

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

## Svetlobna tehnika

# Razsvetljava z umetno svetlobo

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

---

---

---

---

---

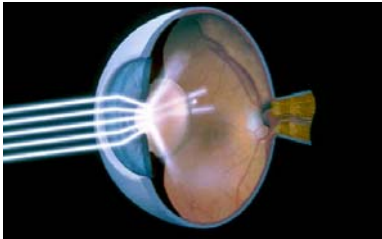
---

---

---

## Svetloba je nujno potrebna

Naš vid in s tem naš stik z okolico je  
neločljivo povezan z vidom in torej  
s svetlobo.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Svetloba je nujno potrebna

Sonce je odličen  
vir svetlobe.  
Ampak ponoči  
žal ne sveči.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Svetloba je nujno potrebna

Da bi podaljšal dan, je človek začel uporabljati umetne svetlobne vire.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Svetloba je nujno potrebna

Danes si življenja ne moremo več predstavljati brez (umetne) svetlobe.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Videti in razločiti



Če želimo videti in prepoznati predmete, mora biti izpolnjenih nekaj pogojev:

---

---

---

---

---

---

---

---

Videti in razločiti

Minimalna svetlost:



---

---

---

---

---

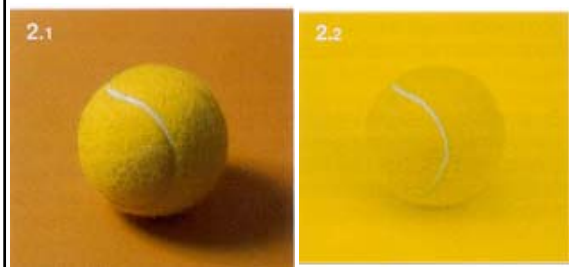
---

---

---

Videti in razločiti

Minimalen kontrast:



---

---

---

---

---

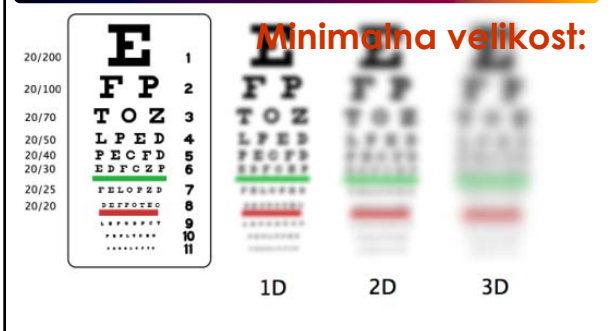
---

---

---

Videti in razločiti

Minimalna velikost:



---

---

---

---

---

---

---

---

## Videti in razločiti

Minimalen čas opazovanja:



---

---

---

---

---

---

---

---

## Osnovna naloga razsvetljave

Osnovna naloga razsvetljave je ustvariti dobre vidne pogoje z upoštevanjem znanja o fiziologiji in optičnih lastnostih naših oči. Torej z ustvarjanjem ustrezne:

- svetlosti (osvetljenosti) in
- ustrezne enakomernosti (svetlosti ali osvetljenosti) znotraj vidnega polja.

