

Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani
Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo
Izbirni predmet - 10142

Svetlobna tehnika

Projektiranje notranje razsvetljave

predavatelj
prof. dr. Grega Bizjak, u.d.i.e.

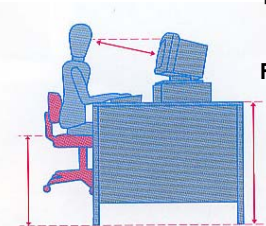
Namen notranje razsvetljave



Osnovni namen notranje razsvetljave je zagotoviti ustrezno vizualno okolje v prostoru (na delovnem mestu), ki bo omogočalo optimalno uporabo vida, dobro počutje in delovno atmosfero.

Namen notranje razsvetljave

V ospredju seveda stoji dobro počutje, le tako je delo lahko uspešno in produktivno.



Pojem, ki je povezan s tem je:
Ergonomija

veda, ki se ukvarja z raziskovanjem človekovih telesnih in duševnih zmožnosti in ustreznim prilagajanjem delovnih obremenitev.

Namen notranje razsvetljave



Vendar pa samo projektiranje ni enostavno. Vedno obstaja več možnih rešitev, ki so na prvi pogled "enako ustrezne". Poleg tega pa se projektant večkrat sreča tudi z "nerešljivimi" problemi, ki jih ne moremo obdelati ne matematično in ne tehnično in ki zahtevajo drugačen pristop.

Namen notranje razsvetljave



Zato je pri projektiranju razsvetljave vedno potrebno upoštevati

človeka

In njegove potrebe

In ne na problem razsvetljave gledati samo iz tehničnega in ekonomskega vidika.

Važen je dober začetek

Razsvetljava je tudi del prostora. Zato mora upoštevati tudi:



- arhitekturo in oblikovanje prostora;
- tehniko gradbenih konstrukcij;
- tehniko električnih inštalacij;
- tehniko ogrevanja in prezračevanja;
- tehniko akustike;
- druge dejavnosti, ki sodelujejo pri opremljanju prostora.

Važen je dober začetek

Zato je projektant razsvetljave dolžan še pred začetkom projektiranja sodelovati z arhitektom in projektanti drugih elementov.

Pri svojem delu mora izhajati iz svetlobnotehničnih, fizioloških, psiholoških in ekonomskih zahtev, ne sme pa zanemarjati tudi zahtev arhitekture in drugih navedenih dejavnosti.

Važen je dober začetek



- Potrebno je:
- začeti čim prej;
 - zbrati ustrezne informacije;
 - sodelovati z arhitektom in projektanti drugih inštalacij.

Potrebne informacije



Namen (uporabe) prostora:

- dejavnost in smer pogleda;
- ergonomske in funkcionalne komponente;
- razporeditev strojev, aparatov, ...;
- pohištvo, okna, ...;
- posebne dejavnosti (industrija);
- transportne poti.

Potrebne informacije



Položaj svetlobnih objektov:

Upoštevati je potrebno vire svetlobe v samem prostoru (objektu) kot tudi v neposredni okolici:

- dnevna svetloba (in ovire pred okni);
 - struktura stavbe;
- zunanja razsvetljava (lahko vpliva na razmere v notranjosti).

Potrebne informacije



Krajevne in klimatske razmere:

Vplivajo predvsem na dnevno svetlobo in potrebo po regulaciji svetlobnega toka:

- dnevna svetloba (konkretne razmere);
 - trajanje sončnega obsevanja;
 - orientacija oken (geografsko);
 - povprečna oblačnost;
- klimatske razmere (temperatura, padavine);
 - velikost oken.

Potrebne informacije



Lastnosti prostora:

- načrt prostora (tloris, prerezi) merilo 1:100 ali 1:50;
- okna (položaj, velikost, konstrukcija, senčila);
- odsevnosti in kakovost površin (stene, strop, tla, ...);
- gradbena konstrukcija (predvsem strop – obešanje svetilk);
 - vrste in izvedba inštalacij, regulacije, ...;
 - ovire v prostoru, zrcalne površine, ...;
 - prašnost, vlaga, temperatura,

Potrebne informacije



Osebnе navedbe (želje):

- zadosten nivo osvetljenosti;
- pravilna smer svetlobe, sence, ...;
- omejevanje bleščanja, zrcalne površine, ...;
- ustrezna barva svetlobe in Ra;
- barva opremljenost prostora;
- načrtovana varnostna razsvetljava;
- možnosti za vzdrževanje razsvetljave.

