovisi o značajkama svjetlosnih zraka i svojstvima dijelova tijela na koje te zrake padaju. Hormonalna ravnoteža čovjeka ovisi o kvaliteti svjetla koje se unosi preko očiju. Vitamin D igra važnu ulogu u apsorpciji kalcija, a generira se pod utjecajem dnevnog svjetla na kožu. Za pravilan razvoj očiju neophodna je sunčeva svjetlost, mnogi metabolički i sl. procesi se odvijaju pod utjecajem fotona. Neke bolesti liječe se helioterapijom, a provedena istraživanja potvrđuju vezu između logičkog rasuđivanja i svjetlosti. Svjetlost uvelike utječe i na raspoloženje. Umjetno svjetlo kojim se koristimo za ravjetljavanje životnog prostora u noćnim satima također ima snanžo djelovanje na naše zdravlje. Umjetnom svjetlu izloženi smo sve više i sve dulje. Osim u svojim domovima, izloženi smo mu i na radnim mjestima, trgovačkim centrima, restoranima...itd.

Svojim intenzitetom, spektrom i dužinom izloženosti umjetna rasvjeta utječe na prirodni bio ritam čovjeka. Utjecaj umjetne rasvjete može se očitovati kroz pojavu zdravstvenih problema poput nesаницe, glavobolje, poremećaja prehrane, depresije, pada imuniteta, ali i tumorskih bolesti. Zdravstveni problemi javljaju se i kod djece – hiperaktivnost, loše navike spavanja, kratkovidnost samo su neki zdravstveni problemi povezani sa svjetlom. Zbog dulje izloženosti svjetlosti (umjetnoj) smanjuje se proizvodnja zaštitnog hormona – melatonina, kojeg proizvodi epifiza. Melatonin usklađuje rad drugih hormona i cirkadijalni ritam organizma (24-satni ritmovi budnosti i spavanja) . U mraku tijelo proizvodi

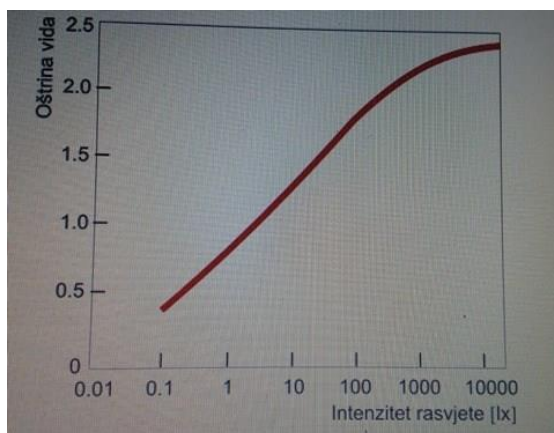
više melatonina. Izloženost svjetlu tijekom noći može poremetiti sintezu melatonina. Melatonin ima i jaki antioksidativni učinak. Većina umjetnih izvora svijetli noću, a neki ne svijetle svjetlošću u cijelom opsegu/spektru prirodnog svijetla, nego emitiraju zrake pojedinih valnih dužina. Često su rasvjetna tijela loše postavljena i usmjerena (neekološka rasvjetna tijela), pa rasipaju svjetlosne zrake izvan područja koje trebaju osvijetliti i stvaraju svjetlosno onečišćenje. Isto tako, većina rasvjetnih tijela kojima se koristimo za osvjetljavanje isijava svjetlost hladnije boje, bliže štetnom UV spektru zračenja (plavo-ljubičasti dio spektra). Jedini izuzetak su žarulje sa žarnom niti. Velika količina energije zračenja koncentrirana je u tzv. plavom dijelu spektra. Energija je visoke frekvencije koja može prouzročiti zdravstvene tegobe. Ovaj fenomen naziva se Blue Light Hazard (Opasnost plave svijetlosti) te nije u potpunosti istražen i priznat od strane službene medicine.



Sl. 1. Shematski prikaz utjecaja svjetlosti na čovjeka[1]

### 3.1. POTREBNA KOLIČINA SVJETLOSTI

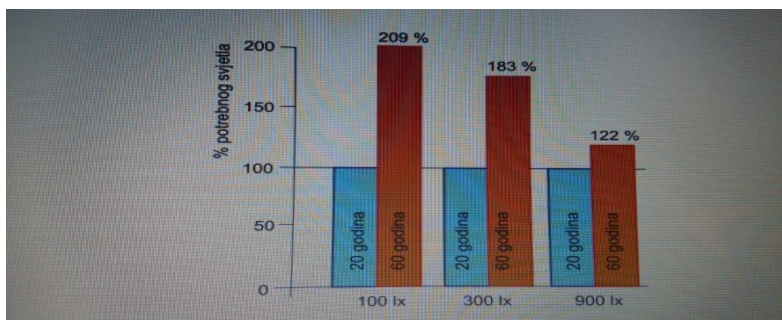
Većina elementarnih vidnih funkcija kao što su oštrina vida, adaptacija, akomodacija, brzina zapažanja ukazuju na zakonitost ovisnosti o nivou osvjetljenosti. Sve te vidne funkcije kod čovjeka postižu maksimalnu vrijednost tek kad dosegnu ostvjetljenost od oko 10.000 luxa. Neke vidne smetnje kao što su slabiji vid zbog starosti, mogu se kompenzirati jakim osvjetljenjem. Pa tako za izvršenje istog vidnog zadatka jednako brzo i kvalitetno starije osobe trebaju više svjetlosti od mlađih. Ova razlika u potrebnoj količini svjetlosti se smanjuje povišenjem osvjetljenosti. To znači da visoki nivo osvjetljenosti može za sve ljude različite starosne dobi ostvariti jednako dobre radne rezultate.



Sl. 2. Grafički prikaz zakonitost ovisnosti osvjetljenosti sa vidnim funkcijama [1]

#### 3.1.1. Svjetlost i dobro osjećanje

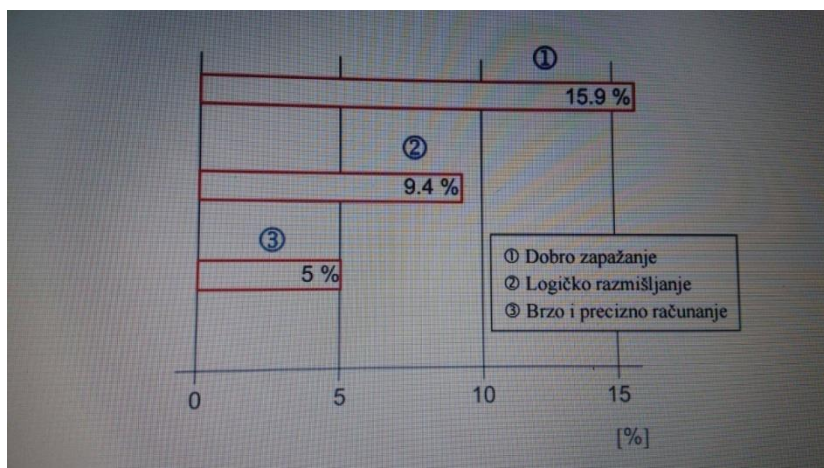
Osvjetljenje djeluje ugodno onda, kada ono u pogledu širenja svjetlosti odgovara dnevnim svjetlosnim odnosima, tj. kada svjetlost dolazi odozgo, a sastavljena je od difuzne i usmjerene komponente. Međutim, na atmosferu prostorije i na izgled ljudi ( pritom mislim na boju kože) u velikoj mjeri utječe boja svjetlosti. Zato boja svjetlosti mora biti usklađena s bojom prostorije i važnih predmeta.



