

# Faktori kvalitete unutarnjeg osvjetljenja

---

Zajec, Sanja

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:128:381404>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-05**



**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**

**Sanja Zajec**

**FAKTORI KVALITETE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Karlovac, 2015.**

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**  
**STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**Sanja Zajec**

**FAKTORI KVALITETE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor:**

**Slaven Lulić, dipl.ing**

**Karlovac, 2015.**

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**

**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**

**ZAVRŠNI ZADATAK**

Student: Sanja Zajec

Naslov teme: Faktori kvalitete unutarnjeg osvjetljenja

Opis zadatka: U završnom radu govoriti će se o faktorima kvalitete osvjetljenja unutarnjih prostorija.

Zadatak zadan:

4/2015

Rok predaje rada:

6/2015

Predviđen datum obrane:

7/2015

Mentor:

Slaven Lulić, dipl. ing.

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Ivan Štedul, prof.

## SAŽETAK

U ovom se radu opisuje unutarnje osvjetljenje. Objašnjavaju se bitni faktori unutarnjeg osvjetljenja te njegovo projektiranje. Isto tako, navode se vrste djelatnosti te potrebni faktori osvjetljenja istih. Analizira se projektiranje unutarnjeg osvjetljenja i smjernice za izvođenje unutarnjeg osvjetljenja. O svim prethodno navedenim zahtjevima za kvalitetno osvjetljenje unutarnjeg prostora bit će riječi u nastavku rada.

**Ključne riječi:** svjetlost, faktori unutarnjeg osvjetljenja, smjernice za izvođenje osvjetljenja, nivo osvijetljenosti.

## SUMMARY

This paper describes internal lighting. It explains main factors of internal lighting and its design. Also, it will introduce sorts of activities and required lighting factors for mentioned activities. It is analyzing design of internal lighting and guidelines for internal lighting performance. About all the above requirements for quality indoor lighting it is going to be more explained in workpaper.

**Keywords:** light, factors of internal lighting, guidelines for internal lighting performance, the level of brightness.

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. UNUTARNJE OSVJETLJENJE .....	2
3. FAKTORI KVALITETE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA .....	3
3.1. Nivo osvjetljenosti.....	3
3.2. Ravnomjernost osvjetljenja .....	5
3.3. Raspodjela sjajnosti .....	6
3.4. Ograničenje bliještanja .....	7
3.5. Smjer upada svjetla i sjenovitosti .....	8
3.6. Klima boja .....	9
3.7. Ograničenje stroboskopskog efekta.....	12
3.8. Tablica faktora kvalitete .....	13
4. SISTEMI OSVJETLJENJA.....	15
4.1. Opće osvjetljenje .....	15
4.2. Zonalno opće osvjetljenje.....	15
4.3. Lokalno osvjetljenje .....	16
4.4. Kombinacija prirodnog (dnevnog) i umjetnog osvjetljenja.....	16
4.5. Sigurnosno osvjetljenje.....	17
5. INTEGRIRANI SISTEMI .....	18
5.1. Integracija osvjetljenja i klimatizacije .....	18
6. PROJEKTIRANJE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA.....	20
6.1. Smjernice za projektiranje unutarnjeg osvjetljenja .....	20
7. SMJERNICE ZA IZVOĐENJE OSVJETLJENJA .....	21
7.1. Smjernice za izvođenje osvjetljenja u industriji .....	21
7.2. Smjernice za izvođenje osvjetljenja u uredima .....	23
7.3. Smjernice za izvođenje osvjetljenja u bolnicama.....	24

7.4. Smjernice za izvođenje osvjetljenja u školama .....	26
8. ZAKLJUČAK .....	28
9. LITERATURA .....	29

## **POPIS PRILOGA**

### **Popis slika**

<b>Slika 1</b> Direktno bliještanje.....	7
<b>Slika 2</b> Refleksno bliještanje.....	8
<b>Slika 3</b> Loš upad svjetla .....	9
<b>Slika 4</b> Dobar upad svjetla .....	9
<b>Slika 5</b> Kruithof-ova krivulja .....	12

### **Popis tablica**

<b>Tablica 1</b> Nivo osvjetljenosti prema preporukama CIE .....	5
<b>Tablica 2</b> Ravnomjernost osvjetljenosti .....	6
<b>Tablica 3</b> Faktori kvalitete osvjetljenja .....	14



## 1. UVOD

Čovjek prima 80 % svih informacija preko oka i to je njegovo najvažnije osjetilo. Bez svjetla to ne bilo moguće jer je svjetlo medij koji omogućuje vizualnu percepciju. Svjetlo, osim što omogućuje da vidimo, znatno utječe na raspoloženje. Rasvijetljenost i boja, utjecaj sjene i izmjena svjetla i tame određuju ritam života i utječu na trenutne osjećaje.

Rad se sastoji od sedam dijelova. Na početku se objašnjava što je unutarnje osvjetljenje te faktori unutarnjeg osvjetljenja. U daljnjem radu navode se sistemi osvjetljenja i integrirani sistemi te se objašnjava projektiranje unutarnjeg osvjetljenja i smjernice za izvođenje unutarnjeg osvjetljenja. U radu su navedene norme i standardi kojih se treba pridržavati u pojedinim prostorijama.

Unutarnje osvjetljenje bitno je kako bi radnici postigli što veću efikasnost prilikom obavljanja svojih radnih zadataka. Intenzitet osvjetljenja mora biti dovoljan za posao koji se obavlja kako bi se razlikovali detalji na proizvodu koji se radi. Prikladno osvjetljenje omogućava ne samo bolje razlikovanje detalja, nego i točnije i brže korištenje informacija te bolju koncentraciju što na kraju rezultira većim radnim učinkom i znatno manjim brojem pogrešaka.