---

---

---

---

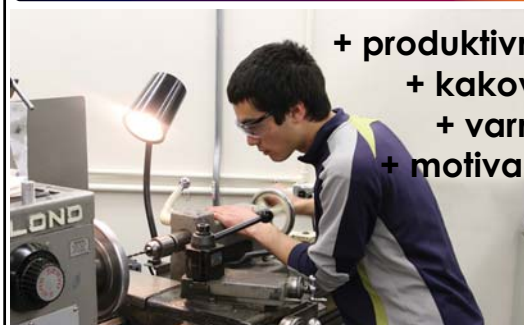
---

---

---

---

## Svetloba izboljša produktivnost



+ produktivnost  
+ kakovost  
+ varnost  
+ motivacija

---

---

---

---

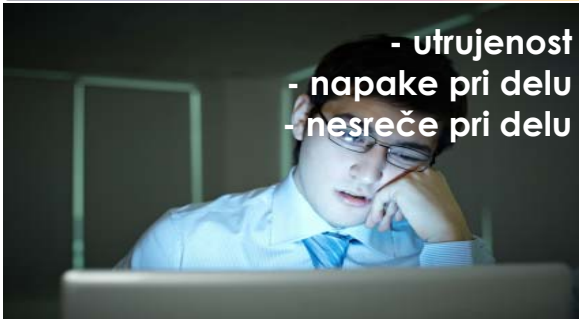
---

---

---

---

## Svetloba izboljša produktivnost



- utrujenost
- napake pri delu
- nesreče pri delu

---

---

---

---

---

---

---

---

## Svetloba izboljša produktivnost

Dobra razsvetljava je rentabilna investicija.

Sodobna razsvetljava prinese:

- zmanjšanje stroškov zaradi manj napak in poškodb;
- povečanje produktivnosti zaradi boljše motivacije;
- povečanje kvalitete zaradi boljše koncentracije pri delu.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lastnosti dobre razsvetljave

Tako kot se razlikujejo aktivnosti, ki jih izvajamo v različnih prostorih, tako se razlikujejo tudi zahteve za razsvetlavo teh prostorov, ki jih določa vidna naloga. Te zahteve določajo kakovostne kriterije, ki jih mora razsvetljava izpolniti:

- vidna sposobnost
- vidno udobje
- vidno okolje

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lastnosti dobre razsvetljave



### Vidna sposobnost

Izvajanje vidnih nalog

Kako točno in kako hitro lahko izvajamo potrebne vidne naloge.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lastnosti dobre razsvetljave



### Vidno udobje

Dobro počutje

Gledati (delati) v udobnih, prijetnih pogojih brez naprezanja, stresa in utrujenosti.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lastnosti dobre razsvetljave



### Vidno okolje

Pozitivno občutki, dobra volja, sproščenost

Občutiti vidno okolje pozitivno in sproščujoče.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lastnosti dobre razsvetljave



- Vidna sposobnost
- Vidno udobje
- Vidno okolje

Glede na dejavnost, prostor, okolje ... moramo razsvetljavo bolj ali manj "prilagoditi" določenim zahtevam.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lastnosti dobre razsvetljave



- Vidna sposobnost
  - Nivo osvetljenosti (svetlosti)
  - Omejevanje bleščanja
- Vidno udobje
  - Harmonična porazdelitev svetlosti
  - Barva in reprodukcija barve
- Vizualni ambient
  - Barva svetlobe
  - Smer svetlobe
  - Modeliranje (sence)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Svetlost in osvetljenost



Svetlobni vtis okolja je odvisen od svetlosti, ta pa od osvetljenosti in odsevnosti ( $\rho$ ) površin. Osvetljenost zato vpliva na vidno sposobnost.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo svetlosti



**Odsevnosti:**  
bela stena < 85%  
opaž iz svetlega  
lesa < 50%  
rdeča opeka < 25%  
saje < 1%

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti

Zahtevnost vidne naloge je odvisna tudi od kontrasta oziroma odsevnosti npr. teksta in podlage.

Zahtevnost vidne naloge je odvisna tudi od kontrasta oziroma odsevnosti npr. teksta in podlage.

Zahtevnost vidne naloge je odvisna tudi od kontrasta oziroma odsevnosti npr. teksta in podlage.

**Večja zahtevnost vidne naloge zahteva večjo osvetljenost.**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti



**Razsvetljavo torej načrtujemo na potrebno osvetljenost na posameznih delovnih mestih.**

---

---

---

---

---

---

---

---



## Nivo osvetljenosti



EN 12664-1:2013(B)

