

# Unutarnje osvjetljenje

---

**Mandić, Romana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*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:128:741897>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-08**



**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

Romana Mandić

# **UNUTARNJE OSVJETLJENJE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2017.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Romana Mandić

# **INTERNAL ILLUMINATION**

FINAL PAPER

Karlovac, 2017.

Veleučilište u Karlovcu

Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Romana Mandić

# **UNUTARNJE OSVJETLJENJE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Slaven Lulić, dipl.ing.

Karlovac, 2017.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCE  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, lipanj 2017.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Romana Mandić

Matični broj: 0415613024

Naslov: Unutarnje osvjetljenje

Opis zadatka:

U završnom radu govorit ću o unutarnjem osvjetljenju, osvjetljenju na siguran način te o načinu izvođenja osvjetljenja.

Zadatak zadan:

5/2016

Rok predaje rada:

7/ 2017

Predviđen datum obrane

Mentor:

Slaven Lulić, dipl. ing

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Ivan Štedul, prof

*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 istog.*

*Također, htjela bih se zahvaliti roditeljima i sestri, te prijateljima P.J., L.R. i L.M.. na podršci, pomoći i razumijevanju tijekom studija.*

Tema završnog rada je unutarnje osvjetljenje. Adekvatno unutarnje osvjetljenje nužno je za život ljudi kako bi nesmetano i sigurno mogli izvršavati svakodnevne zadatke.

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

U nastavku govorim o unutarnjem osvjetljenju i faktorima kvalitete osvjetljenja, projektiranju unutarnjeg osvjetljenja te naposljetku o smjernicama za projektiranje unutarnjeg osvjetljenja.

**SUMMARY**

The topic of the final paper is internal illumination. The appropriate illumination is necessary for people's lives, so that they can do their everyday tasks uninterrupted and safe.

In the beginning, I am talking about the illumination in general, how it affects people and which illumination techniques there are.

Later, I am talking about internal illumination, its quality factors, the designing of it and finally, the guides how to design internal illumination.

**KLJUČNE RIJEČI**

Svjetlost, rasvjeta, žarulja, svjetiljke

**KEYWORDS**

Light, lighting, bulb, lamp,

ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD .....	1
2. SVJETLOST .....	2
3. UTJECAJ SVIJETLOSTI NA ČOVJEKA .....	3
4. UNUTARNJE OSVJETLJENJE.....	4
5. FAKTORI KVALITETE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA .....	5
5.1. Nivo osvjetljenosti.....	5
5.2. Ravnomjernost osvjetljenosti .....	6
5.3. Raspodjela sjajnosti.....	7
5.4. Ograničenje bliještanja .....	7
5.5. Smjer upada svjetlosti i sjenovitosti .....	8
5.6. Klima boja .....	9
5.7. Ograničenje stroboskopskog efekta.....	11
6. SISTEMI OSVJETLJENJA .....	13
6.1. Opće osvjetljenje .....	13
6.2. Zonalno opće osvjetljenje.....	14
6.3. Lokalno osvjetljenje .....	14
6.4. Kombinacija prirodnog (dnevnog) i umjetnog osvjetljenja.....	14
6.5. Sigurnosno osvjetljenje .....	15
7. PROJEKTIRANJE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA.....	17
7.1. Smjernice za projektiranje unutarnjeg osvjetljenja .....	17
7.1.1. Izvođenje osvjetljenja u industriji .....	17
7.1.2. Uredi.....	18
8. ZAKLJUČAK .....	20
LITERATURA.....	21
POPIS SLIKA .....	22
POPIS TABLICA.....	23



## 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 i rad u zatvorenim prostorima bez rasvjete je skoro pa nemoguć. Rasvjeta ljudima olakšava kretanje i rad u prostoru.

Kako čovjek najveći dio informacija dobiva vidom (čak 80%) potrebno je povoljno osvjetljenje radnih prostorija i radnoga mjesta. Svjetlo dakle predstavlja medij koji omogućuje vizualnu percepciju uz pomoć koje se razlikuju detalji, boje i oblici, odražavaju okolne strukture i doživljava prostor.