Potrebne informacije

Svetlobni viri:

- vrsta svetlobnega vira (halogenske žarnice, fluorescenčne sijalke, visoko-flačne sijalke, svetleče diode);
- obratovalne lastnosti (izkoristek, vklopni pojavi, predpisana lega, okoliška temperatura, vzdrževanje, življenjska doba);
- svetlobne lastnosti (barva svetlobe, indeks barvnega videza, ne-vidna svetloba UV oz. IR).



Vpliv napak pri projektiranju

- Prepozna začetek projektiranja ali premajhna koordinacija med projektanti različnih elementov (inštalacij).
- Pomanjkljive informacije o delovnih pogojih, tehnologiji dela in osebnih navedbah o prostoru.
 - Pomanjkljiva zaščita pred bleščanjem.
- Neupoštevanje posebnih razmer v prostoru (npr. vlažen prostor).
 - Neupoštevanje lastnosti napajalnega omrežja (nihanje napetosti, prekinitve, slaba kakovost).

Splošne svetlobnotehnične smernice

Nivo osvetljenosti

Osvetljenost v prostoru mora ustrezati predpisom oziroma priporočilom (standard SIST EN 12464).

- gibanje na prostem: 30 lx
- gibanje, orientacija, občasno bivanje: 100 lx
- občasno delo: 150 lx
- opravila pri majhnih zahtevah videnja: 300 lx
- opravila pri povprečnih zahtevah videnja: 500 lx
- opravila pri večjih zahtevah videnja: 750 lx
- opravila pri velikih zahtevah videnja: 1000 lx
- opravila pri posebnih zahtevah videnja: 1500 lx
- zelo natančne vidne naloge: nad 2000 lx

Splošne svetlobnotehnične smernice

Nivo osvetljenosti

Upoštevati pa je potrebno tudi vrsto dejavnosti in razmere v prostoru.

Na primer: odsevnost površin. Za optimalne vidne pogoje mora biti svetlost opazovane površine ned 100 cd/m². Pri odsevnosti belega papirja 0,7 pomeni to, da mora biti osvetljenost:

$$E = \frac{L \cdot \pi}{\rho} = \frac{100 \cdot \pi}{0,7} = 450 \text{ lx}$$

Pri odsevnosti 0,1 pa kar 3140 lx

Splošne svetlobnotehnične smernice

Enakomernost osvetljenosti

Poleg same osvetljenosti je pomembna tudi enakomernost osvetljenosti:

$$U_1 = \frac{E_{\min}}{E_{sr}}$$

Standard SIST EN 12464 predpisuje vrednost U₁:

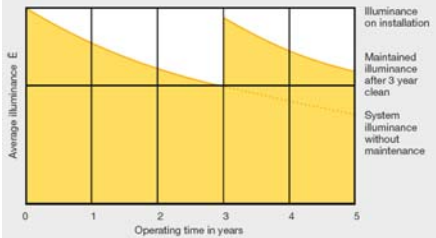
$$U_2 = \frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

0,4 do 0,7 za področje dela,
0,4 za njegovo neposredno okolico ter
0,1 za ozadje.

Splošne svetlobnotehnične smernice

Načrtovana osvetljenost

Načrtovana osvetljenost je od 1,25 do 2,0 -krat večja od priporočene.



Splošne svetlobnotehnične smernice

Kontrasti

Velik kontrast

Srednji kontrast

Majhen kontrast

Če so kontrasti v prostoru oziroma na delovnem mestu manjši, je potrebna večja osvetljenost, da dosežemo enake vidne pogoje za delavca.

$$K = \frac{L_1}{L_2}$$

Splošne svetlobnotehnične smernice

Harmonična porazdelitev svetlosti



Ploskve v prostoru morajo imeti ustrezno različne svetlosti. Običajno je delovna ploskev temnejša od predmeta dela in svetlejša od ostalih površin v prostoru.