Sl. 3. Grafički prikaz potrebne svjetlosti[1]

### 3.1.2. Svjetlost i aktivnost

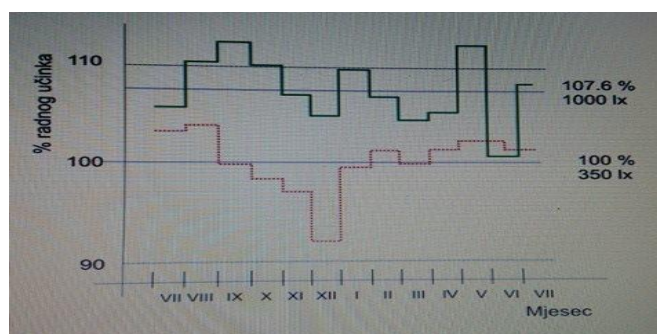
Svjetlost ne djeluje samo na vidni centar mozga, nego i na onaj mozgovni centar koji utječe na stupanj budnosti i aktivnosti. Kao što sam već rekla, dokazano je da dobra svjetlost dobro utječe na sposobnost zapažanja, logično razmišljanje, izdržljivost, sigurnost i brzinu pri računanju.



Sl. 4. Grafički prikaz ovisnosti svjetlosti i aktivnosti[1]

### 3.1.3. Svjetlost i produktivnost

Pravilna i dobra osvjetljenost važna je za bolji radni učinak, za povećanje dobrog osjećanja i aktivnosti, te istovremeno utječe na smanjenje grešaka prilikom rada, nezgoda i kretanja pri radu. Upravo zato je dobro osvjetljenje radnih prostorija jedan od najbitnijih faktora potrebnih za rad. Ukoliko se želi ustanoviti utjecaj poboljšanog osvjetljenja na povišenje produktivnosti, potrebno je utvrditi pogonsku dobit ostvarenu porastom radnog učinka usljed poboljšanog osvjetljenja. Znanstveno je dokazano da prilikom dobre osvjetljenosti ljudi bolje rade, a samim tim je veća materijalna dobit, stoga dobro treba iskoristiti dobro osvjetljenje.



Sl. 5. Dijagram radnog čina nekog poduzeća prikazuje povećanje produktivnosti usljed poboljšanja osvjetljenja[1]

### 3.2. SVRHA OSVJETLJENJA

Vanjska rasvjeta se definira kao fiksna umjetna rasvjeta, a cilj joj je osvjetljenje svih otvorenih područja kako bi se poboljšala vizualna sposobnost te da se ljudima olakšaju njihove aktivnosti i povećala njihova učinkovitost preko dana i noći. Rasvjeta se često koristi u svrhu estetike tj. uljepšavanja gradova. Osvjetljeni krajolik, građevine i spomenici se noću bolju ističu, a smjer, boja i raspodjela svjetla razlikuju se od prirodnog svjetla te na taj način objekti izgledaju sasvim drugačije. Time se bavi dizajner svjetla. Cilj takvog osvjetljenja je prikazivanje dobrih strana nekog određenog objekta ili mjesta, najčešće u turističke svrhe. Kako bi se izbjeglo vizualno nagrđivanje prekomjernim osvjetljenjem kao i rasipanje energije, treba uvažiti određene tehničke smjernice. Inače, vrlo malo se osvjetljenje koristi kako bi se istaknula noćna arhitektura velikih gradova, već se prvenstveno osvjetljenje trgova i ulica koristi zbog sigurnosti. Uvriježeno mišljenje da dobra ulična rasvjeta smanjuje stopu kriminala. Osnovni zahtjevi osvjetljenja na ulicama i trgovima je pružanje sigurnog kretanja te pješacima i vozačima osigurati dobru orijentaciju u prometu. Trgovi su često velika i prometna mjesta pa se koristi jaka i visokokvalitetna rasvjeta. Korištenje rasvjete za osvjetljenje povjesnih spomenika, fontana, parkova je opravdano i korisno, ali mora se obratiti posebna pozornost na lokaciju i vrstu rasvjete. Rasvjeta na prometnicama spada pod funkcionalnu rasvjetu što nam omogućuje jednaku aktivnost noću i danju, a na to možemo gledati kao važniju prednost naše civilizacije.



Sl. 6. Prikazuje osvjetljenje trga u Briselu.



### 3.3. TEHNOLOGIJA OSVJETLJENJA

Vanjsku rasvjetu najčešće čini kombinacija više rasvjetnih tijela. Elementi rasvjetnih tijela su potporna struktura – armatura ( stupovi i nosači) i lampe – izvori svjetla. Pri odabiru lampi treba obratiti pozornost na nekoliko faktora: intenzitet svjetlosti, spektar svjetla, karakteristike paljenja, učinkovitost, troškove održavanje, vijek trajanja, utjecaj na okoliš, itd. Smatra se da postoje dvije struje u kontekstu svjetlosnog dizajna. Prva stavlja naglask na estetiku i trudi se postići da rasvjetna tijela budu estetski lijepa i da se uklapaju u u okoliš noću i danju. Druga struja teži funkcionalnosti tj. postizanju da površine koje treba osvijetliti budu jasno vidljivi uz što manje štetnih utjecaja. Ciljevi oba pristupa su na prvi pogled različiti, ali nisu međusobno isključeni.

Prema Narisadi i Schreuderu (2004) rasvjetne elemente moguće je podijeliti u tri skupine prema kriteriju garancije razvoja:

- Žarulje
- Izbojni razvojni elementi (flourescentni i lučni)
- Poluvodički rasvjetni elementi ( LED)

Četri su osnovna dijela građe električnih lampi, neovisno o njezinom tipu

- 1) Dio koji emitira svjetlo
- 2) Vanjski balon ili omotač koji štiti dio koji emitira svjetlo
- 3) Potporna struktura na koju je emitirajući dio fiksiran unutar same lampe
- 4) Električni vodovi i kontakti koji služe za povezivanje lampe na izvor struje

Emitirajući elementi žarulja imaju strukturu niti dok izbojni rasvjetni elementi imaju plinove unutar zatvorene cijevi. Kod LED rasvjete se emisija svjetla događa unutar posebno konstruiranog poluvodičkog kristala. Općenito, lampe su uređaji kod kojih dolazi do pretvorbe električne energije u vidljivo zračenje tj. u svjetlosnu energiju. Manji dio energije vidimo kao svjetlost jer se njezin veliki dio gubi na nevidljivo zračenje (infracrveno uključujući i toplinsko te ultraljubičasto). Preostala energija prelazi u toplinu pa možemo reći da se na konvencionalne žarulje više grijemo nego što nam služe za osvjjetljenje.