Table 5.18 — Industrial activities and crafts — Metal working and processing

Ref. no.	Type of area, task or activity	$E_{av}$	$LGR$	$L_{10}$	$P_{10}$	Specific requirements
5.18.1	Open die forging	200	25	0,60	80	
5.18.2	Drop forging	300	25	0,60	80	
5.18.3	Welding	300	25	0,60	80	
5.18.4	Rough and average machining; tolerances $\geq 0,1$ mm	300	22	0,60	80	
5.18.5	Precision machining; tolerances $\leq 0,1$ mm	300	19	0,70	80	
5.18.6	Stamping; injection	700	19	0,70	80	
5.18.7	Wire and pipe drawing; max. wall thickness 2,0 mm	300	25	0,60	80	
5.18.8	Plate machining; thickness $\leq 5$ mm	200	25	0,60	80	
5.18.9	Sheet metalwork; thickness $\leq 1$ mm	300	22	0,60	80	
5.18.10	Tool making; cutting; re-sharpening; metalworking	700	19	0,70	80	
5.18.11	Assembly					
	— rough	200	25	0,60	80	
	— medium	300	25	0,60	80	
	— fine	400	25	0,70	80	
5.18.12	Disassembly	300	25	0,60	80	
5.18.13	Surface preparation and painting	700	25	0,70	80	
5.18.14	Tool sharpening and grinding; precision metalworking; metal finishing	1.000	19	0,70	80	

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti

Standard podaja **vzdrževano osvetljenost**.  
Vrednost osvetljenosti, pod katero dejanska vrednost nikoli ne sme pasti.

Table 5.18 — Industrial activities and crafts — Metal working and processing

Ref. no.	Type of area, task or activity	$E_{av}$	$LGR$	$L_{10}$	$P_{10}$	Specific requirements
		lx	—	—	—	
5.18.1	Open die forging	200	25	0,60	80	
5.18.2	Drop forging	300	25	0,60	80	
5.18.3	Welding	300	25	0,60	80	
5.18.4	Rough and average machining; tolerances $\geq 0,1$ mm	300	22	0,60	80	

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti




---

---

---

---

---

---

---

---

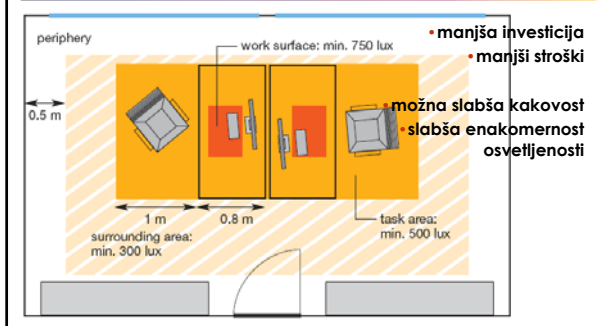
---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti



---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti

Če položaj delovnih mest ni poznan, potem poskušamo celotno področje, kjer bi lahko bila, osvetliti tako kot bi osvetlili eno področje dela.



---

---

---

---

---

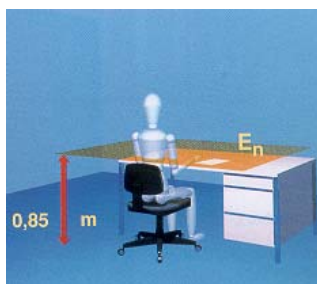
---

---

---

## Nivo osvetljenosti

Višina za izračun če ne poznamo delovnih mest:  
**85 cm**  
oziroma  
**75 cm**  
če gre za sedeče delo.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti

### Nekaj okvirnih vrednosti:

- |  |             |
|--|-------------|
| • 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 |

---

---

---

---

---

---

---

---

## Nivo osvetljenosti

### Predpisane vrednosti za posamezne prostore (primeri):

- |   |                |
|---|----------------|
| • koncertne dvorane:                    | 100 lx         |
| • knjižnice                             | 200 lx         |
| • čitalnice                             | 500 lx         |
| • pisarne (splošno)                     | 500 lx         |
| • stopnišča in hodniki                  | 150 lx, 100 lx |
| • učilnice in predavalnice              | 500 lx         |
| • risalnice                             | 750 lx         |
| • laboratoriji                          | 500 lx         |
| • operacijske dvorane (mesto operacije) | nad 10000 lx   |

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enakomernost osvetljenosti

V standardu podane vrednosti so vedno **povprečne vrednosti**.