$L_{\text{predmet dela}} : L_{\text{delovna ploskev}} \leq 3:1$ (do 1:3)
 $L_{\text{predmet dela}} : L_{\text{daljna okolica}} \leq 10:1$ (do 1:10)

Splošne svetlobnotehnične smernice

Omejevanje direktnega bleščanja



- Bleščanje je odvisno od:
- lokalnega nivoja osvetljenosti;
 - svetlosti in velikosti površin v vidnem polju;
 - kota med smerjo pogleda in smerjo do vira bleščanja;
 - kontrasta med virom bleščanja in njegovo okolico.

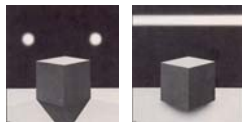
$$UGR = 8 \cdot \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right)$$

Splošne svetlobnotehnične smernice

Smer svetlobe in senčnost



S smerjo svetlobe je povezan tudi **indeks primerjave kontrastov** z njim pa dojemanje plastičnosti in strukture površin.



Želena senčnost lahko dosežemo z ustrezno izbiro svetlobnega vira (točkovni vir, površinski vir), njegovo postavitvijo v prostor, usmerjenostjo, ...

Splošne svetlobnotehnične smernice

Odsevno bleščanje

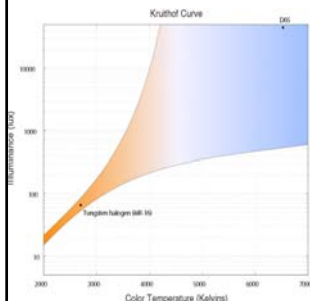


Odsevno bleščanje moti delo, še posebej delo s slikovnimi zasloni. Pri tem si velja zapomniti, da se svetloba zrcali od gladkih površin in da je vpadni kot enak odbojnemu.



- Odseve lahko zmanjšamo z:
- ustrezno postavitvijo svetilk;
 - z uporabo ploskovnih svetilk;
 - z mat površinami.

Splošne svetlobnotehnične smernice



Barva svetlobe

Barva svetlobe je del prostora in ni pomembna le zaradi estetike ampak zaradi celotnega dojetja prostora.

Obstaja povezava med osvetljenostjo in primerno barvo svetlobe (Kruithofov efekt).

Splošne svetlobnotehnične smernice



Indeks barvnega videza

Tako kot barva svetlobe tudi indeks barvnega videza vpliva na dojetja prostora.

Predvsem pa vpliva na pravilno zaznavanje barv. Zato moramo v prostorih, kjer so barve pomembne, biti na to še posebno pazljivi (predvsem v povezavi z fluorescenčnimi sijalkami).

Splošne svetlobnotehnične smernice

“Klima” v prostoru

Na dojetje prostora vplivajo: arhitektura, barve, svetloba, temperatura, vlaga, akustika, oprema, ... Če so med seboj usklajeni, je prostor prijeten.



Koncept razsvetljave

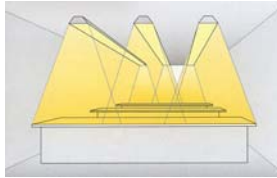
Kako pomemben je koncept



Razsvetljavna naprava, ki se omeji le na zadovoljevanje pogoja o ustrezni minimalni horizontalni osvetljenosti, bo prej ali slej kritizirana. Smisel projektiranja ni v tem, da v vsakem prostoru uporabimo znane "standardne" rešitve, ampak da za vsak prostor najdemo optimalno razsvetljavo.

Koncept razsvetljave

Splošna razsvetljava



Splošna razsvetljava omogoča enake vidne pogoje po celotnem prostoru.

Razporeditev delovnih mest je lahko poljubna. Prostor deluje običajno pozitivno. Zaželeno je predvsem v večjih prostorih.

Koncept razsvetljave

Lokalizirana (conalna) razsvetljava



Lokalizirana razsvetljava je orientirana na (fiksna) delovna mesta, ki so bolje (drugače) osvetljena od ostalega dela prostora.

Omogoča različne osvetljenosti na različnih delovnih mestih. Zmanjša se poraba električne energije. Je pa osvetljenost v celotnem prostoru bolj neenakomerna (največ do 1:3).

Koncept razsvetljave

Lokalna razsvetljava

Lokalna razsvetljava osvetljuje le (omejeno področje) delovnega mesta.