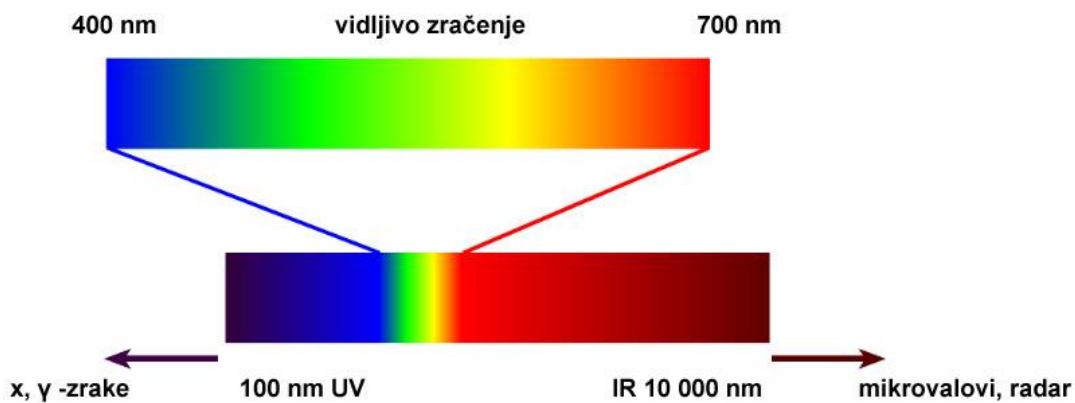
Umjetni izvori svjetlosti, kojima je čovjek svakodnevno izložen velik broj sati kod kuće kao i na poslu, imaju valne duljine bitno različite od spektra prirodne svjetlosti koji pod određenim uvjetima mogu biti štetni za čovjekovo zdravlje. Stoga je potrebno biti vrlo oprezan pri postavljanju ali i testiranju umjetne rasvjete. Ukoliko radno mjesto nije dovoljno osvijetljeno, slabi oštrina vida, oko više ne razlikuje detalje i napreže se, pa se kao posljedica javljaju zamor i znatno smanjenje produktivnosti. Slične se pojave javljaju i kada je sama rasvjeta pogrešno izvedena.

Iz navedenog može se zaključiti da je adekvatno osvjetljenje radnih mjesta složeni zadatak. Treba pronaći odgovarajući intenzitet i vrstu rasvjete koja će pridonijeti stvaranju željenog ugođaja u određenoj prostoriji u kojoj će uz minimalno očno naprezanje biti moguće uspješno izvoditi radne zadatke.

## 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.



Sl.1. Spektar vidljiv ljudskom oku  
[www.am.unze.ba](http://www.am.unze.ba)

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. [6]

### 3. UTJECAJ SVIJETLOSTI NA ČOVJEKA

Većina osjeta su vidne prirode pa im je svjetlost neophodno potrebna kao prenosilac informacija. To pokazuje koliko je svjetlost važna za čovjeka. Svjetlost, putem 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. 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. Svjetlost uvelike utječe i na raspoloženje.

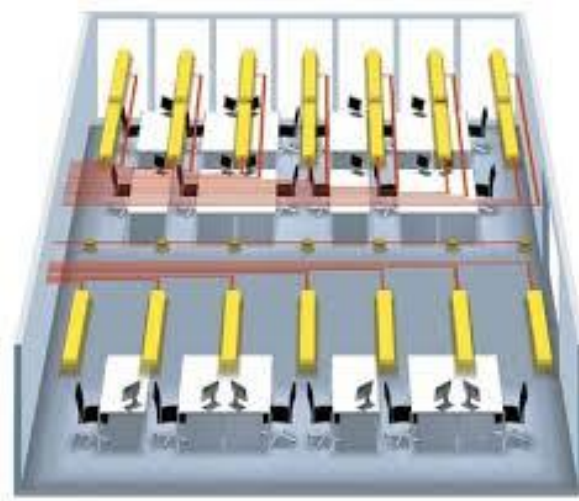
Umjetno svjetlo kojim se koristimo za rasvjetljavanje životnog i radnog prostora u noćnim satima također ima snažno djelovanje na naše zdravlje. Umjetnom svjetlu izloženi smo sve više i sve dulje. Osim u svojim domovima, izloženi smo mu i na radnim mjestima, trgovačkim centrima, restoranima...itd.

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. [2]

## 4. UNUTARNJE OSVJETLJENJE

Svjetlost je sredstvo koje omogućuje izvršavanje vidnih zadataka. Uloga svjetlosti, uvijek je bila i uvijek će biti od primarnog značaja. Suvremeni tehnološki postupci i s njim povezani sve precizniji radni procesi, sve više opterećuju oko čovjeka. Svjetlost ne olakšava samo viđenje i dobro raspoznavanje, već i djeluje na mnoge ljudske funkcije (raspoloženje, aktivnost, koncentracija i sl.). Umjetno osvjetljenje da bi udovoljilo svemu rečenom u prethodno rečenom mora ispunjavati neke osnovne zahtjeve:

- da omogući dobre vidne uvjete, potrebne za izvršenje vidnih zadataka,
- da u okviru kompleksnog oblikovanja prostorije, čovjeku omogući okolinu koja
- pridonosi njegovom dobrom fizičkom i psihičkom osjećaju,
- da spriječi nezgode i nesreće,
- da ispuni zahtjeve ekonomičnosti. [1]



Sl.2. Primjer osvjetljenja uredskih prostorija  
<http://www.lipapromet.hr/>

## 5. FAKTORI KVALITETE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA

Umjetno osvjetljenje prostora potrebno je izvesti tako da s jedne strane zadovoljava svjetlotehničke zahtjeve, te da u okviru kompleksnog arhitektonskog oblikovanja harmonički se uklopi u cjelinu prostorije.