Da bi se izognili prevelikim razlikam v osvetljenosti znotraj vodnega polja je predpisana tudi **enakomernost osvetljenosti**.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enakomernost osvetljenosti

$$U = \frac{E_m}{E_{av}}$$

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enakomernost osvetljenosti

Table 5.18 — Industrial activities and crafts – Metal working and processing

Ref. no.	Type of area, task or activity	$E_m$ lx	$UGR_L$ –	$U_0$ –	$R_a$ –	Specific requirements
5.18.1	Open die forging	200	25	0,60	80	
5.18.2	Drop forging	300	25	0,60	80	
5.18.3	Welding	300	25	0,60	80	
5.18.4	Rough and average machining: tolerances $\pm 0,1$ mm	300	22	0,60	80	

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enakomernost osvetljenosti

Upoštevamo tudi enakomernost osvetljenosti med posameznimi prostori:



1:5.

---

---

---

---

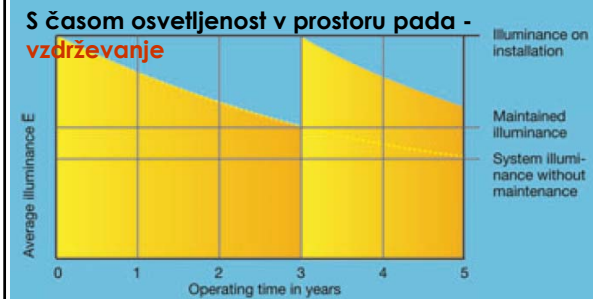
---

---

---

---

## Časovna enakomernost



---

---

---

---

---

---

---

---

## Faktor vzdrževanja

Časovno padanje osvetljenosti pri projektiranju upoštevamo s faktorjem vzdrževanja:  
vzdrževana E =  
=faktor vzdrževanja x E na začetku.

Običajno 0,8 ali 0,66 (včasih celo 0,5).



---

---

---

---

---

---

---

---

## Posebne zahteve

V določenih primerih je potrebna večja osvetljenost delovne površine, kot je priporočena:

- na delovnem mestu so prisotni nenormalno nizki kontrasti,
  - težje vidne naloge,
  - nujno zmanjšanje števila napak pri delu,
- točnost in produktivnost dela sta zelo pomembna,
  - vidna sposobnost delavcev je pod povprečjem.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Posebne zahteve

### Višja osvetljenost olajša izvrševanje težjih vidnih nalog:

Večji kontrast omogoča lažje branje – vidna naloga je lažja. Večji kontrasti so dobro vidni tudi pri nižjih osvetljenostih.

Ce je kontrast manjši je branje bolj naporno – vidna naloga je težja. Pri manjših kontrastih močno pomaga večja osvetljenost.

Črno na belem: 95% učinkovitost branja pri 250 lx

Črno na sivem: 95% učinkovitost branja pri 1000 lx

---

---

---

---

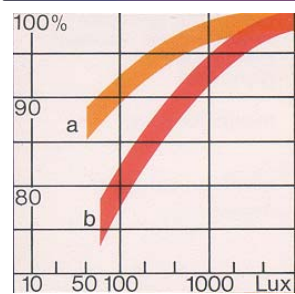
---

---

---

---

## Posebne zahteve



Relativna sposobnost vida narašča s povečano osvetljenostjo:  
a ... črno na belem  
b ... črno na sivem

---

---

---

---

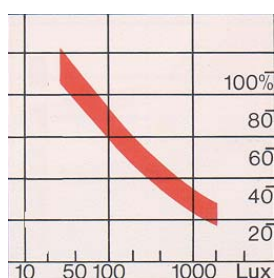
---

---

---

---

## Posebne zahteve



Utrujenost delavcev pada s povečano osvetljenostjo.