Uporablja se predvsem tam, kjer želimo na (enem) delovnem mestu doseči posebne pogoje: visoka osvetljenost, velika senčnost, določena smer svetlobe, ...

Razsvetljavni sistemi

Način razsvetljave



Z razsvetljavo želimo doseči dobro vidno udobje, torej dobre kontraste in ustrezno odpravo bleščanja.

Želimo torej smer svetlobe od zgoraj in ustrezno mehke prehode svetlosti v prostoru. Dobrodošel je tudi ustrezno svetel strop. Kako to doseči?

Razsvetljavni sistemi

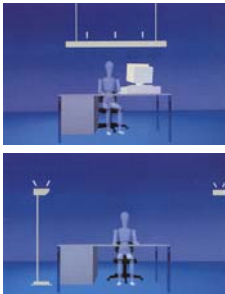
Direktna razsvetljava



Se uporablja kot splošna ali lokalizirana razsvetljava. Smer svetlobe je od zgoraj, sence so ostre, stene in strop so slabo osvetljeni. Lahko nastane direktno ali odsevno bleščanje.

Osvetljenost je velika, enakomernost tudi. Poraba električne energije je nizka. Slabosti lahko popravimo z ustrezno izbiro okoliških površin.

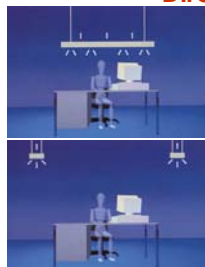
Razsvetljavni sistemi



Indirektna razsvetljava

Se uporablja kot splošna ali lokalizirana razsvetljava. Svetilke so lahko stoječe ali obešene. Svetloba v prostoru je zelo difuzna, senc je malo. Strop je zelo svetel. Lahko deluje nenaravno. Majhno bleščanje, dobra osvetljenost vertikalnih površin, dobra enakomernost osvetljenosti, enostavna izvedba s stoječimi svetilkami.

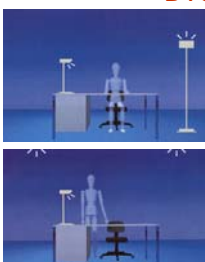
Razsvetljavni sistemi



Direktno-indirektna razsvetljava

Kombinacija prejšnjih dveh. Svetilke svetijo navzdol in navzgor. Svetilke so lahko stoječe ali obešene. Indirektni del je lahko uporabljen kot splošna, direktni pa kot lokalizirana ali lokalna razsvetljava. Osvetljenost je enakomerna, sence so, vendar ne premočne, strop ni pretirano svetel.

Razsvetljavni sistemi



Dvo-komponentna razsvetljava

Uporablja se "šibka" splošna razsvetljava v kombinaciji z lokalno na delovnih mestih. Možnost bleščanja (lokalne) razsvetljave, težave pri večjih delovnih mestih. Dobra osvetljenost delovnih mest, bolj individualna izvedba, optična ločitev delovnega mesta in okolice, primerno za CAD delovna mesta.

Koncept razsvetljave

Razsvetljava z dnevno svetlobo



Ustrezna razsvetljava notranjih prostorov z dnevno svetlobo ter vidna povezava notranjosti z zunanostjo pozitivno vpliva na zdravje, počutje in delovne sposobnosti. Poleg tega pomaga tudi varčevati z energijo.

Koncept razsvetljave

Razsvetljava z dnevno svetlobo

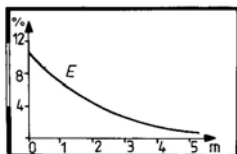


Problem je v tem, da osvetljenost od oken v notranjost prostora pada, tako da je prostor v notranjosti lahko premalo osvetljen.

Prostore do 6 m globine in do 3 m višine se da z ustrezno razporeditvijo oken zadostno osvetliti samo z dnevno svetlobo. Vsaj za določen čas dneva.

Koncept razsvetljave

Razsvetljava z dnevno svetlobo

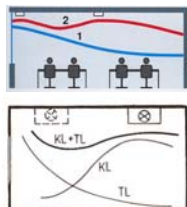


$$FDS = \frac{E_{\text{znotraj}}}{E_{\text{zunaj}}} \cdot 100\%$$

Pri določanju osvetljenosti z dnevno svetlobo si lahko pomagamo s faktorjem dnevne svetlobe (FDS), ki predstavlja razmerje med osvetljenostjo znotraj in zunaj. Gre za relativno število, ki je neodvisno od letnega in dnevnega časa. Če poznamo zunanjo osvetljenost lahko izračunamo notranjo osvetljenost.