#### 3.3.1. Lampe sa žarnom niti

Emitirajući element ove vrste lampi je žarna nit koja se nalazi unutar staklenog balona. Dijelimo ih na dvije vrste: uobičajene ili standardne lampe i halogene lampe. Žarna nit je napravljena od materijala wolfram, a do nastanka svjetla dolazi zagrijavanjem. Što je veća temperatura, to je veći svjetlosni flux ( tok). Veća temperatura utječe na brzinu isparavanja metala od koje je nit

napravljena te na životni vijek žarulja koji u prosjeku iznosi oko 2000 sati. Nakon što se ispareni metal taloži na unutarnjoj stijenci žarulje, ona se nakon dužeg gorenja doima crna što smanjuje učinkovitost same lampe. Prednosti ove lape su: njihova dostupnost, cijena, mogućnost prigušenja svjetla, dobro obojenje i mala površina emitirajućeg elementa. A nedostaci su: niska učinkovitost, kratki životni vijek i veliki utrošak energije.

Halogene lampe sa žarnom niti napravljene su kako bi se riješio problem kratkog životnog vijeka lapi sa žarnom niti. Promijenjena je konstrukcija žarulje pa je stakleni balon zamijenjen kvarcnim koji je ispunjen inertnim plinom pod tlakom puno većim od atmosferskog. Neke od prednosti su veće učinkovitosti u usporedbi s lampama sa žarnom niti, duži životni vijek te bolje obojenje svjetla.



Sl. 7. Žarulja sa žarnom niti



Sl. 8. Halogena žarulja

### 3.3.2. Izbojni rasvjetni elementi( florescentni i lučni)

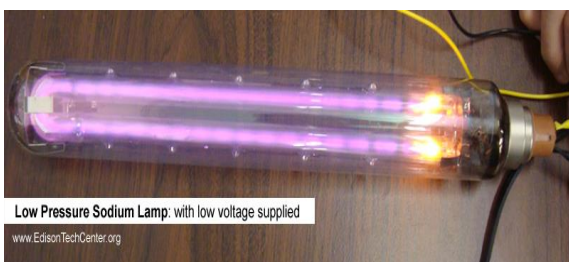
Ova vrsta lampe radi na principu prolaska električne struje kroz razrijeđeni plin ili paru metala te tako nastaje svjetlo. Glavne prednosti ovih lampi su visoka učinkovitost, dug životni vijek i visoka svjetlina. Osnovni dijelovi su staklena cijev kao emitirajući element, armatura koja podupire cijev te električni kontakti. Neke izvedbe žarulja imaju i zaštitni omotač (balon) koji štiti cijev koja je najvažniji dio. Cijev je najčešće izrađena od stakla ili kvarca, ali sve češće se koristi aluminijska keramika (korun) koja je otporna na visoke temperature, tlakove i kemijsko djelovanje vrućih metalnih para za vrijeme gorenja.

Postoje tri glavne grupe izbojnih rasvjetnih elemenata:

- Obične izbojne lampe

One rade sa različitim plinovima i metalnim parama, ali bez halogenih komponenti. S obzirom da ima proziran stakleni balon unutar njega su vidljivi cijev i plin za vrijeme gorenja. Danas se najčešće koriste natrijeve lampe pod

niskim tlakom tzv. LPS lampe i natrijeve lampe pod visokim tlakom ili HPS lampe. LPS lampe se smatraju najučinkovitijim lampama od svih jer imaju dug životni vijek, najmanji utrošak energije i moguće paljenje i u uvjetima niskih temperatura. One svjetle žutim monokromatskim svjetlom što im je i prednost i mana. Jedna od prednosti im je i visoka osvijetljivost oka na tu valnu duljinu te malo raspršenje u magli. Tako svjetlo je najbolje u kontekstu astronomske promatranja, lako se može blokirati uskopojasnim filtrom, ali otežava razlikovanje boja pod takvim svjetlom. HPS lampe imaju slične prednosti, a mana im je pretjerano crvenkasto- žuto obojeno svjetlo.



Sl. 9. LPS lampa



Sl. 10. HPS lampa

### ➤ FLOROSCENTNE LAMPE

Za razliku od običnih lampi, fluorescentne se razlikuju po tome što imaju fluorescentni premaz s unutrašnje strane vanjskog balona kroz koji se ne vidi unutrašnjost. U ovu skupinu spadaju i živine lampe pod visokim tlakom koje se koriste za osvjetljenje ulica, stadiona itd. Osnovna uloga premaza kod živinih lampi je poboljšanje efikasnosti kvalitete boje svjetla tako što joj se dodaje više crvene boje prvobitnom plavičastom svjetlu. Danas su gotovo svugdje zamijenjene HPS lampama i lampama s metalnim halidima (MH lampe) zbog velike količine žive koje imaju u sebi i nepovoljne boje svjetla koje proizvode. Na prostoru EU ove lampe su zabranjene. U unutrašnjoj rasvjeti koriste se fluorescentne cijevi koje rade sa živinim parama pod niskim tlakom te emitiraju ultraljubičasto zračenje. Potreban je i fluorescentni premaz kako bi se dobio vidljiv spektar. Prednost fluorescentnih lampi pod niskim tlakom je slična prethodno navedenim, a glavne mane su im veličina emitirajućeg elementa, relativno slaba osvjetljenost, mali izlazni svjetlosni fluks.



Sl. 11. Fluorescentne cijevi

### ➤ LAMPE S METALNIM HALIDIMA

Osnove ovih lampi su živine pare pod visokim tlakom unutar prozirnog balona. Cijev je izađena od kvarca ili aluminijske keramike, a u njoj se osim žive nalaze i halidne komponente rijetkih metala. Kao posljedica nedostatka određenih valnih duljina spektra u svjetlu javlja se neugodna obojenost koja nastaje u ranijoj izvedbi lampe. Kako bi se povećala učinkovitost lampe te se poboljšala boja dodaje se metal. Prednost MH lampi su učinkovitost, kompaktnost, veliki izlazni svjetlosni tok, visoka osvjetljenost, bijelo obojenje svjetla i činjenica da dobro prikazuje boju osvijetljenih predmeta. Nedostaci su kratak životni vijek, ovisnost boje svjetla o vremenu gorenja i polazaju lampe, a najveća mana je živin otpad iz lampi i njeno zbrinjavanje.



Sl. 12. MH lampa

### 3.3.3 Poluvodičke lampe

Fizikalni principi kod ove generacije lampi razlikuju se od ranijih generacija. Poluvodičke lampe stvaraju svjetlosni fluks električne struje kroz svjetlosnu diodu (LED). Trenutno se ne koriste previše u vanjskoj rasvjeti osim u prometu za signaliziranje, ali se počinje sve više primjenjivati jer se na tržište plasiraju novi, efikasniji i povoljniji modeli LED lampi.



Sl. 13. LED lampa

## 4. VANJSKA RASVJETA

Projektiranje dekorativne vanjske rasvjete primjenjuje u krajobraznoj arhitekturi, nerijetko se pristupalo čisto tehničkim pristupom. Ekološki pristup je jedan od najvažnijih pri projektiranju vanjske dekorativne rasvjete, te je neizbježno misliti o uštedi električne energije te o povezanosti eliminacije svjetlosnog zagađenja odgovarajućim izborom rasvjetnih tijela. Rasvjetliti znači udahnuti život u prostor i ljude, no ne smije se postaviti svjetiljka u prvi plan tj. skrenuti pažnju sa samog zadatka koji rasvjetljavamo. Kod projektiranja pejzažne i parkovne rasvjete, jedna od osnovnih ideja je koristiti jednu dizajnersku liniju svjetiljka sa različitim svjetlotehničkim rješenjima tj. različitim izvorima svjetla odnosno optika kao što su asimetrična, usmjerena optika, ili optika za biciklističke staze i uličnu rasvjetu, te različitim aplikacijama: jednostruki ili dvostruki snop svjetla, ovjesna, zidna montaža na konzolu, ili montaža na rasvjetni stup sve s ciljem kako bi se oživjeli i ukrasili krajolici, parkovi, povjesne objekte itd.

