

UNUTARNJE OSVJETLJENJE

Grzelj, Ivana

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:128:139239>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-10**



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

Ivana Grzelj

UNUTARNJE OSVJETLJENJE

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences
Safety and protection Department
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Ivana Grzelj

INTERNAL ILLUMINATION

FINAL PAPER

Karlovac, 2020.

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

Ivana Grzelj

UNUTARNJE OSVJETLJENJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor: Filip Žugčić, mag.ing.el.

Karlovac, 2020.



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
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 / specijalistički studij: SIGURNOSTI I ZAŠTITE
(označiti)

Usmjerenje: Zaštita na radu, Karlovac, 2020.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Ivana Grzelj

Matični broj: 0415617078

Naslov: Unutarnje Osvjetljenje

Opis zadatka:

- opisati propise i standarde osvjetljenja u unutarnjim prostorijama radnih mjesta
- u praktičnom dijelu rada izmjeriti osvjetljenje prostorija u poslovnicu HEP ODS-a

Zadatak zadan:

03/2020.

Rok predaje rada:

07/2020.

Predviđeni datum obrane:

09/2020.

Mentor:

Mag.ing.el. Filip Žugčić

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Dr.sc. Damir Kralj

Zahvaljujem se mentoru mag.ing.el. Filipu Žugčiću na strpljenju, razumijevanju, savjetima i pruženoj pomoći prilikom izrade završnog rada.

Nadalje, htjela bih se zahvaliti svojim roditeljima, prijateljima i dečku na podršci, pomoći i razumijevanju tijekom cijelog studija.

Tema završnog rada je unutarnje osvjetljenje. Kako bi djelatnici postigli što veću razinu efikasnost prilikom obavljanja svojih radnih zadataka potrebno je posvetiti pažnju na adekvatnu razinu osvjetljenja na radnom mjestu. Za uspješno odvijanje gotovo svih fizioloških i psiholoških funkcija čovjeka potrebno je osigurati objektivne fizikalne prilike u kojima čovjek može uz najmanje napora i uz maksimalnu udobnost vršiti svoj posao i postići uspjeh u svome radu. Adekvatnim osvjetljenjem na radnom mjestu djelatnici, osim što postižu veću razinu efikasnosti, postižu bolje radne rezultate od onih koji rade u slabo osvijetljenim radnim prostorijama.

U svom radu prvo ću teorijski objasniti kako svjetlost nastaje, njezin utjecaj na čovjeka, vrste osvjetljenja, izvore svjetlosti te o vrstama rasvjete.

Nadalje, govorit ću o svojem istraživanju koje sam provela u jednoj od poslovnica HEP- operator distribucijskog sustava, te prikazati dobivene podatke i zaključke.

KLJUČNE RIJEČI

Svjetlost, izvori svjetlosti, rasvjeta

SUMMARY

The topic of the final paper is internal illumination. In order for employees to achieve the highest possible efficiency in performing their workplaces, it is necessary to pay attention to the adequate level of lighting in the workplace. For the successful participation of almost all physiological and psychological functions, man had to provide objective physical opportunities in which a man can at least a little effort and with maximum comfort earn his job and achieve success in his work. By adequately illuminating workers in the workplace, in addition to achieving greater efficiency, they achieve better work results than those working in dimly lit workplaces.

In my work, I will first theoretically explain how light is created, its impact on humans, types of lighting, light sources and types of lighting.

Furthermore, I will talk about my research, which will be proven in one of the business HEP-distribution system operators, and I will present data and conclusions.

KEYWORDS

Light, light sources, lighting

ZAVRŠNI ZADATAK.....	I
PREDGOVOR.....	II
SAŽETAK.....	III
SADRŽAJ.....	IV
1. UVOD.....	1
2. SVJETLOST	2
3. FOTOMETRIJSKE VELIČINE I JEDINICE.....	4
4. RASVJETA	5
4.1 Vrste rasvjete	6
4.2. Direktna i indirektna rasvjeta.....	7
5. IZVORI SVJETLOSTI	8
5.1. Žarulje sa žarnom niti	9
5.2. Halogene žarulje	10
5.3. Žarulje na izboj.....	10
5.4. Fluorescentne žarulje (cijevi).....	11
6. PROJEKTIRANJE UNUTARNJE RASVJETE.....	12
7. ISPITIVANJE OSVIJETLJENJA U HEP ODS.....	13
7.1. Zapažanja ispitivanja	18
8. ZAKLJUČAK	19
9. LITERATURA	20
10. POPIS SLIKA	21
11. POPIS TABLICA	22

1. UVOD

Ljudi često podcjenjuju važnost dobrog osvjetljenja ne imajući na umu da ono utječe ne samo na poboljšanje raspoloženja nego i na samu produktivnost. Upravo zbog radne produktivnosti dobro osvjetljenje važno je na radnome mjestu, osobito kod zaposlenih koji najviše vremena provode za radnim stolom.