## 2. 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 čovječke funkcije (raspoloženje, aktivnost, koncentracija i sl.). Umjetno osvjetljenje da bi udovoljilo svemu rečenom u prethodnom tekstu mora ispunjavati neke osnovne zahtjeve:

- da omogući dobre vidne uslove, 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 svjetlotehničkim zahtjevima, a s druge strane, u okviru arhitektonskog oblikovanja, uklopi u cjelinu prostorije.

### **3. FAKTORI KVALITETE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA**

Osvjetljenje u prostorijama mora osigurati neke osnovne uvjete, a to su: omogućavanje dobrih vidnih uvjeta potrebnih za izvršenje radnih zadataka, omogućavanje okoline koja pridonosi čovjekovom fizičkom i psihičkom osjećanju, sprječavanje nezgoda i nesrećama te ispunjenje zahtjeva ekonomičnosti. Kvaliteta rasvjete jednog unutarnjeg prostora temelji se na analizi većeg broja različitih faktora, koji se nazivaju faktori unutarnjeg osvjetljenja, a bitni su faktori pri projektiranju unutarnjeg osvjetljenja. To su:

- nivo osvjetljenosti,
- ravnomjernost osvjetljenja,
- raspodjela sjajnosti,
- ograničenje bliještanja,
- smjer upada svjetla i sjenovitost,
- klima boja,
- ograničenje stroboskopskog efekta.

#### **3.1. Nivo osvjetljenosti**

Prilikom obavljanja određenog rada i izvršavanja vidnih zadataka potreban je određeni nivo svjetlosti. On zavisi od značaja rada i značaja vidnih zadataka, koji su s tim radom povezani. Kod unutrašnjeg nivoa postoje tri osnovna područja nivoa osvjetljenosti:

- minimalni nivo osvjetljenosti za komunikacijske prostorije,
- minimalni nivo osvjetljenosti za radne prostorije,
- optimalni nivo osvjetljenosti za radne prostorije.

Kriterij za minimalna nivoa osvjetljenosti je ona osvjetljenost koja je potrebna za zapažanje i raspoznavanje ljudskog lica, a kriterij za optimalni nivo je poželjna sjajnost vidnog zadatka.

## Minimalni nivo osvjetljenosti u komunikacijskim prostorijama

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

## Minimalni nivo osvjetljenosti u radnim prostorijama

Da bi se zadovoljilo raspoznavanje crta čovječjeg lica potrebna je sjajnost između  $10$  i  $20 \text{ cd/m}^2$ . za postizanje tolike sjajnosti potrebna je vertikalna osvjetljenost od najmanje  $100 \text{ lx}$ , odnosno horizontalna osvjetljenost od najmanje  $200 \text{ lx}$ .

## Optimalni nivo osvjetljenosti u radnim prostorijama

Opće osvjetljenje daje optimalne rezultate u području osvjetljenosti između  $1500$  i  $2000 \text{ lx}$ . To područje predstavlja optimalni nivo osvjetljenosti, kod kojeg se postiže optimalna produktivnost te dobra koncentracija uz najmanji zamor. Za postizanje maksimalne kontrastne osvjetljenosti kod vidnih zadataka najvećih zahtjeva, potrebna je sjajnost od  $1000 \text{ cd/m}^2$ , toj sjajnosti odgovara osvjetljenost od  $20000 \text{ lx}$ , koje se postiže kombiniranjem općeg i dodatnog osvjetljenja. Na osnovi prethodno iznesenih razmatranja proizlaze tri glavna područja nivoa osvjetljenosti u radnim prostorijama:

- $20\text{-}200 \text{ lx}$  za opće osvjetljenje u prolaznim i malo upotrebljivanim prostorijama,
- $200\text{-}2000 \text{ lx}$  za opće osvjetljenje u radnim prostorijama,
- $2000\text{-}20000 \text{ lx}$  za dodatno osvjetljenje radnih mjesta kod vrlo finih vidnih zadataka.

Vidimo da opće osvjetljenje u prostorijama obuhvaća nivo osvjetljenosti od  $20\text{-}2000 \text{ lx}$ , podjela prema nivou osvjetljenosti prema preporukama CIE prikazana u tablici 1, dok za područje iznad  $2000 \text{ lx}$  važi za dodatno osvjetljenje radnih mjesta.

**Tablica 1 Nivo osvjetljenosti prema preporukama CIE**

<b>Prostorija</b>	<b>Nivo osvjetljenja</b>	<b>Osvjetljenost (lx)</b>
Hodnici i stepeništa	mali	60 lx
kupaonice	Vrlo mali	120 lx
Mjesta za čitanje, ispred ogledala	srednji	500 lx
Tehničko crtanje	velika	1000 lx
Izrada elektronskih sklopova, kontrola boja u višebojnoj štampi	Vrlo velika	1500 lx
Zlatarstvo i izrada preciznih mjernih instrumenata	Izuzetno velika	20000 lx
Operacijske sale	Izuzetno velika	20000 lx

### **3.2. Ravnomjernost osvjetljenja**

U prostorijama ne smiju biti velike razlike osvjetljenosti jer se smanjuju vidne sposobnosti i uzrokuju zamor. Zbog toga potrebna je dobra prostorna ravnomjernost osvjetljenosti. Ravnomjernost osvjetljenosti definirana je razmjerom između osvjetljenosti najslabije osvjetljenog mjesta u prostoriji i srednje osvjetljenosti prostorije, prikazano u tablici 2. Ravnomjernost osvjetljenosti treba da biti najmanje 0.8. To znači da osvjetljenje na radnom mjestu ne smije biti manje od 80% srednje osvjetljenosti prostorije, a ni veće od 1 : 1,25 (Emin:Esr). Osim toga ovaj faktor kvalitete u velikoj mjeri utječe na izbor svjetiljki i njihov razmještaj u prostoriji što ima bitan značaj kod projektiranja unutarnjeg osvjetljenja.