---

---

---

---

---

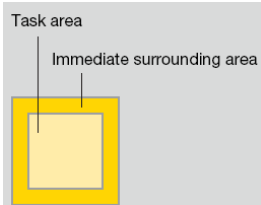
---

---

---

## Neposredna okolica

Osvetljenost neposredne okolice delovne naloge mora biti usklajena z osvetljenostjo delovne naloge, tako da zagotavlja ustrezno porazdelitev svetlosti.



Pod neposredno okolico delovne naloge (površine) se šteje tisti del, ki ga ima delavec med opravljanjem dela v svojem vidnem polju oziroma vsaj 0,5 m pas okoli delovne površine.

---

---

---

---

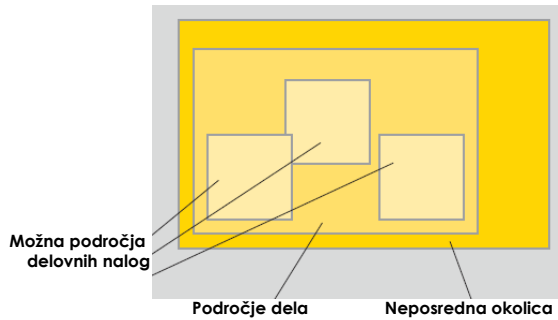
---

---

---

---

## Neposredna okolica



---

---

---

---

---

---

---

---

## Neposredna okolica

Osvetljenost površine neposredne okolice mora ustrezati osvetljenosti delovnega področja (SIST EN 12 464-1):

Osvetljenost delovnega področja (lx)	Osvetljenost neposredne okolice (lx)
>750	500
500	300
300	200
200	150
<200	Edn

---

---

---

---

---

---

---

---

## Ozadje

**Ozadje** – površina v vidnem polju, ki obkroža površino neposredne okolice (vsaj 3 m širok pas tik ob površini neposredne okolice in omejen s prostorom)

Zahtevana vzdrževana osvetljenost:

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enakomernost neposredne okolice

Zahtevana enakomernost osvetljenost pri umetni razsvetljavi ali razsvetljavi s svetlobniki:

- neposredna okolica  $U_o \geq 0,40$ ;
- ozadje  $U_o \geq 0,10$ .

Pri razsvetljavi z naravno svetlobo (okna): na večjih območjih, delokrogih in površinah ozadja dnevna svetloba hitro upada z oddaljenostjo od oken. Dodatne prednosti uporabe dnevne svetlobe lahko nadomestijo pomanjkanje enakomernosti.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Omejevanje bleščanja



Bleščanje povzroča neugodje (**psihološko bleščanje**) lahko pa tudi zmanjša vidne sposobnosti (**fiziološko bleščanje**); torej ga je potrebno omejiti.

---

---

---

---

---

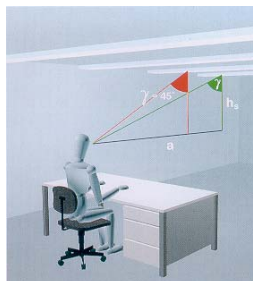
---

---

---



## Direktno bleščanje



Direktno bleščanje povzroča vir svetlobe v vidnem polju. Kritično koti so pod 45°.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direktno bleščanje

Na direktno bleščanje vpliva:

- razporeditev delovnih mest,
- osvetljenost v prostoru,
- lastnosti svetilk,
- razporeditev svetilk.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direktno bleščanje

V standardu SIST EN 12 464-1 je bleščanje opredeljeno s faktorjem bleščanja (UGR – Unified Glare Rating):

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

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direktno bleščanje

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

$L_b$  ... svetlost ozadja v  $\text{cd}/\text{m}^2$ ,  
izračunana iz izraza  $E_{ind}/\pi$ , kjer je  $E_{ind}$   
vertikalna indirektna osvetljenost pri  
opazovalčevem očesu.