S obzirom na to da čovjek najveći dio informacija dobiva vidom (čak 80 posto) da bi došao preko svojih vidnih organa do potrebnih mu podataka, treba pažljivo osvijetliti radne prostorije i radno mjesto.

Izvori svjetlosti mogu biti prirodni, koji su manje štetni i umjetni koji mogu imati štetne posljedice za ljudsko zdravlje. Poslodavci često ne pridaju osvjetljenju dovoljno pažnje, a kao posljedica pogrešne izvedbe rasvjete javljaju se umor, zamućen vid, naprezanje oka, slaba koncentracija na detalje i pad produktivnosti.

Iz navedenog vidimo da pravilna rasvjeta nije lak posao, treba slijediti odgovarajuće norme i pravilnike i zatim ovisno o vrsti posla ugraditi odgovarajuće osvjetljenje.

2. SVJETLOST

Svjetlost je elektromagnetsko zračenje koje je vidljivo ljudskom oku odnosno svaka zračena ili reflektivna energija koja se kada dospije u ljudsko oko i koja se u vidnom organu pretvori u vidno opažanje i osjećaj svjetline. Dakle, svjetlost je elektromagnetsko zračenje valnih duljina koje nadražuju mrežnicu u čovječjem oku i time u organizmu izazivaju osjet vida, a taj dio spektra se još naziva optičko zračenje.

Samo elektromagnetsko zračenje valnih duljina od 380 do 760 nm može izazvati vizualni osjet svjetline i naziva se vidljivi dio spektra, iznad i ispod tog dijela spektra nalaze se infracrveno i ultraljubičasto područje (Tablica 1.).

Tablica 1. Valne duljine pojedinih zračenja

ZRAČENJE	VALNA DULJINA
UV-C	100- 280 nm
UV-B	315 – 380 nm
UV-A	315 – 380 nm
VIDLJIVO ZRAČENJE	380 – 760 nm
IR-A	760 nm - 1 μ m
IR-B	1.4 - 3 μ
IR-C	3 μ - 1mm

Ljudsko oko vrlo dobro raspoznaje frekvencijske razlike unutar vidljivog raspona valnih duljina i te male razlike nazivamo boje. Crvena boja ima najdulju svjetlost, a s druge strane plava i ljubičasta najkraću. (Slika 1.)

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

Slika 1. Boje vidljive ljudskom oku

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Svietlost>

Vidljivi dio spektra obuhvaća zračenje od 380 do 740 nm. Čunjići u oku dijele svjetlo u 3 različita područja spektra odnosno na crveni, zeleni i plavi i tako pobuđuju mozak na aditivno miješanje boja, te zbog toga ljudsko oko nije jednako osjetljivo na sve dijelove vidljivog spektra. To znači da je za valne duljine na krajevima vidljivog spektra potrebna veća snaga zračenja da bi se dobio utisak iste sjajnosti. Ovisno o nivou sjajnosti imamo 2 tipa očnih receptora: štapići i čunjići. Štapići su jako osjetljivi na sjajnost, a manje na boju, njihova maksimalna osjetljivost se nalazi u plavo zelenom području. Čunjići su osjetljivi na boju i preuzimaju ulogu u dnevnom viđanju, a njihova maksimalna osjetljivost se nalazi u žuto – zelenom području.

3. FOTOMETRIJSKE VELIČINE I JEDINICE

Osnovni pojmovi u tehnici rasvjete temelje se na fotometrijskim veličinama i osjetljivosti ljudskog oka na svjetlost.

Fotometrijskim se veličinama svjetlost opisuje kad se svjetlost promatra na temelju osjeta vida. Fotometrijske veličine su svjetlosni tok, jakost svjetlosti, osvjetljenje i sjajnost (Tablica 2.)

Tablica 2. Prikaz fotometrijskih veličina

Veličina	Oznaka	Formula	Mjerna jedinica
Svjetlosni tok	ϕ	$\phi = I \cdot \Omega$	Lumen (lm)
Jakost svjetlosti	I	$I = \phi / \Omega$	Candela (cd)
Rasvjetljenje	E	$E = \phi / A$	Lux (lx)
Sjajnost/ luminancija	L	$L = I / A$	Candela po kvadratnom metru (cdm^2)

Svjetlosni tok predstavlja snagu zračenja koju emitira izvor svjetla u svim smjerovima.

Jakost svjetlosti predstavlja snagu zračenja koju emitira izvor svjetlosti u određenom smjeru.

Osvjetljenje je mjerilo za količinu svjetlosnog toka koji pada na određene površine.