**Tablica 2 Ravnomjernost osvjetljenosti**

<b>Vidni zahtjevi</b>	<b>Ravnomjernost osvjetljenosti</b> $E_{min} : E_{sr}$
Vrlo mali	1 : 6 do 1 : 3
Mali	1 : 3
Srednji	1 : 2,5
Veliki Vrlo veliki Izvanredno Veliki	1 : 1,5

### **3.3. 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>).

### 3.4. Ograničenje bliještanja

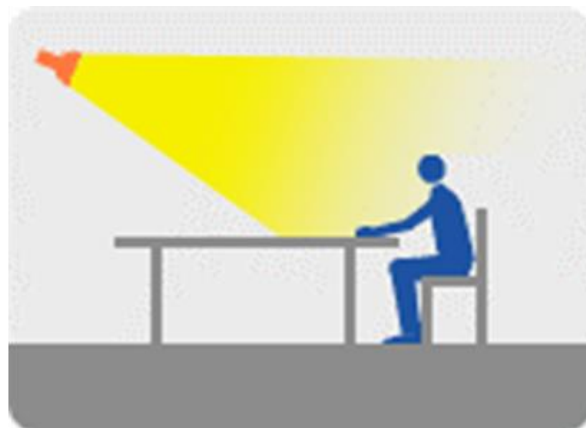
Bliještanje uzrokuje smanjenje vidnih sposobnosti, a kod dužeg zadržavanja u prostoriji psihičku neudobnost i zamor te se time smanjuje radna sposobnost. Postoje dvije vrste bliještanja, prikazano slikom 1 i 2 :

- direktno i
- refleksno bliještanje.

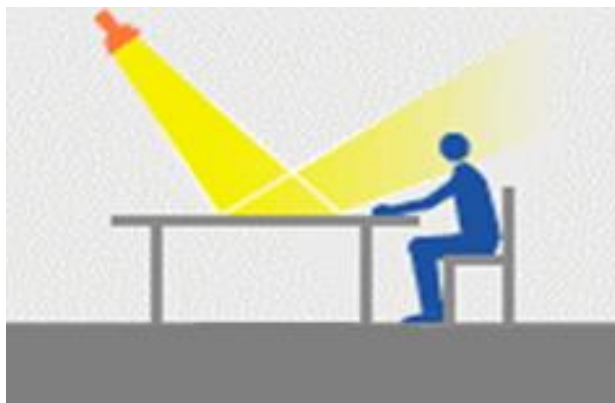
Direktno bliještanje pojavljuje se kada su sjajnosti svjetiljki u usporedbi s općom svjetlošću u prostoriji mnogo veće. Ovakvo bliještanje zavisi od:

- 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.



Slika 1 Direktno bliještanje

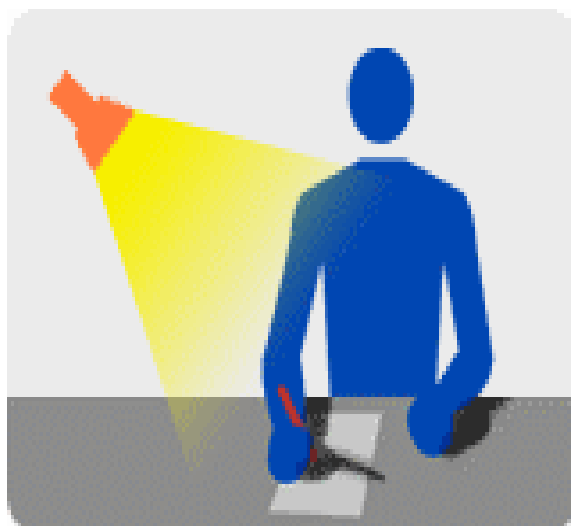


**Slika 2 Refleksno bliještanje**

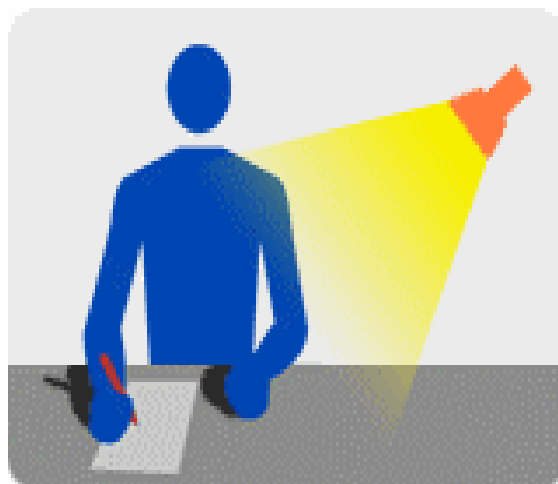
### **3.5. Smjer upada svjetla i sjenovitosti**

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 3 i 4. 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.





**Slika 3 Loš upad svjetla**



**Slika 4 Dobar upad svjetla**

### **3.6. Klima boja**

Klima boja kod unutarnjeg osvjtljenja predstavlja faktor kvalitete, koji određeni prostor čini ugodnim i harmoničnim te omogućuje dobro raspoznavanje boja predmeta. Svjetlo izvora svjetlosti i boje u prostoru 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 osvijetljenosti.