$L$  ... svetlost svetleče površine vsake

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direktno bleščanje

Table 5.18 — Industrial activities and crafts – Metal working and processing

Ref. no.	Type of area, task or activity	$E_{lx}$	UGR	$U_0$	$R_a$	Specific requirements
5.18.1	Open die forging	200	25	0,60	80	
5.18.2	Drop forging	300	25	0,60	80	
5.18.3	Welding	300	25	0,60	80	
5.18.4	Rough and average machining; tolerances $\geq 0,1$ mm	300	22	0,60	80	

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direktno bleščanje



Bleščanje lahko  
povzroča tudi  
dnevna svetloba.  
Okna (svetlobniki)  
morajo biti  
opremljeni s  
senčili.

---

---

---

---

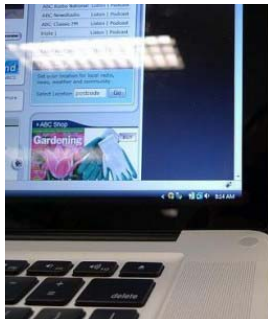
---

---

---

---

## Odsevno bleščanje



**Odsevno bleščanje** –  
odsevi svetilk, oken  
ali svetlih površin  
na gladkih  
("svetlečih")  
odsevnih površinah  
npr. na gladkem  
papirju ali  
računalniškem  
zaslonu.

---

---

---

---

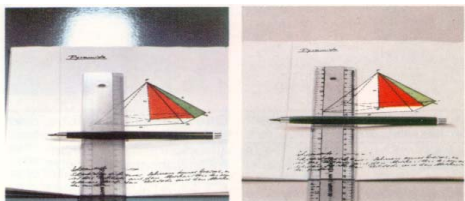
---

---

---

---

## Odsevno bleščanje



Refleksno bleščanje lahko zmanjšamo z  
uporabo mat ("nesvetlečih") površin.

---

---

---

---

---

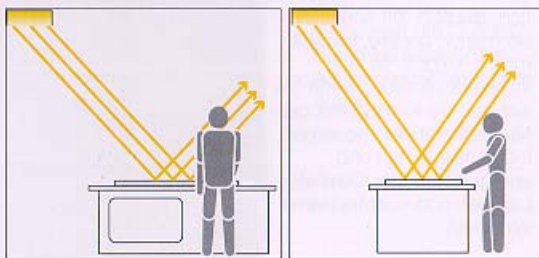
---

---

---

## Odsevno bleščanje

Ali s pravilno postavitvijo svetilk.



---

---

---

---

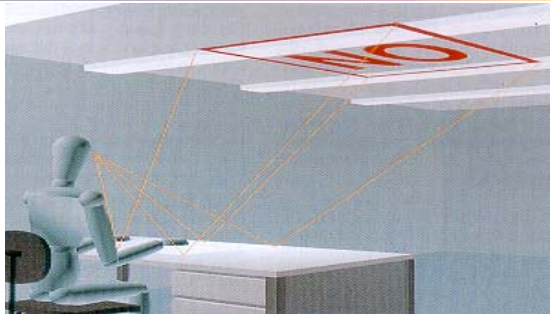
---

---

---

---

## Odsevno bleščanje



---

---

---

---

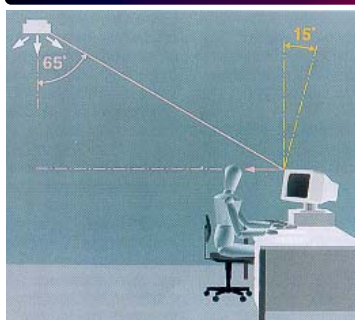
---

---

---

---

## Odsevno bleščanje



Srednja svetlost  
svetilke ne sme  
presegati  
**200 cd/m<sup>2</sup>**  
do **1,000 cd/m<sup>2</sup>**  
nad  
kritičnim kotom  
**65°.**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Harmonična porazdelitev svetlosti

Velike razlike v svetlosti površin v vidnem polju zmanjšujejo vidne sposobnosti in povzročajo neugodje.  
**Svetlost neposredne okolice naj bi bila približno 1/3 svetlosti delovne naloge.**  
Enako velja za razmerje med svetlostjo okolice in svetlostjo ozadja.