Luminancija je osvjetljenje ili svjetleća površina koja se vidi ljudskim okom. [1]

4. RASVJETA

Rasvjeta je primjena svjetlosti dobivene prirodnim ili umjetnim izvorima.

Pravilnikom o zaštiti na radu za mjesta rada, za prirodnu i umjetnu osvjetljenost propisana su sljedeća pravila:

1. Na mjestima rada se mora osigurati prvenstveno prirodno osvjetljenje odnosno opskrbljenost umjetnom rasvjetom koja je primjerena zahtjevima za sigurnost i zaštitu zdravlja radnika.
 2. Osvjetljenje mjesta rada mora biti u skladu sa važećim normama.
 3. Površine za dovod prirodnog svjetla moraju biti raspoređene tako da osiguravaju ravnomjerno osvjetljavanje svih dijelova radne prostorije, a njihova ukupna površina mora iznositi najmanje 1/8 površine poda radne prostorije.
 4. Mjesta rada na kojima zbog tehnološkog procesa nije moguće ili nije dozvoljeno prirodno osvjetljenje, umjetno osvjetljenje mora biti u skladu s prirodom tehnološkog procesa.
 5. Otvore za prirodno osvjetljavanje treba raspoređivati tako da se spriječi direktno upadanje sunčeve svjetlosti na mjesta rada.
 6. Ako se ne može spriječiti upad direktne svjetlosti na mjesta rada onda je potrebno primijeniti sredstva za zasjenjivanje kao što su: podesne vrste stakla, brisoleji, zastori, zavjese, premazivanje staklenih površina, nadstrešnice itd.
 7. Umjetno osvjetljenje potrebno je osigurati kao opće, a u ovisnosti o zahtjevima pojedinih djelatnosti i kao dopunsko osvjetljenje na mjestima rada.
 8. Instalacije rasvjete na mjestima rada i prolazima moraju biti izvedene tako da ne predstavljaju rizik za radnike i druge osobe s obzirom na vrstu rasvjete koja je postavljena.
 9. Mjesta rada na kojima su radnici u slučaju kvara umjetne rasvjete izloženi opasnostima moraju biti opskrbljena nužnom rasvjetom odgovarajuće jačine.
- [6]

4.1 Vrste rasvjete

Razlikujemo sljedeće vrste rasvjete:

- prirodna rasvjeta
- umjetna rasvjeta
 - direktna rasvjeta
 - indirektna rasvjeta
 - poludirektna rasvjeta
 - poluindirektna rasvjeta
- mješovita ili kombinirana rasvjeta

Prirodna rasvjeta javlja se kod prirodnih izvora kao što su sunce i zvijezda. Takva vrsta rasvjete ulazi u zatvorene prostore kroz prozore koji se nalaze na krovnim ili bočnim zidovima. Problem kod prirodne rasvjete je taj da je ona korisna samo za sunčana vremena jer tada dopire dovoljno svjetlosti potrebne za obavljanje neke djelatnosti, a ukoliko vremenski uvjeti nisu povoljni, uz prirodnu, potrebno je koristiti i neki oblik umjetne rasvjete. [5]

Umjetni izvori svjetlosti su na primjer tijela koja svijetle izgaranjem ili zbog zagrijavanja električnom strujom na visoku temperaturu. Među ta tijela spadaju baklje, svijeće, petrolejske svjetiljke, žarulje, električni luk i tako dalje.

Umjetno osvjetljenje 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.

S obzirom na prethodno navedene zahtjeve umjetno osvjetljenje treba izvesti, da ono s jedne strane zadovolji svjetlo-tehničkim zahtjevima, a s druge strane, u okviru arhitektonskog oblikovanja, uklopi u cjelinu prostorije.

Faktori o kojima ovisi rasvjeta:

- postavljanje odgovarajuće razine osvjetljenosti
- jednolikoj luminaciji i ravnomjernosti rasvijetljenosti
- odgovarajući kontrast koji omogućuje razlikovanje predmeta rada i njihove pozadine
- ispravno usmjeravanje rasvjete kako bi se osigurala percepcija prostora
- odgovarajuća temperatura boje svjetlosti stvara ugodnu atmosferu
- efikasnost potrošnje električne energije za ostvarivanje određene količine luminacije

4.2. Direktna i indirektna rasvjeta

Direktno svjetlo može se reflektirati od stolnih površina ili drugih površina i uzrokovati indirektno bliještanje i oštre prekide osvjetljenja između osvjetljenih i neosvijetljenih površina. Kada se koristi indirektna rasvjeta, većina svjetla se usmjerava na strop ili zidove koji ga reflektiraju.