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. U grupu izvora tople boje spadaju:

- 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 spadaju:

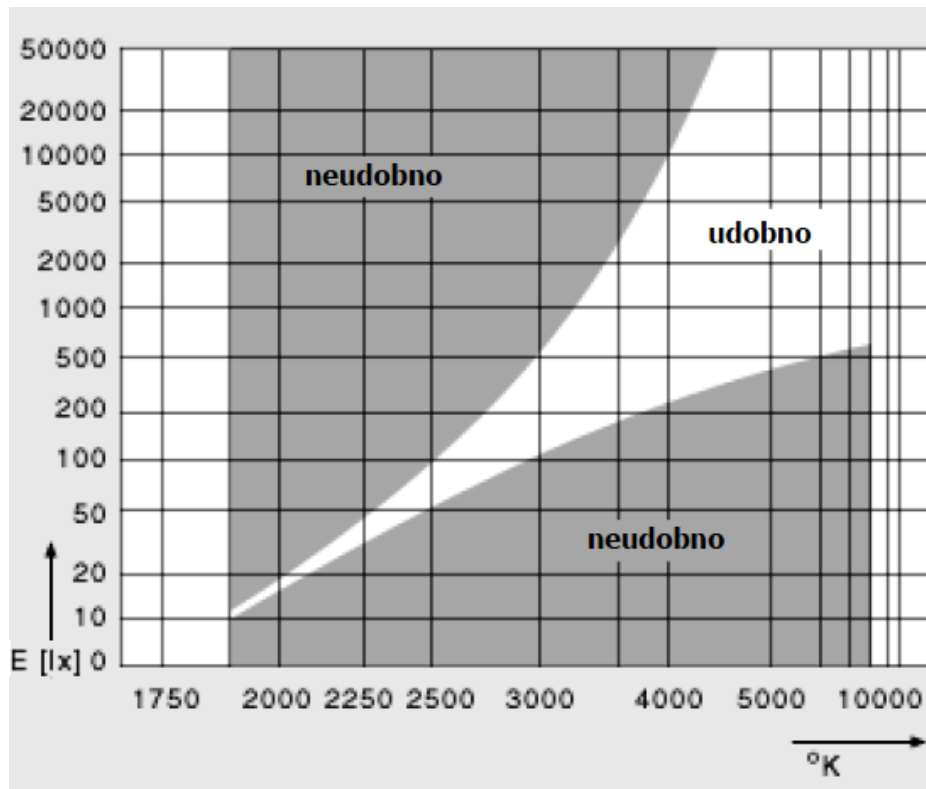
- fluorescentne cijevi svijetlo bijele boje- SB (3500 K),
- fluorescentne cijevi bijele boje- BB, BBX (4500 K),
- visokotlačne metalhalogene sijalice (4000 K)
- visokotlačne živine sijalice (4800 K),

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 spadaju:

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

Boja svjetlosti je usko povezana s nivoom osvijetljenosti u prostoriji. Niski nivoi osvijetljenosti zahtijevaju tople boje svjetlosti, dok visoki nivoi osvijetljenosti zahtijevaju bijele boje i boje dnevne svjetlosti. Ovisnost boje svjetlosti od nivoa osvijetljenosti prikazuje Kruithhof-ov dijagram.

Svijetli dio dijagrama predstavlja područje, u kojem osvijetljenje ili boja svjetlosti djeluje ugodno. Tamni dijelovi dijagrama predstavljaju područje koje treba izbjegavati. Iz dijagrama možemo vidjeti da određenoj temperaturi odgovara samo određeno područje nivoa osvijetljenosti. Kod zahtjevnih nivoa osvijetljenosti treba odabrati izvor svjetlosti da se njegova temperatura boje nalazi u svijetlom dijelu dijagrama.



Slika 5 Kruithof-ova krivulja

Za obilježavanje djelovanja određenog izvora svjetlosti na izgled boja predmeta koje izvor osvjetljava upotrebljava se izraz „reprodukcija boja“. Reprodukcija boje nekog izvora svjetlosti ovisna je od njegove spektralne raspodjele zračenja. Dva izvora iste boje svjetlosti daju istu reprodukciju boja samo onda, ako imaju i jednaku spektralnu raspodjelu zračenja. Ako nemaju istu raspodjelu zračenja boje će se međusobno razlikovati.

### 3.7. 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.

### 3.8. Tablica faktora kvalitete

Za različite djelatnosti, različite namjene prostorije i vrste radova postoje preporuke za sljedeće faktore osvjetljenja:

- minimalnu srednju osvjetljenost,
- nazivnu osvjetljenost,
- boju svjetlosti,
- stupanj reprodukcije boja,
- razred bliještanja.

Tablica se sastoji od šest stupaca. Prvi stupac prikazuje vrstu djelatnosti i prostorija ili vrsta rada, gdje su za različite vrste djelatnosti dane odgovarajuće vrste prostorije odnosno odgovarajuće vrste radova. U drugom stupcu prikazana je minimalna srednja osvjetljenost gdje se vrijednosti osvjetljenosti odnose na zahtijevani stupanj vidnog zahtjeva kojeg traži prostorija ili vrsta rada. Treći stupac prikazuje nazivnu osvjetljenost, a četvrti stupac boju svjetlosti. U petom stupcu prikazan je stupanj redukcije boja. Ako su za neku prostoriju ili vrstu rada navedena dva stupnja redukcije boja, odabire se onaj stupanj koji bolje odgovara zahtjevima klime boja prostorije ili vrste rada. Posljednji stupac prikazuje razred bliještanja. Razredi označuju stupanj težine vidnog zadatka u prostorijama te je namijenjen za kontroliranje snošljivosti bliještanja. Kada razred bliještanja nije naveden, snošljivost bliještanja ne treba kontrolirati.