Koncept razsvetljave

Dopolnjevanje dnevne svetlobe



Če prostor uporabljamo predvsem podnevi in če je dnevne svetlobe premalo, lahko razsvetljavo koncipiramo tako, da z njo dopolnujemo dnevno svetlobo predvsem v področjih in času, ko jo je premalo. Pri tem poskušamo doseči čim večjo enakomernost osvetljenosti.

Postopek projektiranja

1. Zbiranje informacij

Začnemo z ustreznim zbiranjem:

- tehničnih informacij
- osebnih informacij

Razsvetljavno napravo moramo začeti projektirati zadosti zgodaj, da je še možno vplivati na potrebne spremembe arhitekture, konstrukcije, inštalacij, ...

Postopek projektiranja

1a. Zbiranje tehničnih informacij

Med potrebne tehnične informacije spadajo:

- lokacija objekta;
- klimatske razmere;
- arhitektonsko gradbena konstrukcija;
- oprema prostorov;
- izvedba inštalacij;
- klima v prostorih.

Postopek projektiranja

1b. Zbiranje osebnih informacij

Med potrebne osebne informacije spadajo:

- spol, starost in vid uporabnikov;
 - mesto in trajanje dela;
- doseganje izkušnje z razsvetljavo;
 - mnenja o razsvetljavi;
 - predsodki o razsvetljavi;

Včasih je potrebno izdelati tudi model ali poskusno razsvetljavo in preveriti odziv.

Postopek projektiranja

2. Odločitev: kaj želimo z razsvetljavo doseči

Razsvetljava pomembno vpliva na izgled in uporabnost prostora. Zato se je potrebno odločiti:

- kakšen bo izgled prostora;
- kako bodo svetilke vključene v arhitekturo;
- kakšna je razporeditev delovnih mest.

Postopek projektiranja

2a. Odločitev: izgled prostora

Ali naj prostor deluje:

- hladno ali toplo;
- svetlo ali temno;
- ali želimo poudariti kakšen del prostora ali mogoče njegovo geometrijo: višino, širino prostora.

Postopek projektiranja

2b. Odločitev: vključitev svetilk v arhitekturo

kako naj uporabnik dojema svetilke:

- svetilke so zaznaven del arhitekture;
- svetilke so "nevidne", dojemamo le svetlobo;
- s svetilkami želimo poudariti geometrijo prostora.

Postopek projektiranja

2c. Odločitev: razporeditev delovnih mest

Delovna mesta bodo razporejena:

- stalno ali spremenljivo;
- individualno ali v skupinah;
- bodo nameščene predelne stene ali kubusi (pomembna je njihova višina).

Postopek projektiranja

3. Dejavnosti v prostoru

Dejavnost v prostoru odločilno vpliva na projekt razsvetljave. Pri tem upoštevamo:

- cone v prostoru (vhod, izhod, hodniki, mirna področja, področja za sestanke);
- socialno strukturo (individuumi, skupine, komunikacija);
- dejavnosti (osnovne, posebne, stalne, občasne, ...).

Postopek projektiranja

4. Svetlobnotehnični dejavniki

Kakšna je priporočena ali predpisana:

- osvetljenost;
- enakomernost osvetljenosti;
- barva svetlobe;
- indeks barvnega videza;
- poenoten indeks bleščanja;
- drugo: porazdelitev svetlosti, senčnost, smer svetlobe, energijska poraba.

Postopek projektiranja

5. Izbira koncepta in načina razsvetljave

Glede na zbrane informacije in sprejete smernice se odločimo za najbolj ustrezen:

- **koncept razsvetljave** (splošna, lokalizirana, lokalna razsvetljava, dnevna svetloba);
- **sistem razsvetljave** (direktna, indirektna, direktno-indirektna ali dvo-komponentna razsvetljava).