Prema tome, predmeti se osvjetljavaju iz mnogih različitih smjerova odjednom, dobije se mirnija razdioba osvjetljenja i smanjuju se sjene. Direktna i indirektna rasvjeta može se kombinirati da se dobije ravnoteža površinskih rasvjeta i minimalnog bliještanja.

Na primjer, u dobro osvjetljenom uredu svi veliki predmeti i velike površine trebali bi imati sličnu rasvjetu, a površine u sredini vidnog polja kontrastni omjer ne veći od 3:1 ; trebaju se izbjegavati kontrasti na rubovima vizualnog polja. Ravnoteža površinske rasvjete može se najbolje postići u praksi tako da se koriste materijali različite refleksije u prostoriji.

5. IZVORI SVJETLOSTI

U ovu skupinu pripadaju svi oni svjetlosni izvori u kojima se vrši pretvaranje električne energije u svjetlosnu. Razumljivo je da se pri tome, kao i na svim drugim područjima ljudske djelatnosti, teži za tim da se utrošena energija iskoristi što bolje u željenu svrhu. Praksa je, na žalost, pokazala da je transformacija električne energije u svjetlosnu vezana uz znatne gubitke energije, a ti gubitci mogu biti tako veliki da korisnost svjetlosnog izvora iznosi i ispod 10%.

Pod gubicima energije podrazumijevaju se sva ona zračenja proizvedena u svjetlosnom izvoru čije valne duljine leže izvan vidljivog područja, a mi ih ne želimo ili ne možemo pretvoriti u vidljivu svjetlost. Ta su zračenja toplinska, ultraljubičasta, rendgenska ili su to radio-valovi. Koja od njih prevladavaju u pojedinom slučaju, zavisi o principu na kojemu se osniva pretvorba energije u svjetlosnom izvoru.

Jedno od spomenutih zračenja javlja se kao popratna pojava kod svih električnih rasvjetnih izvora bez obzira na njihov način rada i konstrukciju, a to je toplina. Ona je jedan od glavnih predstavnika energetske gubitaka jer što je ona veća, to je manje svjetlosno iskorištenje izvora.

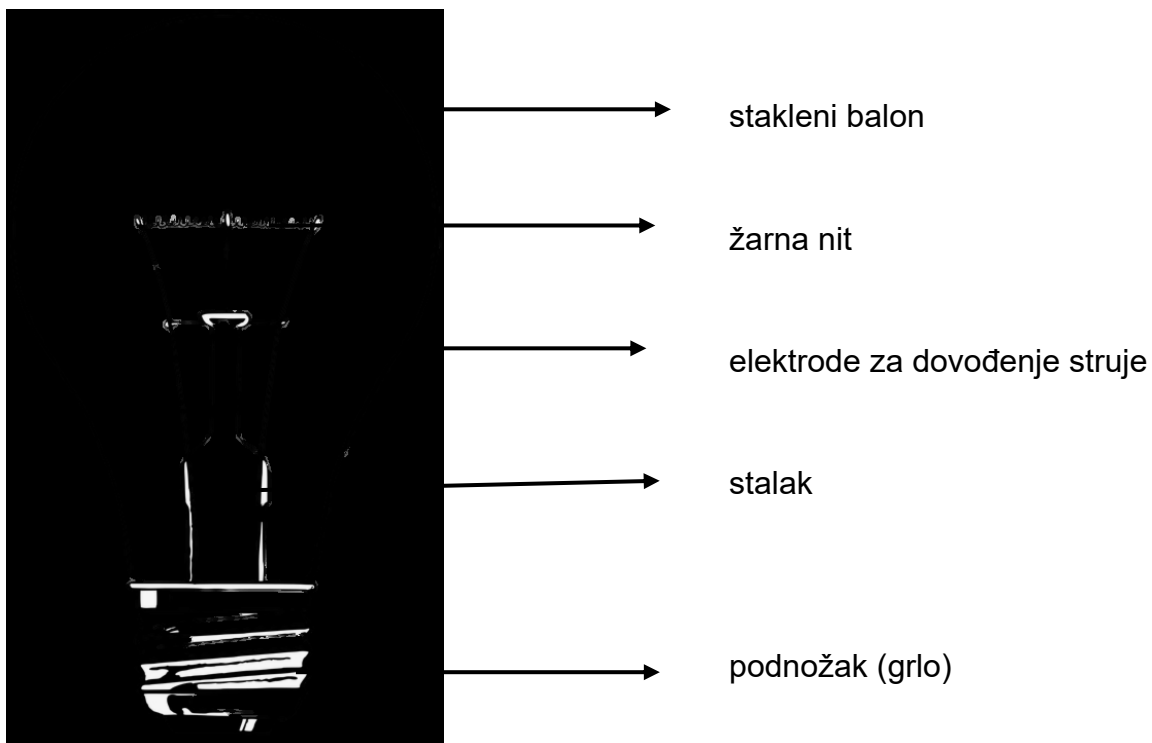
Izvore svjetlosti prvenstveno dijelimo prema načinu generiranja svjetlosti:

- principom termičkog zračenja (žarulje sa žarnom niti)
- i principom luminiscencije (žarulje na izboj). [7]

5.1. Žarulje sa žarnom niti

Žarulje sa žarnom niti generiraju svjetlo principom termičkog zračenja. Svjetlost nastaje tako što struja teče kroz žarnu nit od wolframa i ugrijava je na temperaturu od 2.600 – 3.000 K i usijava. Većina zračenja emitira se u IR dijelu spektra. Na osnovna svojstva standardne žarulje – svjetlosna iskoristivost i vijek trajanja – najviše utječe temperatura žarne niti. Što je ona viša, svjetlosna iskoristivost je veća, a vijek trajanja kraći. Vijek trajanja se smanjuje zbog naglog porasta broja atoma wolframa koji se odvajaju sa žarne niti pri porastu temperature. Ovaj proces ne samo da proizvodi tamni sloj na unutrašnjoj strani staklenog balona (što dovodi do smanjenja svjetlosnog toka), već i dovodi do pucanja žarne niti – pregaranja žarulje.

Dijelovi žarulje sa žarnom niti:



Slika 2: Dijelovi žarulje sa žarnom niti

https://www.seekpng.com/ipng/u2e6a9q8e6r5e6o0_drawn-light-bulb-public-domain-incandescent-light-bulb/

5.2. Halogene žarulje

Halogene žarulje su također žarulje sa žarnom niti, te koriste princip termičkog zračenja za proizvodnju svjetla. Dodatak halogenida (brom, klor, jod i fluor) plinskom punjenju gotovo potpuno sprječava crnjenje balona žarulje, čime se održava gotovo konstantan svjetlosni tok kroz cijeli vijek trajanja. Zbog toga je moguće napraviti balon puno manjih dimenzija, s višim pritiskom plinskog punjenja, čime se dodatno povećava iskoristivost inertnih plinova u punjenju – kriptona i ksenona.

Također, moguće je žarnu nit zagrijati na puno višu temperaturu, čime se podiže svjetlosna iskoristivost. Temperatura žarne niti kod ovih žarulja doseže 3000K, a stakla i do 250°C. zbog toga se mora koristiti balon od kvarcnog stakla, koje je specijalno dotirano tako da zadržava štetno UV zračenje. [7]



Slika 3: Halogena žarulja

<https://www.bauhaus.hr/halogena-zarulja-voltolux-e27-46w-2-kom.html>

5.3. Žarulje na izboj

Kod žarulja na izboj svjetlost se generira principom luminiscentnog zračenja. Električni izboj dešava se u cijevi napunjenoj plinom ili parama zbog djelovanja električnog polja između dvije elektrode. Pri tome u plinu, koji prije dovođenja napona na elektrode nije vodljiv, nastaju slobodni nositelji u obliku iona i elektrona.

5.4. Fluorescentne žarulje (cijevi)

Fluorescentne žarulje pripadaju grupi niskotlačnih izvora na izboj. Svjetlost se generira izbojem u živinim parama visoke luminoznosti, pri čemu se stvara uglavnom nevidljivo UV zračenje, koje se fosfornim slojem na unutrašnjoj stjenki cijevi pretvara u vidljivo svjetlo. Ovaj princip generiranja svjetla naziva se foto-luminiscencija.

Spektar zračenja koji daje fluorescentna cijev je složeni, a uporabom različitih fluorescentnih materija moguće je dobiti drukčije karakteristike – temperature boje, faktora uzvrata i svjetlosne iskoristivosti.

Kao i sve žarulje na izboj, fluorescentne cijevi ne mogu se priključiti direktno na mrežni napon, već trebaju prigušnicu, te starter (pri paljenju trebaju viši napon nego u pogonu).

Fluorescentne cijevi proizvode skoro 2/3 ukupnog umjetnog svjetla u Europi. Svjetlo fluorescentnih cijevi je: jednoliko, ekonomično, dugotrajno, ali nije točkasto. Prosječan vijek trajanja izvora svjetla je period nakon kojeg 50% izvora svjetlosti radi. Koristan vijek trajanja izvora svjetla je period nakon kojeg rasvjetni sustav daje 80% početnog (nazivnog) svjetlosnog toka. [9]



Slika 4: Fluorescentna svjetiljka

<http://www.exmarkt.hu/proizvodi/ex-fluorescentne-svjetiljke/Ex-fluorescentna-svjetiljka-tip-SIF/index.html>