Tablica 3 Faktori kvalitete osvjetljenja

VRSTA DJELATNOSTI PROSTRIJA ILI VRSTA RADA	FAKTORI KVALITETE OSVJETLJENJA				
	Minimalna srednja osvjetljenost	Nazivna osvjetljenost	Boja svjetlosti	Stupanj reprodukcije boja	Razred bliještanja
<b>ZDRAVSTVENE USTANOVE</b>					
skladišta rublja i razne ostave	50	60	proizvoljna	3	-
bolesničke sobe (opće osvjetljenje)	80		t	1, 2	1
prostorije za dnevno boravak, trpezarije, čekaonice, prostorije za masažu	80	120	t	2	2
priprema jela, pomoćne kuhinje, sobe bolničkog osoblja	80	250	t, b	1, 2	2
bolesničke sobe (kod kreveta)				1	1
glavna kuhinja	80	500	t,b	1, 2	1
ordinacija, laboratorij, ljekarna	150				
prostorije za specijalnu njegu	300				
operacijske sale, prostorije za obdukciju, prostorije za instrumentarij	600	1000	t,b,d	1	1
<b>ŠKOLE</b>					
sporedne prostorije i spremišta, malo frekventivni hodnici i prolazi	-	60	proizvoljna	2	-
hodnici, stepeništa, garderobe, toaletne prostorije, kupatila	80	120	proizvoljna	2	-
učionice, osvjetljenje školske ploče, zbornice, kuhinje, uredi, kabineti, biblioteke	150	250	t, b	1, 2	1
crtaonice, prostorije za kemiju i fiziku, laboratoriji, prostorije za prvu pomoć	300	500	t, b	1, 2	1

## **4. 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

### **4.1. 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.

### **4.2. 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.

### **4.3. 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 svjetloj 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.

### **4.4. 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.

#### **4.5. 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: bioskopima, kazalištima, koncertnim i konferencijskim dvoranama, trgovačkim kućama, sportskim halama, 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 (npr. crvena crta) i namještene iznad vrata, na stepeništima, hodnicima, prolazima i izlazima.

## 5. INTEGRIRANI SISTEMI

Kod projektiranja i izvođenja zgrada, kao što su: upravne, poslovne zgrade, banke, trgovačke kuće, škole, bolnice i sl., moguće je postići dobra tehnička i ekonomska rješenja samo onda kada će se kao cjelina rješavati sljedeća područja:

- tehnika osvjetljenja,
- tehnika klimatizacije,
- tehnika akustike,
- stropni sistemi.

Kada se svi navedeni zahtjevi ispune, rezultat je tzv. integrirani sistem. Kod integriranog sistema bitni su određeni zadatci, kao što su:

- umjetno osvjetljenje treba nadopuniti ili u cijelosti zamjeni dnevnu svjetlost,
- klimatizacija mora nadomjestiti prirodno provjetravanje, zagrijavanje, hlađenje i vlaženje zraka,
- akustika sa svojim elementima treba ograničiti šumove u prostoriji,
- stropni sistem treba omogućiti ugradnju elemenata klime, osvjetljenja i akustike.

### 5.1. Integracija osvjetljenja i klimatizacije

Arhitektura pri oblikovanju suvremenih radnih prostorija teži sve više za takvim arhitektonskim rješenjima za koje su troškovi izgradnje sve niži. Spomenuti zahtjev je djelomično ispunjen kod objekata s prostorijama velikih površina (500 do 10000 m<sup>2</sup>), a malih visina (2,85 do 3 m). kod ovakvih prostorija, zbog velikih dubina, prirodna svjetlost i prirodno provjetravanje više nisu dovoljni nego se koriste umjetni izvori osvjetljenja i provjetravanja. Prostorije koje imaju prozore, dnevna svjetlost zadovoljava osvjetljenje samo do dubine od najviše 5m, te se javlja potreba da prostorije velikih površina budu stalno osvijetljene

umjetnom svjetlošću, da bi se ostvarili uravnoteženi vidni uvjeti po cijeloj prostoriji. Nivo osvjetljenosti potreban za takve prostorije iznosi 1000 lx. Taj nivo osvjetljenosti zahtjeva veliki broj svjetiljki, koje proizvode nekakvu toplinu i na taj način utječu na klimatsko stanje u prostoriji. I zbog toga je došlo do udruživanja osvjetljenja i klimatizacije u jednu cjelinu (integrirani sistemi osvjetljavanja i klimatizacije). U spomenutom sistemu elementi osvjetljenja i klimatizacije su kombinirani na način, da se odvodni zrak iz prostorije usisava kroz svjetiljke (zračno hlađenje svjetiljke). To je potrebno da bi se smanjilo toplinsko opterećenje u prostoriji, svjetiljke se hlade, a time se povećava njihov svjetlosni tok, te je bolje iskorištenje stropne površine (elementi klimatizacije, osvjetljenja i akustike su spojeni).