Normalne aktivnosti koje se obavljaju vani, zahtijevaju manji nivo rasvjetljenosti nego kod rasvjete interijera. Sjajnost tj. luminancija je sjajnost rasvijetljene ili svjetleće površine, kako je vidi ljudsko oko, a ovisi o sjajnosti materijala. Kod vanjske rasvjete, luminancija reflektirana od rasvijetljene površine ima veći značaj od svjetla koji je usmjeren na površinu. Osvjetljenje ne transparentne površine, reflektiraju jedan dio svjetla dok drugi apsorbiraju. Omjer između količine reflektiranog i apsorbiranog svjetla izražen je indeksom koji nazivamo reflaktancija, a ovisan je o karakteristikama materijala i njihovoj boji. Sposobnost oka da se prilagođava na više ili manje razine sjajnosti, naziva se adaptacija. Mogućnost adaptacije ljudskog oka kreće se unutar omjera sjajnosti 1: 10 milijardi. Trajanje procesa adaptacije ovisi o sjajnosti na početku i kraju procesa. Prilagođavanje oka na manju sjajnost traje dulje od prilagođavanja oka na veću sjajnost. Kako bi adaptacija oka bila moguća potrebna je složena mreža ganglija tj. živčanih stanica koje prenose informacije do mozga. Kod vanjske rasvjete, a posebno kod dekorativne pejzažne i rasvjete parkova i šetnica, svaka pogreška je vidljivija i kritičnija jer se manifestira kao izravni utjecaj na prirodni okoliš.



Sl. 14. Vanjska rasvjeta [3]

#### 4.1. IGRA SJENA PRI NOĆNOM OSVJETLJENJU KRAJOBRAZNE ARHITEKTURE

Bacanje sjena oduvijek je bila dobra igra koja je mogla promijeniti izgled osvjetljenog elementa. Suvremene svjetiljke stvorene su kako bi imale različite opcije za svjetlotehničke projekte kojima se omogućuje kontrola i iskorištavanje sjena, ali kako bi se i dalje poštivale prirodne površine. Kako bi se postigla ravnoteža između svjetlosti i tame potrebna je savršena svjetlosna instalacija. Pogrešno osvjetljenje eliminira prirodni kontrast i umanjuje prirodnu ljepotu. Svjetlost i tama su elementi koji se međusobno nadopunjuju tj. samo kada su skupa u prirodnom ili umjetnom osvjetljenju možemo razumjeti punoću i veličanstvo prirodnih oblika. Noćno osvjetljenje možemo isplanirati na način na promijeni dominantnu shemu boja. Tehnologija suvremenih svjetiljki uključuju nekoliko alternativnih emitera svjetlosti s beskonačnim mogućnostima mjenjača boja i intenziteta svjetlosnog snopa.



Sl. 15. Svjetiljka DECO s ekranima [3]

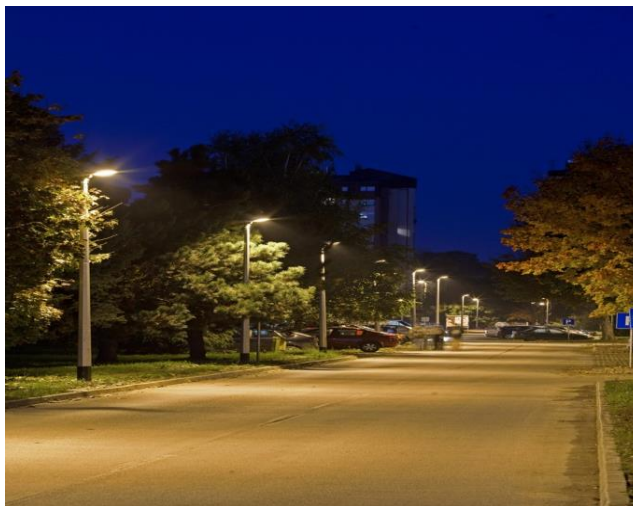
### 5. JAVNA RASVJETA

Javna rasvjeta obuhvaća osvjetljenje prometnica i prometnih površina koje su namijenjene za promet pješaka i vozila. U tu vrstu prometnica i prometnih površina ubrajaju se:

- Autoputevi, ceste i ulice
- Pješački prelazi
- Pješački pothodnici
- Pješačke zone
- Šetališta i pješačke staze
- Parkovi
- Parkirališta

Javna rasvjeta ima dvojaku funkciju:

- Primarno: osiguranje sigurnog prometa ljudi i vozila noću kroz gradske i seoske javnoprometne površine
- Sekundarno: kako bi se svjetlom istaknula ambijentalnost prostora uz uvjet da ne ide na štetu sigurnosti prometa te da ne uzrokuje svjetlosno zagađenje.



Sl. 16. Javna rasvjeta [3]

## 5.1. ODRŽAVANJE JAVNE RASVJETE

Za održavanje javne rasvjete potrebno je periodično čišćenje rasvjetnih tijela te periodična zamjena izvora svjetlosti. Kod toga je bitno posebnu pozornost posvetiti ekonomičnosti. Ekonomičnost postizemo:

- Odabirom zatvorenih cestovnih svjetiljki, s pojačanim IP faktorom. Na taj način se umanjuje stupanj prljanja unutrašnjosti svjetiljke, a vanjsko čišćenje je jeftinije i lakše.
- Odabirom učinkovitih i dugotrajnog izvora svjetlosti (npr. LED- diode)
- Regulacijom rasvjete, tj. umanjuje se snaga tijekom dijela noći, a time i svetlosni tok, a kao rezultat produži se životni vijek izvora svjetlosti.

## 5.2. SVJETLOTEHNIČKE SMJERNICE JAVNOG OSVJETLJENJA

Osnova za određivanje kvalitetnog i kvantitetnog nivoa javne rasvjete predstavljaju svjetlotehnički zahtjevi te oni odlučujuće utječu na način



razmještaja svjetiljki, oblik uređaja osvjetljenja te izbor svjetiljki i izvora svjetlosti. U svjetlotehničke smjernice su ubrojani:

- Svjetlotehnički kriteriji
- Faktori kvalitete
- Preporuke za javno osvjetljenje

### **5.2.1. Svjetlotehnički kriteriji**

Osnovni zadatak kod javne rasvjete je da svim učesnicim u prometu, vozačima i pješacima, omogući sigurno kretanje u prometu bilo to preko dana ili noći. U javnoj rasvjeti vidne uvjete označuju dva osnovna kriterija: dobra vidljivost i dovoljan vidni komfor. Oba kriterija su važna za sve sudionike u prometu. Iako su vidni uvjeti kod vozača veći odnosno teži nego kod vidnih uvjeta pješaka. Radi toga se vidni uvjeti kod vozača razlikuju od onih kod pješaka. Vidni uvjeti kod vožnje su vezani za dinamičko promatranje cijele situacije na cesti u kojoj vozač mora na vrijeme, brzo i precizno analizirati stanje cesti. Upravo zbog toga, javna rasvjeta vozaču mora osigurati takvu vidljivost da on na vrijeme može reagirati i vidjeti što se događa na cesti. Pored dobre vidljivosti, javna rasvjeta mora ostvariti i određeni vidni komfor, kako bi se na taj način smanjila vozačeva psihička napetost za vrijeme vožnje te kako bi se smanjio prijevremeni umor i gubitak koncentracije. Vidni uvjeti koje javno osvjetljenje mora osigurati za pješake su manji, a vezani su najviše za dobru vidljivost, a ne toliko za vidni komfor, s obzirom da se pješak kreće relativno sporo u prometu i javnim površinama koje su i namjenjene za pješake. Zbog toga za pješake je najvažnije dobro raspoznavanje staza i površina po kojima se kreću te prepoznavanje svih zapreka i vozila na njihovom putu.