6. PROJEKTIRANJE UNUTARNJE RASVJETE

Da bismo ostvarili rasvjetu koja bi zadovoljavala sve potrebne zahtjeve, potrebno je prilikom njezinog projektiranja raspolagati podacima:

- o vrsti struje i napona
- o dimenzijama prostorije, dakle o dužini, širini i visini
- o svrsi prostorije, odnosno vrsti rada koji će se u njoj obavljati
- o boji stropa i zidova
- o smještaju radnih mjesta
- o veličini i smještaju prozora i
- o tome da li ima prašine, para, dima ili plinova koji nastaju u procesu rada

Na temelju navedenih podataka prilazimo izradi proračuna i projekata na način da odaberemo:

- vrstu svjetlosnih izvora (žarulje, fluorescentne cijeli itd.)
- vrstu rasvjete
- vrstu armature (najprikladnijeg oblika i konstrukcije)
- srednju jakost rasvjete
- vrstu zavješanja

Zatim je potrebno izračunati:

- korisnu visinu rasvjete
- međusobni razmak armatura
- broj armatura i njihov raspored po prostoriji
- korisnost rasvjete
- potreban ukupni svjetlosni tok
- svjetlosni tok pojedinih svjetlosnih izvora [8]

Pri projektiranju različitih postrojenja pa tako i rasvjetnih vrlo je bitan nacrt iz kojeg se vidi točan raspored, položaj, broj i vrsta upotrijebljenih svjetlosnih izvora.

U skladu s procesom približavanja Europskoj uniji u području normizacije u Republici Hrvatskoj su 2008. godine prihvaćene dvije europske norme iz područja rasvjete radnih mjesta:

- HRN EN 12464-1 (radna mjesta u unutarnjim prostorima)
- HRN EN 12464-2 (radna mjesta u vanjskim prostorima)

Norme propisuju prosječnu rasvijetljenost, jednolikost, minimalni faktor uzvrata boje, ograničenje bliještanja ili neki specifičan zahtjev

7. ISPITIVANJE OSVIJETLJENJA U HEP ODS

Za vrijeme obavljanja stručne prakse imala sam priliku provjeriti koriste li se propisi vezani uz unutarnje osvjetljenje na određenim mjestima rada. Ispitivanje je provedeno u jednoj od poslovnica HEP-a.

Ispitivanja su izvršena u poslovnoj građevini koja je smještena u dvorišnom krugu. Trenutno se građevina pretežno koristi za garažiranje vozila, skladištenje materijala, guma i predmeta koje koristi poslodavac. U radnim prostorijama rad se obavlja u jutarnjoj smjeni u kojoj je potrebno osigurati odgovarajuću rasvjetu za obavljanje djelatnosti.

Za osvjetljenje radnih prostorija koriste se fluorescentne svjetiljke. Fluorescentna cijev je električno rasvjetno tijelo kojemu svjetlost emitira fluorescentni sloj na stijenki cijevi, pobuđen električnim izbojem u smjesi živinih para i plemenitog plina pod niskim tlakom. Na krajevima cijevi ugrađene su dvije serijski spojene žičane elektrode, koje se prolaskom električne struje užare, a elektroni nastali termionskom emisijom ioniziraju živine pare i plemeniti plin i tako olakšavaju električno izbijanje u plinu između elektroda i pri nižim električnim naponima.

Zato se fluorescentne cijevi napajaju izravno iz gradske električne mreže, za razliku od visokonaponskih svjetlećih cijevi kao što su na primjer neonske, koje se napajaju preko visokonaponskog transformatora.

Ispitivanja su obavljena u toku uobičajenih radnih uvjeta te nisu zamijećeni utjecaji koji bi mogli utjecati na rezultate, a prije mjerenja uočeno je da su rasvjetna tijela neoštećena i funkcionalno ispravna.

Na mjestima rada se mora osigurati prvenstveno prirodno osvjetljenje odnosno opskrbljenost umjetnom rasvjetom koja je primjerena zahtjevima za sigurnost i zaštitu zdravlja radnika. Otvore za prirodno osvjetljenje treba raspoređivati tako da se spriječi direktno upadanje sunčeve svjetlosti na mjesta rada.

Mjerenje je obavljeno kada je bila uključena sva opća rasvjeta. Mjerenje osvjetljenosti radne plohe obavlja se u horizontalnoj ravnini na kojoj se obavlja radni zadatak, odnosno na udaljenosti 0,7 – 0,85 m od poda prostorije.

Srednja vrijednost osvjetljenosti određuje se na način da se radna ploha / površina radnog prostora podijeli na više segmenata jednakih površina približno kvadratnog oblika. Srednja vrijednost osvjetljenosti rezultat je mjerenja osvjetljenosti po pojedinim segmentima i ukupnog broja segmenata.