Faktori kvalitete unutrašnjeg osvjetljenja su; nivo osvjetljenosti, ravnomjernost osvjetljenosti, raspodjela sjajnosti, ograničenje bliještanja, smjer upada svjetla i sjenovitost, klima boja i ograničenje stroboskopskog efekta.

### 5.1. Nivo osvjetljenosti

Za izvršavanje radnih i vidnih zadataka potreban je određeni nivo osvjetljenosti, a zavisi od značaja rada i značaja vidnih zadataka koji su s tim radom povezani.

Kod unutrašnjeg osvjetljenja razlikuju se tri osnovna područja nivoa osvjetljenosti;

- minimalni nivo osvjetljenosti za komunikacijske prostorije
- minimalni nivo osvjetljenosti za radni prostor
- optimalni nivo osvjetljenosti za radne prostore

Kriterij za navedene minimalne nivoe osvjetljenosti je ona osvjetljenost koja je potrebna za zapažanje i raspoznavanje ljudskog lica.

Za prag raspoznavanja crta lica neke osobe potrebna je sjajnost približno  $1\text{cd/m}^2$ . Tov vrijednosti sjajnosti odgovara vertikalna osvjetljenost lica  $10\text{lx}$ , odnosno horizontalna osvjetljenost  $20\text{lx}$ . takva osvjetljenost predstavlja minimalni nivo osvjetljenosti za komunikacijske prostorije.

Za zadovoljavajuće raspoznavanje crta ljudskog lica potrebna je sjajnost između  $10$  i  $20\text{cd/m}^2$ . Za postizanje takve sjajnosti potrebna je vertikalna osvjetljenost od najmanje  $100\text{lx}$ ,

odnosno horizontalna osvijetljenost od najmanje 200lx taj se nivo osvijetljenosti stoga smatra kao donja granica za opće osvijetljenje u radnim prostorima. [1]

Rezultati brojnih ispitivanja u radnim prostorijama pokazuju da opće osvijetljenje daje optimalne rezultate u području osvijetljenosti između 1500 i 2000lx. To područje dakle predstavlja optimalni nivo osvijetljenosti općeg osvijetljenja kod kojeg se postiže optimalna produktivnost i dobra koncentracija uz najmanji odmor. međutim, kod vidnih zadataka potrebno je puno veće osvijetljenje. Za postizanje maksimalne kontrastne osjetljivosti potrebna je sjajnost od 1000cd/m<sup>2</sup>; toj sjajnosti odgovara osvijetljenost od 20 000lx. [1]

Na osnovu iznesenih razmatranja proizlaze tri glavna područja nivoa osvijetljenosti u radnim prostorima:

- 20-200lx za opće osvijetljenje u prolaznim i malo upotrebljavanim prostorijama
- 200-2000lx za opće osvijetljenje u radnim prostorima
- 2000-20 000lx za dodatno osvijetljenje radnih mjesta kod vrlo finih vidnih zadataka

## 5.2. Ravnomjernost osvijetljenosti

U prostorijama ne smiju biti velike razlike osvijetljenosti jer se smanjuju vidne sposobnosti i uzrokuju zamor. Zbog toga potrebna je dobra prostorna ravnomjernost osvijetljenosti. Ravnomjernost osvijetljenosti definirana je razmjerom između osvijetljenosti najslabije osvijetljenog mjesta u prostoriji i srednje osvijetljenosti prostorije.

Tablica 1. Ravnomjernost osvijetljenosti [1]

VIDNI ZAHTJEV	RAVNOMJERNOST OSVJETLJENOSTI $E_{min} : E_{sr}$
Vrlo mali	1 : 6 do 1 : 3
Mali	1 : 3
Srednji	1 : 2.5
Veliki Vrlo veliki Vanredno veliki	1 : 1.5

### 5.3. Raspodjela sjajnosti

Vidni uvjeti su bolji kada su manje razlike sjajnosti između radne površine i okolnih površina. Da bi se postigli prikladni vidni uvjeti i povoljna raspodjela sjajnosti u prostoriji, potrebno je pridržavati se uputa o najvećem dopuštenom omjeru sjajnosti. Odnos sjajnosti između radnog polja i neposredne okoline mora biti 3:1, između radnog polja i dalje okoline max. 10 : 1, između izvora svjetlosti i susjednih površina max. 20 : 1. Premale razlike sjajnosti uzrokuju monotoni utisak u prostoriji. Postoje tri osnovna područja sjajnosti:

- područje minimalnih sjajnosti (od 1 do 20 cd/m<sup>2</sup>)
- područje preporučenih sjajnosti (između 100 i 400 cd/m<sup>2</sup>)
- područje granične sjajnosti (između 500 i 10000 cd/m<sup>2</sup>) [1]



S1.3. Raspodjela sjajnosti

<http://www.lipapromet.hr/>

### 5.4. Ograničenje bliještanja

Bliještanje uzrokuje smanjenje vidnih sposobnosti, a kod dužeg zadržavanja u prostoriji psihičku neudobnost i zamor te se time smanjuje radna sposobnost. Postoje dvije vrste bliještanja, prikazano slikom 4 i 5:

- direktno i
- refleksno bliještanje.