### **5.2.2. Faktori kvalitete**

Faktori kvalitete iz analize svjetlotehničkih kriterija vezanih za javnu rasvjetu, vidljivo je slijedeće: kod prometa motornih vozila kriteriji osvjetljenja proizlaze iz vidnih uvjeta vozača te se temelje na sjajnosti. Kvalitetni nivo javne rasvjete motornih vozila označavaju slijedeći faktori kvalitete:

- Nivo sjajnosti
- Ravnomjernost sjajnosti
- Ograničeno blještanje
- Optičko vođenje



Kod prometa pješaka kriteriji kvalitete osvjetljenja proizlazi iz vidnih uvjeta pješaka, a temelje se na osvjetljenosti. Kvalitetni nivo javne rasvjete pješaka označavaju sljedeći faktori kvalitete:

- Nivo osvjetljenosti
- Ravnomjernost osvjetljenja
- Ograničeno blještanje

Iz navedenih činjenica proizlazi da kvalitetni i kvantitetni nivo cjelokupnog javnog osvjetljenja određuju sljedeći faktori kvalitete:

➤ **Nivo sjajnosti**

Nivo sjajnosti je osnovni faktor kvalitete osvjetljenja cestovnog prometa. Sjajnost je svjetlotehnička veličina koju čovječje oko razaznaje te je zato od velikog značaja za svjetlosni dojam u prometu. Ako se gleda sa svjetlotehničkog gledišta poželjno je što viši nivo sjajnosti jer taj faktor kvalitete neposredno utječe na vidljivost i vidni komfor, odnosno potreban je za dobre vidne uvjete. S povećanjem nivoa sjajnosti raste kontrastna osvjetljenost, oštrina vida i brzina raspoznavanja kontrasta i oblika odnosno sve vidne funkcije koje označavaju kriterij dobre vidljivosti. U uvjetima vožnje za dobru vidljivost potreban je nivo sjajnosti od 2 cd/m<sup>2</sup>. Iz ekonomskih razloga taj nivo osvjetljenosti je opravdan samo za autocestu i brzu cestu, na vrlo opterećenim cestama, a na cestama s manjom dozvoljenom brzinom vožnje i manjom gustoćom prometa dozvoljen je niži nivo osvjetljenosti. Nivo sjajnosti odnosi se na kolnik koji je za vozače najbitniji.

➤ **Ravnomjernost sjajnosti**

Ravnomjernost sjajnosti se odnosi na raspodjelu sjajnosti na kolniku i utječe na dojam o njegovoj svjetlini. S tim faktorom kvalitete vrednuje se samo osvjetljenje za cestovni promet. Ravnomjernost sjajnosti utječe i na vidljivost i vidni komfor odnosno na obe osnovne komponente vidnih uvjeta. Ravnomjernost sjajnosti se može poboljšati smanjenjem razmaka između svjetiljki ili posebnim optičkim sistemom u svjetiljkama to je bolja ravnomjernost sjajnosti povezana s povećanjem investicijskih troškova uređaja osvjetljenja. Ravnomjernost sjajnosti se odnosi na kolnik i zavisi od: fotometrijskih karakteristika svjetiljke, geometrije uređaja osvjetljenja, refleksnih svojstva površine kolnika, položaja promatrača te atmosferskih uvjeta.

### ➤ **Ograničeno blještanje**

U javnoj rasvjeti je blještanje nepoželjno jer uzrokuje smanjenu vidljivost učesnicima u prometu te time neugodno djeluje na vidne uvjete. Radi toga je ograničeno blještanje važan faktor kvalitete javne rasvjete. Pomoću njega se vrednuje osvjetljenje za cestovni promet i promet pješaka. Razlikuju se dvije osnovne vrste blještanja, a to su psihološko i fiziološko blještanje. Psihološko blještanje utječe na vidni komfor iz razloga jer smanjuje vozačevu koncentraciju i komfor tijekom vožnje, ali ne utječe na vidljivost. Ta vrsta blještanja je od značaja samo kod dinamičkih uvjeta vožnje i zato ju treba ograničiti samo kod osvjetljenja za cestovni promet. Fiziološko blještanje utječe na vidljivost jer smanjuje vidnu sposobnost kod svih učesnika u prometu tj i kod vozača i pješaka. Iz tog razloga ovu vrstu blještanja treba ograničiti u cjelokupnom javnom osvjetljenju.

### ➤ **Optičko vođenje**

Optičko vođenje je faktor kvalitete javnog osvjetljenja koji mora omogućiti svim učesnicima u prometu da brzo i jasno razaznaju tok ceste po kojem se kreću, tok zavoja i nailazak svih promjena na trasi i to sve iz udaljenosti koju određuje maksimalna brzina vožnje. Naime, optičko vođenje se temelji na dinamičkim uvjetima vožnje zato se odnosi samo na osvjetljenje za cestovni promet. Optičko vođenje je ovisno o pravilnom rasporedu svjetiljki. Mora sljediti tok ceste, što je posebno bitno kod zavoja i raskršća. Kod projektiranja cestovnog osvjetljenja što se tiče optičkog vođenja, treba uzeti u obzir: da je na cestama s odvojenim kolnicima poželjno da svjetiljke budu postavljene na nevoznoj liniji između dva kolnika; Zatim, na zavojima treba svjetiljke postaviti na vanjskom rubu kolnika; i za usmjeravanje prometa na određenom djelu ceste preporučljivo je predvidjeti različite izvore svjetlosti, jer različite boje svjetlosnih izvora djeluju kao putokazi. Takvo osvjetljenje često se upotrebljava kod autoputeva.

### ➤ **Nivo osvjetljenosti**

Osvjetljenost je svjetlotehnička veličina koja ne daje svjetlosni utisak o kolniku odnosno o prometu. Ona je ovisna samo o svjetlosnoj jačini svjetiljke, kvadratu udaljenosti i kosinusu upadnog ugla. Nivo osvjetljenosti značajan je za one ceste na kojima su svjetlotehnički uvjeti manji i vezani su samo na vidljivost, a ne na vidni komfor i na dinamičke uvjete vožnje, što znači da je taj faktor kvalitete važan samo za spori promet odnosno za pješake.

### ➤ **Ravnomjerna osvjetljenost**

Ravnomjernost osvjetljenosti je važan faktor kvalitete samo za javno osvjetljenje one skupine prometnica koju se svjetlotehnički vrednuje na osnovi osvjetljenosti.