Kao mjerac osvjetljenosti korišten je luksmetar TESTO, tip: 545. (Slika 2.)



Slika 5. Luksmetar TESTO, tip 545

<https://www.sigurnost.me/me/mjerni-instrumenti/item/47-luksmetar-za-mjerenje-osvjetljenosti-testo-545>

Prema normi HRN EN 12464-1:2008 Svjetlo i rasvjeta – Rasvjeta radnih mjesta – 1. dio: Unutrašnji radni prostori utvrđeno je da za radne prostorije, odnosno urede i radionice, propisana srednja horizontalna rasvijetljenost iznosi 500 lx.

Za garderobe, skladišta i spremišta propisana je srednja horizontalna rasvijetljenost od 200 lx.

Dobiveni podaci vidljivi su u tablicama 3. i 4.

Tablica 3. Podaci mjerenja

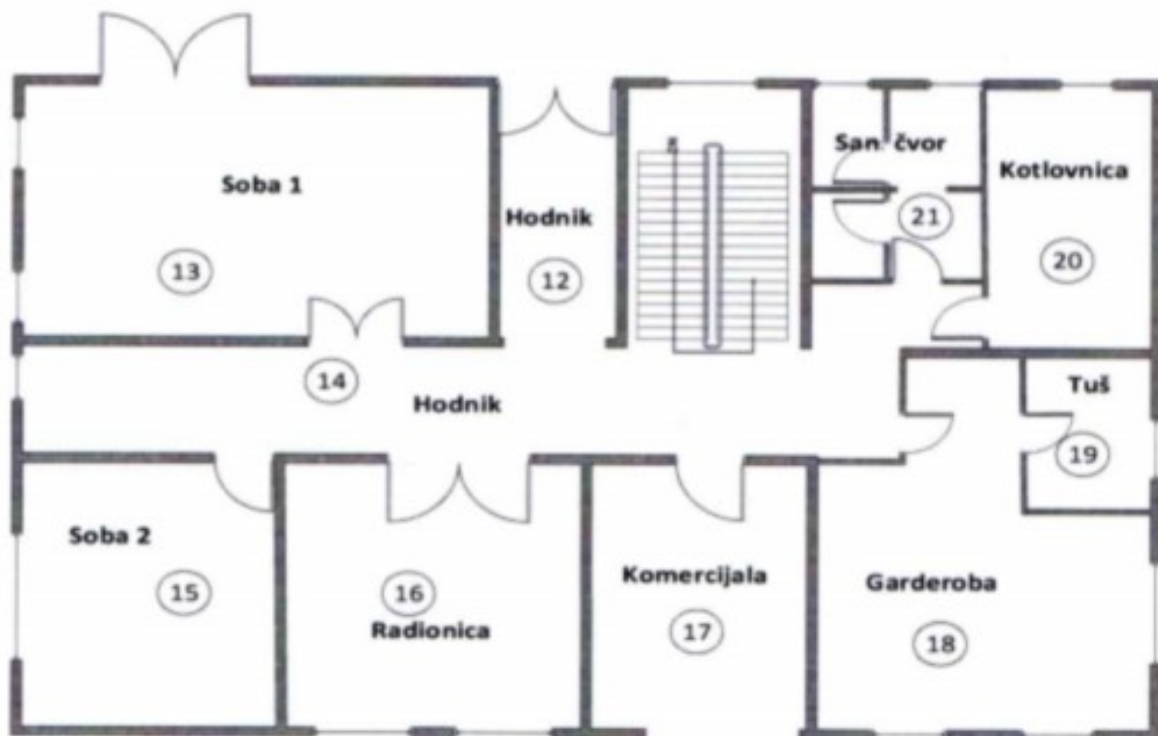
R.br.	Radna prostorija	Mjerno mjesto	Zadatak/ aktivnost	IZMJERENO	PROPISANO
				osvjetljenje (lx)	osvjetljenje (lx)
1.	Ured poslovođe	1	Uredski poslovi, rad na računalu, obrada teksta	295	500
2.	Ured komercijale	2	Uredski poslovi, rad na računalu, obrada teksta	277	500
3.	Hodnik	3	Kretanje, prolaz	293	200
4.	WC Ž	4	Osobna higijena	234	200
5.	WC M	5	Osobna higijena	248	200
6.	Kuhinja	6	Dnevni odmor	261	200
7.	Dvorana za sastanke	7	Sastanci, predavanja, seminari	258	500
8.	Hodnik	8	Kretanje, prolaz	237	200
9.	Prijem stranaka	9	Uredski poslovi, rad na računalu, obrada teksta, komunikacija sa strankama	289	500
10.	Ured upravitelja pogona	10	Uredski poslovi, rad na računalu, obrada teksta, komunikacija sa strankama	295	500