Direktno bliještanje pojavljuje se kada su sjajnosti svjetiljki u usporedbi s općom svjetlošću u prostoriji mnogo veće. Ovakvo bliještanje zavisi od:

- sjajnosti svjetiljaka,
- boja svjetiljki i veličine svjetlećih površina svjetiljki u vidnom polju,
- položaja svjetiljki u vidnom polju,

- sjajnosti površina neposredne i posredne okoline svjetiljki.

Glavni uzročnik direktnog bliještanja je sjajnost svjetiljke, stoga je potrebno ograničiti njezinu sjajnost. Refleksno bliještanje prouzrokovano je refleksijom na zrcalnim površinama u prostoriji. Ova bliještanja otklanja se tako da se skupi što više svjetiljki u grupe dobrim osvjetljenjem stropova. Isto tako smjer odbijanja svjetlosti ne smije se poklapati sa smjerom gledanja te matiranjem površine radnih mjesta.



Sl.4. Direktno bliještanje



Sl.5. Refleksno bliještanje

<http://documents.tips/documents/unutarnja-rasvjeta.html>

## 5.5. Smjer upada svjetlosti i sjenovitosti

Na raspoznavanje predmeta u prostoru, njihovih oblika i izgleda površina utječe raspodjela upadnog svjetla izvora svjetlosti i time uzrokovane sjenke. Dobar i loš upad svjetlosti su prikazani na slici br. 6. Vrlo difuzna raspodjela svjetla izvora svjetlosti (indirektno osvjetljenje) otežava raspoznavanje plastičnosti objekata i može dati prostoriji dosadan i strukturno siromašan izgled. Ako je upad svjetla iz neprirodnog smjera, može dovesti u ekstremnom slučaju do vizualne obmane. Osvjetljenje ne smije biti siromašno sjenkama. Tvrdoća sjenke mora biti mala (ne smije biti pretamna), a granica sjenke (prijelaz) mekana. Kod mnogih vidnih zadataka (npr. čitanje, pisanje, crtanje) sjenke nisu poželjne, ponekad čak i smetaju, pa ih je potrebno po mogućnosti smanjiti, npr. s difuznom svjetlošću svjetiljke velike svjetleće površine. Difuzno osvjetljenje bez sjenki, naročito u velikim prostorijama, često djeluje dosadno i zamarajuće. Zbog toga je u takvim prostorijama poželjno namjestiti svjetiljke s jakim usmjerenim svjetlom. Svjetlost tih svjetiljki ne smije utjecati na vidni



zadatak na radnom mjestu, ali treba oku pri pogledu s predmeta rada na okolni prostor, omogućiti ugodnu promjenu i opuštenost.



Sl.6. Primjer lošeg i dobrog upada svjetlosti

<http://documents.tips/documents/unutarnja-rasvjeta.html>

## 5.6. Klima boja

Klima boja kod unutarnjeg osvjetljenja predstavlja faktor kvalitete, koji određeni prostor čini ugodnim i harmoničnim te omogućuje dobro raspoznavanje boja predmeta. Svjetlo izvora svjetlosti i boje u prostoriji omogućavaju gledanje okoline, a ljudsko oko ih fiziološki registrira kao boju svjetlosti i boju predmeta. Psihofizička djelovanja nastaju pod utjecajem svjetlosti i boja. Višestruki uzrok tih djelovanja, nazvan „klima boja“ djeluje na raspoloženje ljudi. Klima boja u prostoriji uzrokovana je određenim komponentama:

- bojom svjetlosti izvora svjetlosti,
- bojom prostorije i predmeta,
- reprodukcijom boja.
- nivoom osvjetljenosti

Prilikom projektiranja te komponente treba pažljivo uskladiti tako da je u prostoriji istovremeno postignut vizualan događaj i dobro raspoznavanje predmeta. Od svih komponenata klime boja najvažnije su boja svjetlosti i reprodukcija boja. Pravilno izabrana boja svjetlosti i dobra reprodukcija boja čine prostoriju ugodnom i harmoničnom, dok slaba boja svjetlosti i reprodukcija boja daju utisak disharmonije i vizualne neudobnosti. Boju svjetlosti bilo kojeg izvora svjetlosti moguće je označiti na dva načina:

- trihromatskim koordinatama
- temperaturom boje

Od prethodno navedenih načina označavanja izvora svjetlosti češći je temperaturom boje. Da bi se lakše usporedila svojstva boje izvori svjetlosti podijeljeni su na tri osnovne skupine:

- tople boje (t),
- bijele boje (b),
- boje dnevne svjetlosti (d).

Za izvore svjetlosti tople (t) boje karakteristična je temperatura boje 3000 K. Kod ovih izvora svjetlosti prevladavaju crveni i narančasti tonovi boja. Grupa izvora tople boje:

- žarulje (2200 do 2900 K),
- halogene žarulje (3000 K),
- fluorescentne cijevi toplo bijele boje -TB, TBX (2900 K),
- visokotlačne natrijeve sijalice (2100 K).