## **6. PROJEKTIRANJE UNUTARNJEG OSVJETLJENJA**

Osvjetljenje treba što vjernije oblikovati cjelinu prostora, konstrukcijske detalje i opremu te tako sve jasnije razaznati uz maksimalni vizualni komfor. Ne smije biti previše direktna jer će izazvati neugodne i oštre sjene, ali niti previše difuzna jer će efekt oblikovanja potpuno nestati. Danas rasvjeta sve više dobiva na važnosti te je zbog toga potrebno detaljno razraditi način osvjetljavanja pojedinog prostora. Polazni čimbenici pri projektiranju rasvjete su: namjena prostora-određuje jakost i tip rasvjete, geometrija prostora- određuje izvedbu (način ugradnje) i specifični zahtjevi. Standardi propisuju prosječnu rasvijetljenost, minimalni faktor uzvrata boje, ograničenje bliještanja ili neke specifične zahtjeve.

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

Postizanje optimalnog tehničkog i ekonomskog rješenja je osnovni cilj projektiranja unutarnjeg osvjetljenja. Uređaj osvjetljenja mora ispuniti svjetlotehničke zahtjeve, pošto je sastavni dio cjeline građevinskog objekta te je usko povezan sa sljedećim djelatnostima koje sudjeluju kod osnivanja i izvođenja objekta:

- arhitektura i oblikovanje prostorije,
- tehnika građevinskih konstrukcija,
- tehnika električnih instalacija,
- tehnika zagrijavanja i provjetravanja (klima tehnika),
- tehnika akustike,
- ostale djelatnosti, koje sudjeluju kod opremanja prostorije.

Projektant osvjetljenja je dužan još prije početka izrade projekta zbog svega prije spomenutog, sudjelovati s arhitektom i projektantima ostalih faza, jer samo timskim radom moguće je uskladiti zahtjeve svih djelatnosti. U sljedećim dijelovima rada dane su smjernice za projektiranje unutrašnjeg osvjetljenja, najprije su iznesene opće svjetlotehničke smjernice, zatim osnovni način i sistemi osvjetljenja te konkretne smjernice za izvedbu osvjetljenja u osnovnim vrstama prostorija nekih glavnih djelatnosti.

## **7. SMJERNICE ZA IZVOĐENJE OSVJETLJENJA**

Osvjetljenje treba udovoljavati nekakvim zahtjevima, a to zavisi od vrste rada u određenoj prostoriji. Uzimaju se u obzir, namjena prostorije, osobine prostorije i težina vidnog zadatka. Osvjetljenje u radnim prostorijama treba osigurati dobre vidne uvjete na radnoj površini, a s druge strane da doprinese stvaranju takve atmosfere, koja će se povoljno odraziti na efekt rada i stvaranje osjećaja ugodnosti radnika u prostoriji. U prodajnim prostorijama osvjetljenje ima primarni zadatak da izloženu robu prikaže što privlačnijom, da bi prodaja bila što uspješnija. Muzeji i izložbene prostorije trebaju imati osvjetljenje koje će im osigurati ispravnu reprodukciju boja izložbenih predmeta, bez da im nanese eventualnu štetu. Kod prostorija koje služe za stanovanje, ugostiteljstvo, rekreaciju, društveni i kulturni život, osvjetljenje ima primarni zadatak da udovolji zahtjevima ugodnosti i estetike. Kod prostorija za komunikacije (hodnici, stepeništa) osnovni zadatak osvjetljenja je da osigura dobro orijentiranje i sigurnosno kretanje. Kod pojedinih djelatnosti dolazi do kombiniranja primjene nekih od spomenutih zadataka osvjetljenja. U nastavku rada objasniti ćemo konkretne smjernice za izvođenje osvjetljenja za djelatnosti u industriji, uredskim prostorijama, bolnicama te školama.

### **7.1. Smjernice za izvođenje osvjetljenja u industriji**

Uređenje industrijskih pogona vrši se prema toku tehnološkog procesa. Zbog toga se za pravilno raspoređivanje svjetiljki mora ravnati prema tehnološkom procesu, ali i prema konstrukciji stropa. Proizvodni objekti s obzirom na način osvjetljavanja mogu se podijeliti na:

- prizemne zgrade bez nadsvjetla,
- prizemne zgrade s nadsvjetlom,
- zgrade bez prozora,
- višekatne zgrade,

- visoke hale.

#### Prizemne zgrade bez nadsvjetla

Prizemne zgrade bez nadsvjetla imaju visine između 3,5 i 7m. Za takve visine primjenjuju se isključivo svjetiljke s fluorescentnim cijevima. Uglavnom se montiraju u vidu svjetlosnih traka direktno na plafon. Dovoljna ravnomjernost osvjetljenosti postići će se onda, kada razmak između svjetlosnih traka iznosi 1,5 puta visina montaže svjetiljki iznad radne površine. Kod isprekidanih svjetlosnih traka, uzdužni razmak ne smije biti veći od 2/3 korisne visine. Svjetlosne trake trebaju biti orijentirane okomito na redove stolova ili strojeva, tako se postižu bolji vidni uvjeti u odnosu na ugodniji svjetlosni utisak.

#### Prizemne zgrade s nadsvjetlom

Prizemne zgrade s nadsvjetlom imaju visine između 3,5 i 7 m, imaju krovišta s nadsvjetlom ili šed krovišta. Osvjetljenje se najčešće izvodi s reflektorski svjetiljkama, koje su sa gornje strane djelomično otvorene, čime se smanjuje kontrast između svjetiljke i plafona. Montaža ovih vrsta svjetiljki je najbolja na donjem rubu šed konstrukcija. Ako donji rubovi šed-konstrukcije leže prenisko ili je razmak šed modula prevelik,svjetlosne trake se mogu pričvrstiti i na ljuske šed-krovišta.