Postopek projektiranja

5. Izračun srednje osvetljenosti

Izračun srednje osvetljenosti v prostoru izvedemo v več fazah:

- izračun potrebnega svetlobnega toka;
- izračun števila svetlobnih virov;
- izračun števila svetilk;
- določanje razmestitve svetilk;
- izračun dejanske srednje osvetljenosti.

Postopek projektiranja

5a. Izračun potrebnega svetlobnega toka

Potreben svetlobni tok v prostoru izračunamo iz potrebne vzdrževane srednje osvetljenosti po enačbi:

$$\Phi_{celomi} = \frac{E_{sr} \cdot a \cdot b}{\eta \cdot f}$$

Postopek projektiranja

5a. Izračun potrebnega svetlobnega toka

V enačbi je:

a in b ... dimenzije prostora

E_{sr} ... vzdrževana srednja osvetljenost

η ... izkoristek razsvetljave

f ... faktor zaprašnosti in staranja

Izkoristek razsvetljave in faktor zaprašnosti in staranja določimo na podlagi podatkov proizvajalca svetilk in podatkov o dejavnosti v prostoru.

Postopek projektiranja

5b. Izračun števila svetlobnih virov
Iz znanega potrebnega svetlobnega toka lahko izračunamo, koliko svetlobnih virov potrebujemo:

$$n_{celomi} = \frac{\Phi_{celomi}}{\Phi_0}$$

V enačbi je Φ_{celomi} potreben svetlobni tok, Φ_0 pa svetlobni tok enega vira.

Postopek projektiranja

5c. Izračun števila svetilk

Nato pa iz števila potrebnih svetlobnih virov izračunamo še število potrebnih svetilk:

$$n_{\text{svetilik}} = \frac{n_{\text{celotni}}}{n_i}$$

V enačbi je n_{celotni} potrebno število svetlobnih virov, n_i pa število svetlobnih virov v eni svetilki.

Postopek projektiranja

5d. Razmestitev svetilk

Potrebno število svetilk enakomerno razporedimo po prostoru. Pri tem upoštevamo:

- razporeditev delovnih mest in opreme;
- način orientacije svetilk v prostoru (vzdolžna ali prečna smer);
- možnost pritrdjevanja svetilk na strop (gladek strop, stropna konstrukcija, spuščeni strop).

Postopek projektiranja

5d. Razmestitev svetilk

Pri sistemih splošne in lokalizirane razsvetljave uporabljamo običajno:

- posamično razmestitev;
- linijsko razmestitev;
- razporeditev svetilk v polju.



Postopek projektiranja

5d. Razmestitev svetilk

Če izračunanega števila svetilk ni mogoče namestiti v prostor, je potrebno:

- spremeniti število svetilk;
- spremeniti število svetlobnih virov v svetilki;
- izbrati drug svetlobni vir ali drugo svetilko.

V primeru spremembe svetilke ali števila svetlobnih virov v svetilki je potrebno preveriti izkoristek razsvetljave in faktor staranja in zapraševanja.

Postopek projektiranja

5e. Izračun dejanske srednje osvetljenosti

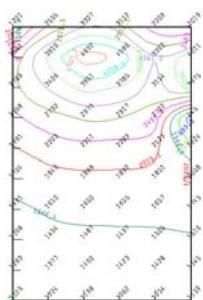
Na koncu na podlagi izbranega števila svetilk izračunamo dejansko srednjo osvetljenost:

$$E_{sr} = \frac{n_i \cdot n_{\text{svetilka}} \cdot \Phi_0 \cdot \eta \cdot f}{a \cdot b}$$

Postopek projektiranja

5e. Izračun dejanske srednje osvetljenosti

Še lažje pa je dejansko srednjo osvetljenost preveriti s pomočjo izračuna svetlobnih razmer z računalnikom.



Postopek projektiranja

6. Kontrola enakomernosti osvetljenosti

Po opravljenem izračunu osvetljenosti je potrebno narediti še kontrolo enakomernosti osvetljenosti:

- na podlagi podatkov proizvajalca svetilk in namestitve svetilk (višina montaže, razporeditev, razdalje med svetilkami);
- s pomočjo računalniških izračunov osvetljenosti.