### **5.2.3. Preporuke za javno osvjetljenje**

Preporuke za javno osvjetljenje definiraju svjetlotehničke zahtjeve u kvantitativnom obliku. U tim zahtjevima su dani preporučene brojčane vrijednosti svih onih faktora kvalitete osvjetljenja, koji određuje kvantitativan i kvalitativan nivo javnog osvjetljenja i na osnovu kojih se može brojčano vrednovati neki uređaj osvjetljenja. Cjelokupuna javna rasvjeta je podjeljena u dvije osnovne skupine, a to su:

- Osvjetljenje prometnica motornih vozila
- Osvjetljenje prometnica za spori promet tj. pješake

S obzirom da se kod obih skupina javne rasvjete svjetlotehnički kriteriji razlikuju, zbog toga se i preporuke za osvjetljenje prometnica motornih vozila razlikuju od preporuke za osvjetljenje pješačkih zona. Zbog toga se dijele u dvije skupine:

#### I. Preporuke za osvjetljenje prometnica za motorna vozila

Kod cestovnog osvjetljenja mogu se kvantitativno vrednovati sljedeći faktori kvalitete osvjetljenja:

- Nivo sjajnosti
- Ravnomjernost sjajnosti
- Ograničeno blještanje

Svi ti faktori se mogu brojčano vrednovati pomoću odgovarajućih svjetlotehničkih parametara.

#### II. Preporuke za osvjetljenje pješačkih zona

Kod osvjetljenja pješačkih zona kvantitativno se mogu vrednuju sljedeći faktori kvalitete:

- Nivo osvjetljenosti
- Ravnomjernost osvjetljenosti



Sl. 17. Javna rasvjeta za pješake



Sl. 18. Javna rasvjeta za cestovni promet[3]

## 6. INDUSTRIJSKA RASVJETA

Visoke industrijske prostore bilo bi idealno osvijetliti pomoću industrijskih visilica s izvorima pod visokim tlakom. Rješenje osvijetljenja za prostore visine od 7 do 12 m bilo bi postavljanje svjetiljka sa širokim snopom rasipanja svjetla (najbolje sa metalhalogenim žaruljama, a samo izuzetno sa visokotlačnim natrijevim žaruljama. Prostore visine os 15 do 25 m osvijetljuju se sa industrijskim visilicama sa užim ili naglašeno uskim snopom svjetla. Ukoliko u industrijskoj hali postoji kranska staza ili bilokakva horizontalna struktura ispod stopa, gotovo ju je nemoguće osvijetliti pomoću industrijskih visilica. Tada se osvijetljuje fleksibilnim flouroscentim svjetilkama s uskosnopnim reflektorom. Prostore visine od 3,5 m do 7m trebalo bi osvijetliti pomoću flouroscentnih armatura koje su montirane direktno na strop. Koriste se lampe sa odgovarajućim reflektorima (odsijačima). Za osvijetljuje visokoregalnog skladišta koriste se lampe sa fluo-cijevima sa uskosnopnim reflektorima. Na taj način se postiže željena horizontalna rasvjetljenost, ali i dobru vertikalnu komponentu osvijetljenosti na policama. Da bi dobili što bolju vertikalnu rasvjetljenost na policama preporuča se reflektor sa BAP optikom. Za prostore u kojima ima prisustva dnevnog svjetla, a posebno za prostore sa nadsvijetlom preporučuje se regulacija umjetnog svjetla. Postoji više razloga za regulaciju svjetla, a neki od njih su:

- Ušteda električne energije
- Bolja vidna performansa, odnosno vidni komfor, jer je boja dnevnog svjetla ( $T > 6000 \text{ °K}$ ) različita od boje umjetnog svjetla.
- Tamo gdje ima i prisustva dnevnog svjetla, za umjetno svjetlo se preporuča boja svjeta veća od  $T > 4000 \text{ °K}$

Regulacija svjetla ima smisla za prostore u kojima za osvijetljenje koristima flouroscentne armature. Preporuča se rasvjeta koja koristi senzor dnevnog svjetla bez obzira radi li se o složenoj regulaciji rasvjete ili o sustavu regulacije

rasvjete u jednoj prostoriji. Radi izbjegavanja direktnog i indirektnog blještanja, kontrolu dnevnog svjetla možemo riješiti putem adekvatnih sjenila na prozorima. Pri određenim radnim procesima, razina horizontalne svjetlosti ovisi o zahtjevnosti tih procesa. Vrijednosti se kreću od 100 lx kod najjednostavnijih poslova, u prostoru skladišta gdje se boravi povremeno, zatim sklapanje poslova od 200 do 300 lx, ručni rad na strojevima 500 -750 lx, a zatim do razine od 1500 lx za radne procese u elektromehnici (npr. urarstvo), odnosno u elektroničkoj industriji ili u farmaceutskoj industriji. Velika horizontalna rasvjetljenost je bitna i kod inspekcije ispravnosti proizvoda, odnosno inspekcije kvaliteta boja (npr. u tekstilnoj industriji).

Vrlo je važna i vertikalna komponenta rasvjete, ovisno o specifičnostima radnog zadatka, a to je u slučaju da je tijekom radnog zadatka vertikalna ili koso postavljena radna površina treba biti dobro osvijetljena. Isto tako, kod određenih poslova važno je i lateralno svjetlo. Na radnom mjestu gdje je teško osigurati kvalitetnu rasvjetu pomoću opće rasvjete, potrebna je lokalna rasvjeta. Tip lokalne rasvjete ovisi o specifičnosti radnog mjesta tj. radnog procesa. u današnje vrijeme u Europi sve je više prisutnija industrija koja zahtijeva vrlo zahtjevne vidne zadatke kao što su elektronička, farmaceutska industrija itd. Za veliki dio radnih zadataka koristi se principima projektiranja kvalitete uredske rasvjete. Baš zbog toga, posebna pozornost posvećena je zaslonu računala kako nebi bilo blještanja, da postoji kvalitetna regulacija rasvjete, adekvatna boja svjetla itd. Kod rasvjete u industriji, vrlo je važno izbjegavati direktno i indirektno blještanje, te obratiti pozornost na kvalitetnu reprodukciju boja predmeta. Blještanje se izbjegava ovisno o specifičnostima radnog mjesta i zadatka, odnosno računamo faktor URG u skladu s normom EN 12464. Regulacijom količine dnevnog svjetla, tamo gdje je to vrlo bitno, izbjegava se direktno i indirektno blještanje na radnim mjestima.

Uzvrat boje je isto jako bitan kod radnih procesa. U normama postoji definiran faktor uzvrata boje Ra za pojedine radne procese. U većini slučajeva kod radnih zadataka traži se da Ra bude veći od 80. U starim industrijskim procesima zahtjevani uzvrat boje je niži od 60 te kod procesa gdje nije potrebno stalno prisustvo ljudi Ra faktor je 40. U posebnim proizvodnim procesima kod kojih se prema normi traži da je uzvrat boje veći od 80, prilikom donošenja odluka o boji izvora svjetlosti, potrebno se konzultirati sa tehnikom ili sa investitorom. Iako, negdje norma predlaže dosta visoki Ra faktor, potrebno je provjeriti prirodu radnog procesa. Naprimjer, kod ručnog tiskanja norma zahtjeva da je Ra najmanje 80, s druge strane inspekcija kvalitete tiska traži da Ra bude veći od 90 iz razloga jer često inspekcija kvalitete tiska radi pored stroja tijekom radnog procesa. Zbog tih razloga potrebno je konzultirati se sa tehnologom.