#### Zgrade bez prozora

Određene vrste proizvodnih proces zahtijevaju konstantnu klimu u radnim prostorijama, pa se takvi objekti grade bez prozora. Takve prostorije zbog spomenutih razloga moraju biti osvijetljene isključivo umjetnom svjetlošću. U takvi prostorijama ne radi se samo o zahtjevima koji moraju odgovarati težini vidnih zadataka, nego se tu pojavljuje i psihološko djelovanje osvijetljenja na ljude koji se nalaze u zatvorenoj prostoriji. Osjećaj neudobnosti, koji se može pojaviti kod ljudi koji duže vremena provode u zatvorenoj prostoriji bez dnevne svjetlosti, a može se ublažiti, tako da se u prostoriji predvidi veća osvjetljenost od one koja je za taj rad preporučena. Zbog spomenutih razloga u ovakvim prostorijama preporuča se osvjetljenost od oko 1000 lx.

## Višekatne zgrade

Višekatne zgrade najčešće imaju glatke bijele stropove, koji se mogu koristiti kao prošireni reflektori za ravnomjerniju raspodjelu svjetlosti te ugodniju raspodjelu sjajnosti. Svjetlosne trake u prostorijama s niskim stropnim gredama mogu biti položene uzdužno ili poprečno.

## Visoke hale

U visokim industrijskim halama, iznad 7 m visine, svjetiljke se montiraju obično na velikoj visini zbog visine proizvodnih ili kranskih uređaja. Primjena fluorescentnih svjetiljki u ovim prostorima nije poželjna, te se umjesto njih primjenjuju svjetiljke sa sjajnim reflektorom, opremljene visokotlačnim sijalicama (živine, metalhalogene, natrijeve). Ove vrste svjetiljki naspram fluorescentnih, imaju visoku iskoristivost osvjjetljenja, veću koncentraciju svjetlosnog toka po svjetiljci, pokazuju manje troškove održavanja i niže investicijske i montažne troškove. Prema visini montaže odabiru se svjetiljke sa širokim ili uskim zračenjem. Tako se u visokim halama, koje su osvijetljene reflektorskim svjetiljkama uskog zračenja, može pokazati da se potrebna vertikalna osvijetljenost postigne fluorescentnim svjetiljkama, koje su montirane niže od reflektorske svjetiljke.

### **7.2. Smjernice za izvođenje osvjjetljenja u uredima**

Uredi se obično osvjjetljavaju 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,
- 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 traki, može se ostvariti srednja horizontalna osvjetljenost od 350 do 700 lx.

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 namjenjen 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.

### **7.3. Smjernice za izvođenje osvjetljenja u bolnicama**

Namjena prostorija u bolnici određuje i zahtjeve za osvjetljenje u pojedinim prostorijama. Zahtjevi su različiti. Nekad su mjerodavni zahtjevi medicinskog osoblja, a nekad se radi o umjerenom osvjetljenju za bolesnike. S time u vezi boja svjetlosti, reprodukcija boja izvora svjetlosti i boje prostorija imaju značajnu ulogu u odnosu na:

- optimalne mogućnosti za pretrage i njegu bolesnika
- opći izgled prostorija i stvaranje ugodnije atmosfere

U bolničkim sobama potrebno je projektirati osvjetljenje tako da bolesnici nisu izloženi bilo kakvom bliještanju. Najprikladnije su zidne svjetiljke sa fluorescentnim cijevima. Takve bolničke svjetiljke imaju više kombinacija. Mogu sadržavati i pozivni uređaj, priključak za



telefon i radio, priključke za jaku i slabu struju te priključke za medicinske plinove. Potrebno je izabrati odgovarajuću boju svjetlosti kod fluorescentnih cijevi i atmosferu. Za ugodnu atmosferu i pojedine medicinske pretrage preporuča se boja svjetlosti TBX, a u prostorijama koje stalno služe za pretrage i liječenje preporuča se boja BBX. Opće osvjetljenje bolesničke sobe mora biti dovoljno za izvršavanje medicinskih zadataka liječenja i njege. Osvjetljenje za pretrage upotrebljava se u svrhu pretraga bolesnika na krevetu. Treba predvidjeti dodatnu svjetiljku, koja mora biti tako izvedena da njena svjetlost osvjetljava samo krevet. Za takve pretrage dovoljna je osvjetljenost od 250-300 lx. Osvjetljenje za orijentiranje mora davati toliko svijetla da se medicinska sestra može orijentirati. Dovoljna je osvjetljenost o 0,5 lx. Prilikom izvođenja osvjetljenja za noćni nadzor bolesnika, mora biti da što manje ometa druge bolesnike, osvjetljenost treba biti između 5-10 lx.

U ambulantomata za pregled bolesnika preporuča se kombinacija općeg i lokalnog osvjetljenja. za opće osvjetljenje prednost imaju fluorescentne svjetiljke s fluorescentnim cijevima boje BBX.

U prostorijama za intenzivnu njegu njegu osvjetljenje treba odgovarati određenim okolnostima. Najbolje bi bilo da osvjetljenje u ovim prostorijama slično osvjetljenju u bolesničkim sobama. U slučaju nužde uređaj osvjetljenja treba omogućiti brzu promjenu osvjetljenosti pa se zbog toga mora dati regulirati od 500 lx pa do minimalne vrijednosti. Preporučena boja svjetlosti je BBX.

U operacijskim salama opće osvjetljenje treba biti usko povezano s osvjetljenjem operacijskog stola. Osvjetljenost u središtu operacijskog polja je vrlo visoka (20000 do 100000 lx), opće osvjetljenje mora osigurati osvjetljenost od najmanje 1000 lx .