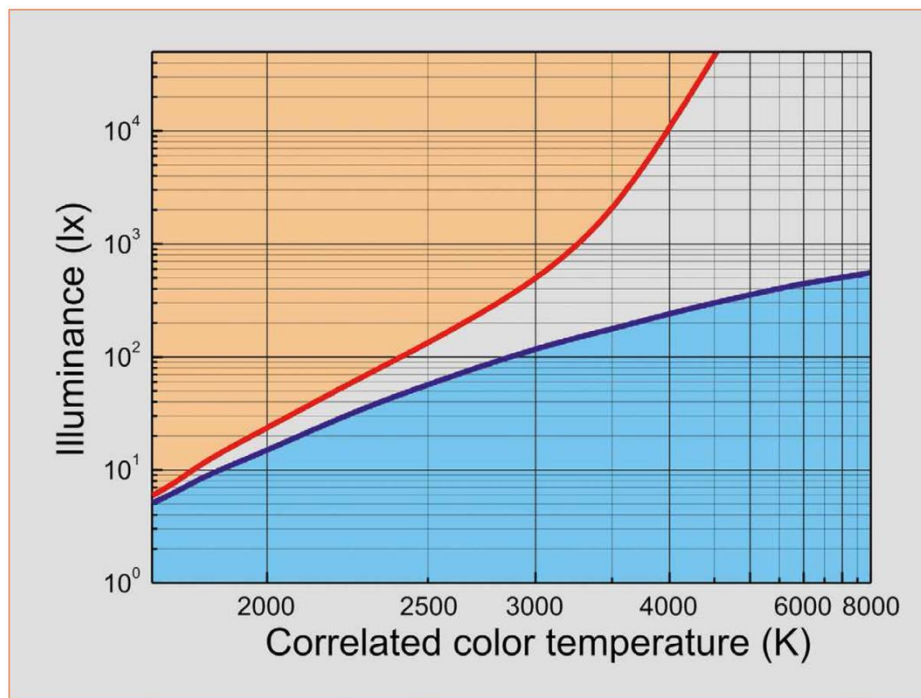
Kod izvora svjetlosti bijele boje (b) je karakteristična temperatura boje 4000 K. U ovu skupinu izvora svjetlosti ubrajaju se oni izvori svjetlosti s temperaturom boje između 3300 i 5000 K. Ti izvori daju neutralnu boju. U grupu izvora bijele boje ubrajaju se:

- fluorescentne cijevi svijetlo bijele boje- SB (3500 K),
- fluorescentne cijevi bijele boje- BB, BBX (4500 K),
- visokotlačne metalhalogene sijalice (4000 K)
- visokotlačne živine sijalice (4800 K),

Za izvore svjetlosti boje dnevne svjetlosti (d) je karakteristična temperatura boje 6000 K. Ovi izvori svjetlosti se upotrebljavaju u prostorijama s visokim nivoima osvijetljenosti. U grupu izvora svjetlosti s bojom dnevne svjetlosti ubrajaju se:

- fluorescentne cijevi boje dnevne svjetlosti- DS (6500 K),
- visokotlačne metalhalogene sijalice (6000 K),
- ksenonske sijalice (6300 K).

Boja svjetlosti je usko povezana s nivoom osvjetljenosti u prostoriji. Niski nivoi osvjetljenosti zahtijevaju tople boje svjetlosti, dok visoki nivoi osvjetljenosti zahtijevaju bijele boje i boje dnevne svjetlosti. Ovisnost boje svjetlosti od nivoa osvjetljenosti prikazuje se Kruithhof-ovim dijagramom.



Sl. .7 Kruithhof-ov dijagram

[https://en.wikipedia.org/wiki/Kruithof\\_curve](https://en.wikipedia.org/wiki/Kruithof_curve)

Narančasti dio dijagrama predstavlja područje, u kojem osvjetljenje ili boja svjetlosti djeluje presvijetlo. Plavio dio dijagrama predstavlja područje u kojem osvjetljenje ili boja svjetlosti djeluje pretamno. Neutralno područje između te dvije boje predstavlja osvjetljenje i boje svjetlosti ugodne za boravak.

### 5.7. Ograničenje stroboskopskog efekta

Kod izvora svjetlosti na električno pražnjenje dolazi do njihanja svjetlosnog toka uslijed naizmjeničnog napona. Uslijed njihanja dolazi do vidnih smetnji te vizualne obmane.