Tablica 4. Podaci mjerenja za suteren

R.br.	Radna prostorija	Mjerno mjesto	Zadatak/ aktivnost	IZMJERENO	PROPISANO
				osvjetljenje (lx)	osvjetljenje (lx)
11.	Arhiva	11	Arhiviranje i pohrana dokumentacije	271	200
12.	Hodnik suteren –	12	Kretanje, prolaz	243	200
13.	Soba 1- suteren	13	Soba za više namjena, odlaganje predmeta	269	200
14.	Hodnik suteren –	14	Kretanje, prolaz	225	200
15.	Soba 2 – suteren	15	Soba za više namjena, odlaganje predmeta	263	200
16.	Radionica- suteren	16	Održavanje radne opreme, ručni popravci	293	500
17.	Komercijala- suteren	17	Uredski poslovi, rad na računalu, obrada teksta	291	500
18.	Garderoba- suteren	18	Presvlačenje odjeće i obuće	221	200
19.	Tuš-suteren	19	Provođenje osobne higijene	225	200
20.	Kotlovnica- suteren	20	Održavanje i upravljanje postrojenjem	224	200
21.	Sanitarni čvor- suteren	21	Provođenje osobne higijene	221	200



Slika 6. Tlocrt prizemlja



Slika 7. Tlocrt suterena

7.1. Zapažanja ispitivanja

Na temelju usporedbe rezultata ispitivanja s propisanim odnosno dopuštenim parametrima radnog okoliša, za radne prostorije je utvrđeno da vezano za osvijetljenost radnog mjesta nisu primijenjena pravila zaštite na radu na svim mjestima rada, odnosno rezultati ispita ne zadovoljavaju u potpunosti propisane zahtjeve. Razina osvijetljenosti u uredima i radionicama je ispod granice propisanih normi. Potrebno je izvršiti popravak, nadopunu i zamjenu rasvjetnih tijela u radnim prostorijama odnosno na mjestima izvršiti nadopunu pomoću lokalne rasvjete.

8. ZAKLJUČAK

Unutarnja rasvjeta se dijeli na opću i pojedinačnu. Opća rasvjeta ima zadatak što ravnomjernije osvijetliti unutarnju površinu, dok pojedinačna rasvjeta osvjetljava točno određeno mjesto prostorije.

Poželjno je da rasvjeta bude jeftina, ali je od osnovne važnosti da ona bude u skladu sa zahtjevima ispravne rasvjete. Neovisno o vrsti posla i radnog mjesta, ljudsko oko ne može dugo vremena biti fokusirano samo na radnu plohu. Vremenom ga treba odvratiti od radne plohe, kako bi se odmorilo i ponovno steklo sposobnost razabiranja predmeta.

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.

Rasvjeta radnog mjesta i prostora veoma je 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.

9. LITERATURA

- [1] PODLIPNIK, P., A. ČOP (1978): Svjetlotehnički priručnik, elektrokovina, Maribor, str. 64-117
- [2]<https://lider.media/aktualno/preporucena-osvijetljenost-radnog-prostora-u-uredima-je-500-luxa-33230>
- [3] <https://www.poduzetnistvo.org/news/clanak-osvijetljenje-na-radnom-mjestu>
- [4] Mijović B. „ Primijenjena ergonomija“ , Veleučilište u Karlovcu, Karlovac (2008.), ISBN 978-953-7343-23-1
- [5] Kirin S. „ Uvod u ergonomiju“, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac (2019.), ISBN 978-953-8213-03-8
- [6] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_03_29_509.html
- [7] Rodeš V. „Električne instalacije 2. dio“, Elektrostrojarska škola Varaždin, Varaždin (2007.)
- [8] Tomić B. „Električka rasvjeta“, Školska knjiga, Zagreb 1963.
- [9] <https://www.gradimo.hr/elektrika-i-elektronika/fluorescentne-cijevi/>

10. POPIS SLIKA

Naziv	Stranica
Slika 1. Boje vidljive ljudskom oku	3
Slika 2: Dijelovi žarulje sa žarnom niti.....	9
Slika 3: Halogena žarulja.....	10
Slika 4: Fluorescentna svjetiljka.....	11
Slika 5. Luksmetar TESTO, tip 545.....	14
Slika 6. Tlocrt prizemlja.....	17
Slika 7. Tlocrt suterena.....	17

11. POPIS TABLICA

Naziv	Stranica
Tablica 1. Valne duljine pojedinih zračenja.....	2
Tablica 2. Prikaz fotometrijskih veličina.....	4
Tablica 3. Podaci mjerenja.....	15
Tablica 4. Podaci mjerenja za suteran.....	16