Sl. 19. Rasvjeta u uredima [3]



Sl. 20. Rasvjeta u industrijskim pogonima.[3]

## 7. UPRAVLJANJE RASVJETOM

U praksi je da investitor prvo odlazi arhitektu i njemu povjerava zadatak kako bi razvio arhitektonski koncept, pritom obuhvaćajući sve funkcije objekta s obzirom na namjenu. Zatim, arhitekti dalje ugovaraju dijelove projekta sa specijaliziranim projektnim uredima kao što su inženjeri strojarstva te nakon komplementiranja projekta sa svim strukovnim dijelovima pripremaju i izrađuju troškovnik za javno nadmetanje. Izvođenje ugovara odgovarajući ponuđač. Za cjelovito projektno rješenje, nije dovoljno uzeti u obzir samo investicijske troškove građenja, već je važno predvidjeti operativne troškove i njihovu trajnost te investicije ili građevine. Svi ti inovativni koncepti rasvjete uzimaju te faktore u obzir, te opravdavaju izdrživost nekretnine. „ Pojam „održivost“ tumači se fleksibilnošću nabuduće promjene u rasporedu prostorija ili namjene prostora, održavajući operativne i troškove održavanja niskim, koristeći visokokvalitetne proizvode i sustave, integrirajući građevinu i njene usluge, sa naglaskom na čovjeka kao najvažnijim i najdragocjenijim resursom, te zadržavajući funkcionalnost sustava prikladnim potrebama i tehničkim uvjetima.“ [3]

### 7.1. PRAKTIČNA ULOGA UPRAVLJANJA RASVJETOM

Kad se pojavila električna rasvjeta, ljudi su bili sretni jer im je život bo jednostavniji, ali tada nisu marili za kvalitetu rasvjete. No, s vremenom su došli do zaključka da se kvaliteta svjetla može postići difuzijom svjetla, eliminacijom blještanja, te kreiranjem atraktivnih svjetiljka i rasvjetnih rješenja. Postoje

mnoge situacije gdje je umjetna rasvjeta bila korištena pod različitim okolnostima, odnosno varirala je po promjeni parametra, npr.:

- Doprinos tj. utjecaj dnevnog svjetla
- Funkcije prostora u rasvjetljenoj zoni se mogu promijeniti
- Sama aktivnost tj. funkcija može zahtijavati različite rasvjetne uvjete

Upravljanjem električne rasvjete koristeći upravljanje električnim i elektroničkim veličinama, područje primjene možemo podijeliti na praktične, estetske i aplikacije za uštedu energije. Iako se one preklapaju međusobno, glavna vodilja tj. cilj definirati najbolji pristup bilo kojoj namjeni. Naprimjer, prilikom odlaska u kino, praktična stvar je da je svjetlo upaljeno kako bi posjetitelji mogli pronaći svoje sjedalo i udobno se smjestiti, ali kada film počne, svjetlo se gasi. Vlasniku kina se daje na izbor hoće li on svjetlo paliti i gasiti stalno na prekidač ili će koristiti regulatore svjetla kako bi se postepeno smanjivalo i pojačavalo intenzitet svjetla što je estetska funkcija, ali i praktična. Nagle promjene nivoa svjetlosti mogu prouzročiti nesreće ili ozljede. Isto tako, često paljenje ili gašenje svjetla znatno skraćuje životni vijek izvora svjetlosti kao i same svjetiljke. Tu imamo i druge aktivnosti i mjesta kao naprimjer u Shopping centrima gdje je doprinos dnevnog svjetla jako važan te je njegovo iskorištenje tijekom dana moguće, no isto je nužno upravljanje umjetnom rasvjetom kako bi se nadomjestio učinak dnevnog svjetla, ali kako bi se postigla optimalna rasvjetljenost. Pitanje je hoće li se to izvesti jednostavnim paljenjem rasvjete u nekoliko režima, ili će se prilagodba izvesti kontinuirajuće, bez naglih promjena na promatrača. To ovisi o estetskim detaljima, ergonomskim i investicijskim mogućnostima investitora. Postoje neki proizvodni procesi kao naprimjer u nekim industrijama agrokulture koje zahtijevaju upravljanje rasvjetom iz praktičnih razloga. S obzirom da postoji velika ponuda tehnologija na raspolaganju, glavni cilj je pronaći najjednostavniji „paket“ kako bi osigurali praktičnost sustava te da taj sustav bude jednostavan za upravljanje i rukovanje.

## **7.2. ESTETSKA ULOGA UPRAVLJANJA RASVJETOM**

Estetska uloga upravljanja rasvjetom razvijena je u industriji rasvjete. Puno se pričalo o važnosti uštede električne energije, no zapravo te sustave prodaju ugodni rasvjetni efekti. Osnova ove uloge je da omogućava balseiranje raznim izvorima svjetla kako bi rezultat toga bio ugodna rasvjeta i transformaciju jednog rasvjetnog stanja u drugo. Moderni projekti rasvjete najčešće ovise o korištenju različitih izvora svjetlosti, ali i o tipovima svjetiljki kao i o karakteristikama optike istih tih svjetiljki. Projektat rasvjete bi trebao postaviti različite nivoe osvjetljenosti individualnim kanalima rasvjete kako bi postigao



željeni nivo rasvjetljenosti ili rasvjetnu scenu. U situaciji kada određeni prostor zahtijeva nekoliko scena rasvjete, npr. kada se žele zadovoljiti zahtjevi u različito doba dana tada mora postojati metoda promjene scena iz jedne u drugu. Ako uzmemo u obzir samo tehničke alate rasvjete kao što su spotlighteri, downlighteri oni ne govore ništa o ugođaju prostora, jeli prostor komforan, dramatičan ili blag. Ako je zadatak dobiti dramatičan prostor pristup je drugačiji nego ako se želi postići komforan prostor. Dobar projektant rasvjete će prvo definirati željeni rezultat te tome prilagoditi alate i tehnologiju kojom će to ostvariti.



Sl. 21. Estetska rasvjeta

### **7.3. ULOGA UPRAVLJANJA UTROŠKOM ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Utrošak el. energije je globalni problem kako zbog njene cijene tako i zbog utjecaja na okoliš. Puno se priča o pravilnom odnošenju prema okolišu, no jedine akcije se zapravo poduzimaju u smislu ušteda tj.cijena energije je presudan faktor. Upravljanjem rasvjetom je jedan način na koji se štedi energija, ali i s tim aspektom treba biti oprezan. Tamo gdje sustav rasvjete ima kompleksan sustav upravljanja zbog estetskih ili praktičnih razloga, trebale bi se programirati funkcije kako bi se energija koristila što učinkovitije. Postoje slučajevi gdje kompleksni sustavi, upravljani računalima, imaju slabu



investicijsku isplativost. Neke osnovne karakteristike za kvalitetno upravljanje energijom su:

- Kod većine instalacija, izbor odgovarajućeg izvora svjetlosti je najveći pojedinačni faktor u utrošku.
- Svjetlosni tok većine izvora varira tijekom životnog vijeka izvora svjetlosti. Također, svjetlosni tok svjetiljaka varira ovisno o ciklusima održavanja (npr. mehan.zaštita od prodora prašine IP 20 ili IP 40). Upravljanje rasvjetom može osigurati konkretan nivo održavanja, bez trošenja energije u startu životnog vijeka izvora svjetla.
- Ne odgovaraju svi izvori svjetlosti kontinuiranom upravljanju intenzitetom.
- Uvijek je nužno analizirati obuhvat uštede energije sustavom upravljanja rasvjetom, ovisno o prostoru. Ponekad ušteta izostaje.
- Nikad se ne smije zaboraviti na korisnika rasvjetnog sustava jer kompletno automatizirani sustavi koji rade bez odziva na okupaciju radnog prostora, nisu uspjeh. Automatizacija da, ali samo u slučajevima kada se može lokalno prilagoditi sustavu pojedinca.
- Sve više novih proizvoda i tehnologija povećavaju mogućnost uštede energije sustavima upravljanja rasvjetom.
- Važna kalkulacija kod svakog sustava upravljanja rasvjetom je isplativost odnosno vrijeme povrata uloženog. Nije nužno znati samo cijene alternativnih rješenja, već se moraju uzeti u obzir i cijene energije.
- Najbrži povrat investicije će biti realiziran korištenjem upravljivih elektroničkih predspojnih naprava. Ali treba voditi računa o slijedećim upozorenjima:
  - Najočitije je da će podatak o snazi sustava ovisiti o tome koliko se može iskoristiti sposobnost regulacije u praksi. Područja u središtu zgrade, koja su u potpunosti okupirana za vrijeme radnog vremena, najvjerojatnije neće puno uštedjeti upravljivim svjetilkama sa mogućnošću regulacije u odnosu na one svjetiljke sa običnim elektroničkim predspojnim napravama.
  - Ipak, ako postoje instalirani senzori, i vremenski zavisno upravljanje, te ako postoji bar maleni utjecaj dnevnog svjetla, i ako postoje zone koje su različito okupirane (neke zone nisu u potpunosti okupirane tijekom dana), uštede se mogu uzeti u obzir.

Naravno, prilikom izrade projekata, potrebno je znati prirodu i namjenu prostorija, te njenu funkciju u cjelini.

- Da bi izračun bio ispravan, svako povećanje cijena svjetiljke, svaki dodatni upravljački element, senzori i sl., moraju se uzeti u obzir, kao i njihovo programiranje, te njegovo puštanje u rad. Nove generacije digitalnih elektroničkih predspojnih naprava reduciraju cijenu centralnog upravljačkog sustava, te pojednostavljaju kalkulacije.
- Slične kalkulacije mogu biti izvedene za sve sustave upravljanja rasvjetom. Važno je uzeti u obzir sve okolnosti svake pojedinačne instalacije u obzir.

U velikim objektima kao što su škole, bolnice i sl. uzima se u obzir cijena uštede na klimatizacijskim i ventilacijskim sustavima. Toplinska energija dobivena disipacijom izvora svjetlosti, uvelike doprinosi opterećenju ventilacijskih sustava tako da svaka redukcija u opterećenju rasvjete će se također reflektirati na smanjenje potrošnje energije na ventilacijske sustave. U mnogim instalacijama rasvjete koriste se žarulje sa žarnim nitima i halogene žarulje da bi se postigao adekvatan ugođaj (jedini izvori sa 100 % uzvratom boja). Kako bi se postigao zadovoljavajući nivo rasvjetljenosti koriste se svjetiljke upravljane preko faznih regulatora. Korištenjem faznih regulatora ušteda energije je vrlo mala, ali se bitno smanjuje trošak održavanja jer se na taj način produžuje životni vijek izvora.

## 7. ZAKLJUČAK

Javna rasvjeta, zbog svoje uloge osvjetljavanja javnih površina, prometnica i pješačkih staza, je vrlo bitan faktor kvalitete života jer pruža osjećaj sigurnosti i lakoću raspoznavanja u noćnim satima.

Javna rasvjeta ovisi o svojoj kvaliteti i funkcionalnosti. Prva i najvažnija uloga javne rasvjete je da osigurava sigurni promet osoba i vozila noću kroz naseljene i nenaseljene javnoprometne površine. Druga uloga je estetske prirode, ali na način da ne naštetiti sigurnosti prometa i da ne uzrokuje svjetlosno onečišćenje.

Zbog nestručnog postavljanja javne rasvjete može doći do štetnih posljedica kao što su svjetlosna onečišćenja i problemi ekonomske prirode. Naravno, te posljedice se mogu spriječiti ili umanjiti ako se poštuju norme i pravila prilikom postavljanja javne rasvjete.

Isto tako, industrijska rasvjeta je vrlo važna pri obavljanju određenih poslovnih procesa i zadataka. Ukoliko je u radnom prostoru postavljena odgovarajuća rasvjeta, radnici mogu bolje i kvalitetnije obavljati svoj posao.

## 9. LITERATURA

- [1] **Podlipnik P., Čop A.** „Svetlotehnički priručnik“, Elektokovina, Maribor
- [2] **Kordić Zdenko:** Troškovi javne rasvjete u Republici Hrvatskoj [http://rgn.hr/~zandreic/studenti/lp/kordic\\_zavrzni.pdf](http://rgn.hr/~zandreic/studenti/lp/kordic_zavrzni.pdf), pristupljeno 01.07.2016.
- [3] **Telektra:** Rasvjetni sistemi, <http://www.telektra.hr/site/vanjska-rasvjeta/>, pristupljeno 02.07.2016.
- [4] **Motika D., Cincar N., Popović B.:** Električno osvjetljenje i njihov značaj [http://www.bas.gov.ba/images/upload/glasnik/clanak1\\_1\\_2\\_15.pdf](http://www.bas.gov.ba/images/upload/glasnik/clanak1_1_2_15.pdf) , pristupljeno 05.07.2016.

### Popis simbola

#### POPIS SIMBOLA ( KORIŠTENIH KRATICA)

LPS lampe	natrijeve lampe pod niskim tlakom
HPS lampe	natrijeve lampe pod visokim tlakom
MH lampa	lampa s metalnim halidima

### POPIS SLIKA:

Stranica

Sl. 1. Shematski prikaz utjecaja svjetlosti na čovjeka.....	4.
Sl. 2. Grafički prikaz zakonitosti ovisnosti osvjetljenja sa vidnim funkcijama.....	5.
Sl. 3. Grafički prikaz potrebne svjetlosti.....	5.
Sl. 4. Grafički prikaz ovisnosti svjetlosti i aktivnosti.....	6.
Sl. 5. Dijagram radnog čina nekog poduzeća prikazuje povećanje produktivnosti usljed poboljšanja osvjetljenja.....	6.
Sl. 6. Prikaz osvjetljenja glavnog trga u Briselu.....	7.
Sl. 7. Žarulja sa žarnom niti.....	9.
Sl. 8. Halogena žarulja.....	9.

Sl. 9. LPS lampa.....	10.
Sl. 10. HPS lampa.....	10.
Sl. 11. Flouroscentne cijevi.....	10.
Sl. 12. MH lampa.....	11.
Sl. 13. LED lampa.....	11.
Sl. 14. Vanjska rasvjeta.....	12.
Sl. 15. Svjetiljka DECO s ekranima.....	13.
Sl. 16. Javna rasvjeta.....	14.
Sl. 17. Javna rasvjeta za pješake.....	19.
Sl.18. Javna rasvjeta za cestovni promet.....	19.
Sl. 19. Rasvjeta u uredima.....	21.
Sl. 20. Rasvjeta u industrijskim pogonima.....	21.
Sl. 21. Estetska rasvjeta.....	23.