Vizualna obmana, kod koje se čini da predmet, koji rotira, stoji ili da rotira većom ili manjom brzinom u istom ili suprotnom smjeru, naziva se stroboskopski efekt. Spomenuti efekt predstavlja izvor opasnosti za radnike koji rade kod strojeva s rotirajućim dijelovima. [7]



Sl. 8. Stroboskopski efekt

[http://www.e-fotografija.si/bliskavica-\(fles\)-kaksna-katera-kako-jo-izkoristiti-,223.html](http://www.e-fotografija.si/bliskavica-(fles)-kaksna-katera-kako-jo-izkoristiti-,223.html)

## 6. SISTEMI OSVJETLJENJA

Sistem osvjetljenja određuju vrsta i namjena prostorije, značaj rada i vidnih zadataka u prostoriji te raspored radnih mjesta i razmještaj opreme. Kod unutarnjeg osvjetljenja upotrebljavaju se sljedeći sistemi osvjetljenja:

- opće osvjetljenje
- zonalno opće osvjetljenje
- lokalno osvjetljenje

U posebnim slučajevima primjenjuju se još dva specifična osvjetljenja:

- kombinacija prirodnog (dnevnog) i umjetnog osvjetljenja
- sigurnosno osvjetljenje

### 6.1. Opće osvjetljenje

Sistem općeg osvjetljenja karakterizira manje ili više ravnomjerni razmještaj svjetiljki po površini stropa. Ovaj sistem osvjetljenja u praksi se najčešće upotrebljava jer omogućava ugodan izgled prostorije i osigurava skoro jednake vidne uslove po cijeloj prostoriji, zbog pogodne raspodjele osvjetljenosti i sjajnosti na korisnoj površini. Sistem općeg osvjetljenja treba predvidjeti u onim prostorijama, gdje položaji radnih mjesta nisu unaprijed poznati ili ako se tijekom vremena mijenjaju. Primjena ovog sistema koristi se samo do nivo osvjetljenosti 1000 lx.



Sl. 9. Primjer općeg osvjetljenja sobe za sastanke

<https://www.google.hr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwiZ1YuP7uLUAhWJDBoKHRApCR8QjxwIAw&url=http%3A%2F%2Fwww.ledelli.com%2Fnutrasnja-rasvjeta>

## **6.2. Zonalno opće osvjetljenje**

Ovaj sistem osvjetljenja primjenjuje se u prostorijama u kojima se u različitim zonama prostorije obavljaju radovi s različitim vidnim zahtjevima. Opće osvjetljenje u takvim prostorijama se izvodi posebno za svaku pojedinu zonu, te u svakoj prostoriji moraju biti ostvareni oni vidni uvjeti, koji odgovaraju radu u određenoj zoni. Ovaj sistem osvjetljavanja se pretežito upotrebljava u industrijskim halama gdje ima više zona sa različitim vidnim uvjetima, npr. proizvodne zone, zone za odlaganje poluproizvoda, u kojima su potrebni različiti nivoi osvjetljenosti.

## **6.3. Lokalno osvjetljenje**

Ovaj sistem osvjetljavanja je namijenjen za dodatno osvjetljenje radnih mjesta i u pravilu se upotrebljava u kombinaciji sa sistemom općeg ili zonalnog općeg osvjetljenja u sljedećim slučajevima:

- kod vrlo preciznog rada ili vrlo teških zadataka, tamo gdje se traže vrlo visoke osvjetljenosti (2000 lx i više) na pojedinim radnim mjestima,
- Kod vidnih zadataka za koje svjetlost mora dolaziti iz određenog smjera da bi se omogućili raspoznavanje oblika, detalja i struktura predmeta,
- Na radnim mjestima , gdje je utjecaj općeg osvjetljenja smanjen zbog posebnih uvjeta (npr. visoki strojevi, udubine i sl.),
- Kod rada na tamnim predmetima, koji su položeni na svijetloj radnoj površini s visokim faktorom refleksije,
- Na radnim mjestima, gdje rade starije osobe ili osobe sa smanjenim vidnim sposobnostima, a koje zbog toga trebaju višu osvjetljenost. [1]

## **6.4. Kombinacija prirodnog (dnevnog) i umjetnog osvjetljenja**

U zonama udaljenim od prozora, dnevna svjetlost ne može ostvariti dobro osvjetljenje, zbog toga treba dnevnu svjetlost dopuniti, povremeno ili često umjetnom svjetlošću, kako bi na taj način bili ostvareni dobri vidni uvjeti na svim radnim mjestima u prostoriji. Da bi to sve

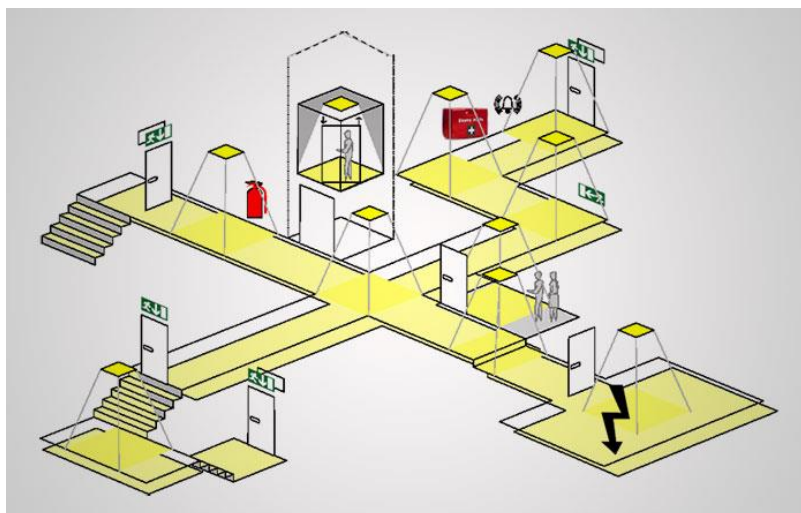
funkcioniralo mora biti postignuto uravnoteženo zajedničko djelovanje dnevne i umjetne svjetlosti, u pogledu nivoa osvjetljenosti, smjera upada svjetla i boja svjetlosti. Da bi se udovoljilo svim prethodno navedenim zahtjevima potrebno je koristiti svjetiljke sa simetričnom raspodjelom svjetlosti. Stalno dopunsko umjetno osvjetljenje mora osigurati osvjetljenost od najmanje 500 lx.