Prostorije, u kojima se vrše rendgenske pretrage, osvjetljavaju se prema vrsti primjene metode pregleda. Prilikom rendgenskog snimanja preko ekrana na osvjetljenje se ne postavljaju nikakvi zahtjevi, dok se kod snimanja pojačivačima slike ili televizijskim sistemima, opće osvjetljenje treba smanjiti na 10 do 30 lx. Kod direktnog promatranja na ekranu treba biti uključeno samo svijetlo za orijentiranje, koje daje osvjetljenost manju od 10 lx.

Osvjetljenje hodnika u bolnicama treba biti usklađeno s osvjetljenjem bolesničkih soba, tako da prilikom ulaženja i izlaženja ne dolazi do velikih razlika u svjetlini. Tijekom noći osvjetljenje hodnika treba smanjiti. Ako hodnik po danu nema dovoljno dnevne svjetlosti,

odgovarajućim osvjetljenjem treba podići sjajnost zidova hodnika. Preko dana osvjetljenost u hodnicima treba biti od 200-300 lx, dok je noću dovoljno od 5-10 lx.

#### **7.4. Smjernice za izvođenje osvjetljenja u školama**

U ovim smjernicama za izvođenje osvjetljenja u školama obuhvatiti ćemo osvjetljenje razreda i predavaonica. U školi se nalaze i druge prostorije kao što su uredi, hodnici, stepeništa, pogonske prostorije i sl. One su objašnjene kod prethodnih djelatnosti.

Za školske razrede osim općeg osvjetljenja preporuča se postavljanje i dodatnog osvjetljenja za školsku ploču (250-500 lx vertikalno). Umjetno osvjetljenje školskog razreda s klasičnim rasporedom klupa treba predvidjeti prema sljedećim smjernicama:

- primjena svjetiljke s fluorescentnim cijevima,
- svjetiljke postaviti paralelno s prozorima,
- prvu svjetlosnu traku postaviti iznad lijevog ruba niza klupa na strani prozora,
- da bi se izbjeglo refleksno bliještanje, svjetlosne trake drugog, odnosno trećeg niza po mogućnosti ne postavljati iznad klupa, nego iznad lijevog ruba nizova klupa,
- upotreba svjetiljki koje ne izazivaju direktno bliještanje,
- školsku ploču osvijetliti posebnom svjetlosnom trakom, koja je montirana paralelno školskoj ploči.

U novijim školama nema klasičnog rasporeda sjedenja, prostorije su predviđene za različite namjene, pa to zahtjeva slobodan raspored sjedišta. Na taj način nastaju djeljive, veće prostorije koje ne mogu biti dovoljno osvijetljene dnevnom svjetlošću. Što se tiče svih prethodnih zahtjeva, školska prostorija se u pogledu osvjetljavanja približila načinu osvjetljavanja ureda velikih površina. Kada školske prostorije trebaju biti klimatizirane treba se primijeniti integriranje osvjetljenja i klimatizacije. Za suvremeni razred preporučeni nivo osvjetljenosti je oko 1000 lx. Takav nivo osvjetljenosti je potreban da u dnevnim satima sjedišta, koja su od prozora najviše udaljena, nemaju slabije vidne uvjete.

Prostorije koje služe kao predavaonice najčešće su bez prozora, te u njima treba pripaziti na sljedeće zahtjeve:

- za čitanje i pisanje potrebna je osvjetljenost od 500 lx,
- osvjetljenje treba predvidjeti sa mogućnošću regulacije nivoa osvjetljenosti,
- za ploče, stolove za eksperimente i podije treba izvesti dodatno osvjetljenje,
- slušaoci ne smiju biti zablješteni.

## **8. ZAKLJUČAK**

Unutarnje osvjetljenje od velike je važnosti za kvalitetu života ljudi. Svijetlo nije samo uvjet vidljivosti nego i uvelike utječe na raspoloženje i osjećaj dobrog stanja. Kako bi djelatnici postigli što veću razinu efikasnost prilikom obavljanja svojih radnih zadataka potrebno je posvetiti pažnju na adekvatnu razinu osvjetljenja na radnom mjestu. Adekvatnim osvjetljenjem na radnom mjestu djelatnici, osim što postižu višu razinu efikasnosti, postižu bolje radne rezultate od onih koji rade u slabo osvjetljenim radnim prostorijama.

Iz smjernica navedenih prethodno u radu, 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.

## 9. LITERATURA

[1] PODLIPNIK, P., A. ČOP (1978): Svjetlotehnički priručnik, Elektrovina, Maribor, str. 64 -117.

[2] CETINIĆ, I: Električne instalacije-rasvjeta, 17.06.2015.,

[http://virtual.arhitekt.hr/IZII/Instalacije\\_II\\_Rasvijeta.pdf](http://virtual.arhitekt.hr/IZII/Instalacije_II_Rasvijeta.pdf)

[3] ILAK P.: Uvod u projektiranje unutarnje rasvjete, 19.06.2015.,

[https://www.fer.unizg.hr/download/repository/Uvod\\_u\\_projektiranje\\_unutarnje\\_rasvjete.pdf](https://www.fer.unizg.hr/download/repository/Uvod_u_projektiranje_unutarnje_rasvjete.pdf)

[4] ANONYMOUS: Osvjetljenje na radnom mjestu, 20.6.2015.,

<http://www.poduzetnistvo.org/news/clanak-osvjetljenje-na-radnom-mjestu>