Postopek projektiranja

7. Kontrola znosnosti bleščanja

Bleščanje se določa z izračunom poenotenega indeksa bleščanja UGR:

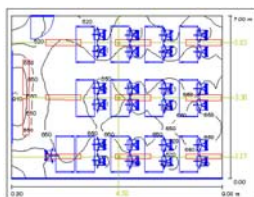
- na podlagi podatkov proizvajalca svetilk in namestitve svetilk (višina montaže, razporeditev, razdalje med svetilkami);
- s pomočjo računalniških izračunov osvetljenosti in svetlosti.

Postopek projektiranja

8. Izdelava načrtov razsvetljave

Na podlagi izbranih parametrov izdelamo načrt razsvetljave, ki vsebuje:

- tlorise razsvetljave;
- karakteristične prereze.



Postopek projektiranja

8a. Izdelava načrtov razsvetljave

- **Tlorisi razsvetljave** (1:20, 1:25, 1:50 ali 1:100) (tipske oznake svetilk, tipske oznake svetlobnih virov, višino montaže svetilke, način montaže svetilke);
- **svetlobnotehnični parametri** (osvetljenost, enakomernost, UGR);
- **električni parametri** (inštalirana moč, $\cos \varphi$);
- **navodila za vzdrževanje** (način vzdrževanja, perioda čiščenja, ...).

Postopek projektiranja

8b. Karakteristični prerezi

Karakteristične prereze je potrebno izdelati:

- kadar so svetilke montirane na različne višine;
- kadar so montirane v različnih položajih;
- kadar se uporablja nestandardni pribor za obešanje (v tem primeru moramo priložiti tudi načrt pribora za obešanje).

Postopek projektiranja

9. Določitev električnih karakteristik

Na podlagi načrta razsvetljave je potrebno izdelati tudi načrt električnih inštalacij, kjer potrebujemo sledeče podatke:

- inštalirano električno moč;
- faktor moči;
- razmestitev v prostoru;
- krmilne in prižigalne sheme.

Postopek projektiranja

10. Izračun ekonomičnosti

Projekt razsvetljave naj bi imel tudi prikazan ustrezen izračun ekonomske upravičenosti, ki obsega:

- analizo investicijskih stroškov (predračun);
- analizo obratovalnih stroškov;
- izračun investicijskih in obratovalnih stroškov;
- izračun ekonomičnosti.

Postopek projektiranja

10a. Investicijski stroški

Na investicijske stroške neposredno vplivajo:

- kakovost razsvetljave;
- svetlobni viri;
- svetilke;
- predstikalne naprave;
- stroški električne inštalacije;
- strošek za elektroenergetski prispevek.

Postopek projektiranja

10b. Obratovalni stroški

Obratovalni stroški zajemajo:

- stroške amortizacije;
- stroški zavarovanja;
- stroški za omrežnino;
- stroški za čiščenje in vzdrževanje;
- stroški zamenjave svetlobnih virov;
- stroški porabljene el. energije.

Postopek projektiranja

10c. Izračun ekonomičnosti

Različne variante razsvetljave lahko primerjamo na osnovi:

- investicijskih stroškov;
- obratovalnih stroškov (letnih);
- stroškov za električno energijo;
- povečanja produktivnosti;
- izboljšanja kakovosti izdelkov;
- proizvodnega uspeha.

Postopek projektiranja

11. Izbor variante

V postopku projektiranja (ali na koncu) je priporočljivo izdelati več variant in po ustreznem vrednotenju izbrati optimalno rešitev. Pri tem morajo variante:

- temeljiti na enakih kakovostnih in količinskih faktorjih;
- zajeti in upoštevati vse relevantne stroške;
- pri izboru moramo ustrezno ovrednotiti posamezne kriterije.

Postopek projektiranja

12. Meritve

Po izvedenem projektu, torej po montaži svetilk v dokončan prostor, je priporočljivo izvesti še meritve razsvetljave. Na ta način potrdimo pravilnost projekta oziroma ugotovimo morebitne pomanjkljivosti. Pomanjkljivosti poskusimo odstraniti, izkušnje pa uporabiti pri naslednjem projektu.

Zaključek

- S projektiranjem razsvetljave je potrebno začeti dovolj zgodaj.
- Upoštevamo tako tehnične kot tudi osebne smernice.
- Priporočljivo je obdelati in ovrednotiti več variant.
- Na koncu izvedemo kontrolne meritve.

... in še:

Vprašanja?