## **6.5. Sigurnosno osvjetljenje**

U slučaju smetnji ili ispada mrežnog napona sigurnosno osvjetljenje osvjetljava prostorije i izlaze propisanom osvjetljenošću (najmanje 1 lx). Sigurnosno osvjetljenje potrebno je izvesti u sljedećim prostorijama: kina, kazalištima, koncertnim i konferencijskim dvoranama, trgovačkim centrima, te u drugim prostorijama i zgradama, u kojima se skuplja veći broj ljudi. Sigurnosno osvjetljenje obuhvaća:

- Pomoćno osvjetljenje,
- Nužno osvjetljenje.

Pomoćno osvjetljenje je takvo sigurnosno osvjetljenje, koje se u slučaju ispada mrežnog napona automatski preklopi na pomoćni elektroenergetski izvor, za elektroenergetski izvor koristi se agregat ili centralna akumulatorska baterija. Elektroenergetski izvor osvjetljava prostorije s propisanom minimalnom osvjetljenošću. Nužno osvjetljenje je sigurnosno osvjetljenje, koje se pri ispadu mrežnog napona automatski preklopi na akumulatorsku bateriju i označava najkraći put do izlaza iz zgrade. Sve svjetiljke nužnog osvjetljenja moraju biti posebno vidno označene i montirane iznad vrata, na stepeništima, hodnicima, prolazima i izlazima. [6]



Sl. 10. Shema sigurnosne rasvjete

<http://zitel.hr/prirucnici/sigurnosna-rasvjeta/>



Sl.11. Motivi na sigurnosnim svjetiljkama

<http://zitel.hr/prirucnici/sigurnosna-rasvjeta/>



## **7. PROJEKTIRANJE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA**

Postupak projektiranja određenog uređaja osvjetljenja obuhvaća sljedeće osnovne faze:

- prikupljanje potrebnih informacija
- određivanje faktora kvalitete osvjetljenja
- proračun stvarne srednje osvjetljenosti
- kontrolu ravnomjernosti osvjetljenosti
- izradu nacrtu osvjetljenja
- utvrđivanje karakterističnih električnih podataka uređaja osvjetljenja
- proračun ekonomičnosti uređaja osvjetljenja

Ovaj postupak se odnosi na sistem općeg osvjetljenja neke prostorije, odnosno sistem zonalnog općeg osvjetljenja određenog djela/ zone / prostorije. U koliko ima više vrsta prostorija, postupak se ponavlja za svaku prostoriju ukoliko se one razlikuju u dimenzijama, namjeni i vrsti rada koji će se u njoj obavljati.

### **7.1. Smjernice za projektiranje unutarnjeg osvjetljenja**

Zahtjevi, kojima osvjetljenje mora odgovarati zavise uglavnom od vrste rada određenoj prostoriji. Pri tome se uzimaju u obzir; namjena prostorije i težina vidnog zadatka.

#### **7.1.1. Izvođenje osvjetljenja u industriji**

Uređenje industrijskih pogona vrši se u pravilu prema toku tehnološkog procesa. Zbog toga se raspoređivanje svjetiljki mora prvenstveno ravnati prema njemu i prema konstrukciji stropa. npr. prizemne zgrade bez nadsvjetla – prizemne zgrade bez nadsvjetla imaju visine između 3,5 i 7m. Kod takvih visina primjenjuju se skoro isključivo svjetiljke s fluorescentnim cijevima. Najčešće se montiraju u vidu svjetlosnih traka direktno na plafon. Dovoljna ravnomjernost osvjetljenosti postiže se kada razmak između svjetlosnih traka iznosi 1,5 puta visina montaže svjetiljki iznad radne plohe. Kod isprekidanih svjetlosnih traka uzdužni

razmak između središta pojedinih svjetiljki ne smije biti veći od 2/3 korisne visine (visina montaže svjetiljki iznad radne plohe). Svjetlosne trake moraju biti orijentirane okomito na radne stolove ili strojeve, tako se izbjegava nastajanje ometajućih sijena i reflektivnog bliještanja.

### 7.1.2. Uredi

Uredi se obično osvjetljavaju ugradnim i nadgradnim stropnim svjetiljkama s fluorescentnim cijevima. Da bi se izbjeglo bliještanje takvih izvora svjetlosti one su opremljene lamelnim rasterima, opalnim ili prizmatičnim kapama. Postoje dva tipa uredskih prostorija; klasični uredi, dubine do 6 m i uredi velikih površina.

Glavna karakteristika klasičnog ureda je raspored radnih stolova orijentiranih prema prozorima. Upad dnevne svjetlosti određuje položaj radnog mjesta te smjer pogleda. Da bi se izbjeglo refleksno bliještanje fluorescentne svjetiljke treba orijentirati paralelno zidu s prozorima, a time i paralelno smjeru gledanja. Svjetiljke nije potrebno montirati odmah iznad radnih stolova. Kad se postavljaju svjetiljke na visini od 2 do 2,5 m iznad radne površine, zavisno o tipu svjetiljke, s dvije fluorescentne cijevi u svjetlosnoj traci, može se ostvariti srednja horizontalna osvjetljenost od 350 do 700 lx.



Sl. 12. Osvjetljenje klasičnog ureda

<http://www.gordanavresnik.com/galerija.html>

*Na slici se vidi kako su svjetiljke postavljene okomito iznad radnih stolova na vini do 2.5m, stoga nije potrebno postavljanje dodatnih svjetiljki na sami radni stol.*

Kod ureda velikih površina polazi se od potpuno drugih principa projektiranja nego kod klasičnih ureda. U takvim uredima pojavljuje se integrirani sistem koji se sastoji od: osvjetljenja, klimatizacija, akustika i stropni sistem. Umjetno osvjetljenje treba nadomjestiti dnevnu svjetlost. Odgovarajući klima uređaj treba omogućiti izmjenu zraka i zajedno s akustičnim elementima prigušiti buku i šumove te ostvariti ugodnu klimu u prostoriji. Spušteni stropni sistem namijenjen je za postavljanje ugradnih svjetiljki i elemenata klimatizacije i akustike. Stropni sistem je izveden u obliku horizontalnih ploča iz pojedinačnih elemenata ili rastera velikog modula. U uredima velikih površina srednja horizontalna osvjetljenost mora iznositi najmanje 1000 lx. [1]

## **8. ZAKLJUČAK**

Sve do sada navedeno ukazuje na kompleksnost pitanja rasvjete radnog mjesta, na probleme koji mogu nastati prilikom rješavanja ovog pitanja kao i potrebu za pravilnim sagledavanjem svih aspekata te donošenjem odgovarajućih rješenja. Rasvjeta radnog mjesta i prostora veoma bitna jer se na taj način povećava sigurnost radnika, ali osim toga postižu se bolji uvjeti za kvalitetniji i produktivniji rad što u konačnici ima i pozitivne ekonomske učinke. Obradena problematika promatrana kroz „cost-benefit“ analizu, dovodi do zaključka kako je investiranje poslodavaca u adekvatnu rasvjetu na radnom mjestu svakako opravdana investicija.

## LITERATURA

- [1] PODLIPNIK, P., A. ČOP (1978): Svjetlotehnički priručnik, Elektrovina, Maribor, str. 64 -117.
- [2] <http://www.poduzetnistvo.org/news/clanak-osvjetljenje-na-radnom-mjestu> 26.6.2017.
- [3] <http://www.lipapromet.hr/> 26.6.2017.
- [4] <https://www.led-professional.com/resources-1/articles/human-focused-outdoor-illumination-trade-off-between-pleasing-color-and-circadian-action> 27.7.2017.
- [5] [http://www.e-fotografija.si/bliskavica-\(fles\)-kaksna-katera-kako-jo-izkoristiti-,223.html](http://www.e-fotografija.si/bliskavica-(fles)-kaksna-katera-kako-jo-izkoristiti-,223.html)  
27.7.2017.
- [6] <http://zitel.hr/prirucnici/sigurnosna-rasvjeta/> 27.7.2017.
- [7] <http://www.zastitanaradu.eu/component/k2/item/914-stroboskopski-efekt.html> 27.7.2017.

## POPIS SLIKA

	Stranica
Slika 1. Spektar vidljiv ljudskom oku.....	2
Slika 2. Primjer osvjetljenja uredskih prostorija.....	4
Slika 3. Raspodjela sjajnosti.....	7
Slika 4. Direktno bliještanje.....	8
Slika 5. Refleksno bliještanje.....	8
Slika 6. Primjer lošeg i dobrog upada svjetlosti.....	9
Slika 7. Kruithhof-ov dijagram.....	11
Slika 8. Stroboskopski efekt.....	12
Slika 9. Primjer općeg osvjetljenja sobe za sastanke.....	13
Slika 10. Shema sigurnosne rasvjete.....	16
Slika 11. Motivi na sigurnosnim svjetiljkama.....	16
Slika 12. Osvjetljenje klasičnog ureda.....	18

## POPIS TABLICA

Stranica

Tablica 1. Ravnomjernost osvjetljenosti.....	6
--	---