---

---

---

---

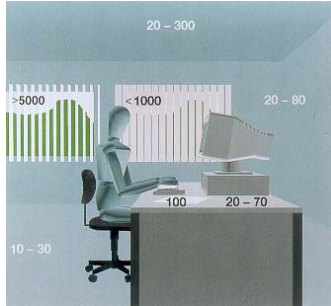
---

---

---

---

## Harmonična porazdelitev svetlosti



Delovna naloga:  
neposredna okolica  
=3/1  
Neposredna okolica:  
ozadje  
=3/1  
Delovna naloga:  
ozadje  
=10/1

---

---

---

---

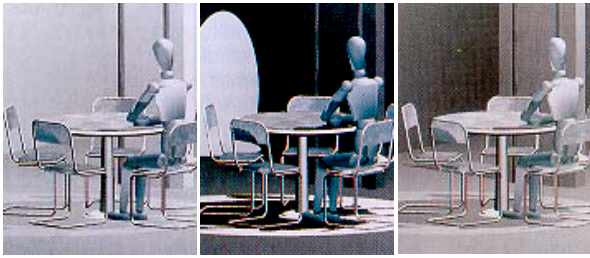
---

---

---

---

## Harmonična porazdelitev svetlosti



---

---

---

---

---

---

---

---

## Harmonična porazdelitev svetlosti

kako doseči harmonično porazdelitev svetlosti:

- splošna ali lokalna razsvetljava;
- uporaba direktno indirektnih svetilk;
- ustrezno razmerje med minimalno in srednjo osvetljenostjo  $E_{min}/E_{avg}$  okoli 1/1,5;
- zadostne odsevnosti stropa, sten in ral (strop > 70%, stene > 50%, tla > 20%).

---

---

---

---

---

---

---

---

## Harmonična porazdelitev svetlosti



(cd/m<sup>2</sup>)

---

---

---

---

---

---

---

---

## Barva svetlobe

V razsvetljavi uporabljamo belo svetlobo, ki pa je lahko bolj rumenkasta ali bolj modrikasta!

Barva svetlobe se običajno podaja s pomočjo barvne temperature v kelvinih (K).

---

---

---

---

---

---

---

---

## Barva svetlobe



Barvna temperatura se nanaša na barvo svetlobe, ki jo oddaja črno telo, segreto na to temperaturo.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Barva svetlobe



### Karakteristične barvne temperature umetnih svetlobnih virov:

- navadna žarnica: 2700K
- halogenska žarnica: 3000K
- toplo bela fluorescenčna sijalka: 3000K
- nevtravno bela fluorescenčna s.: 4000K
- dnevno bela fluorescenčna s.: 6000K

---

---

---

---

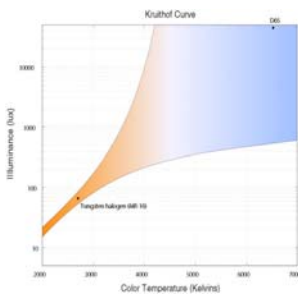
---

---

---

---

## Barva svetlobe



### Raziskava je pokazala:

- v prostorih z nižjo osvetljenostjo (npr. 200 lx) je bolj primerna nižja barvna temperatura (npr. 3000 K).
- v prostorih z višjo osvetljenostjo (npr. 1000 lx) je bolj primerna višja barvna temperatura (npr. 5000 K).

---

---

---

---

---

---

---

---

## Barvni videz

Svetloba in barve vplivajo na naše dojemnaje prostora in posledično na naše počutje. Prostor je lahko bolj "topel" ali "hladen".



Barvni videz predmeta je odvisen tako od njegove barve kot tudi od spektra svetlobe s katero je osvetljen, pa tudi od tega kako opazovalec dojema barve.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Barvni videz

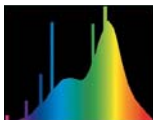
Svetlobni viri z enako barvo svetlobe (belo) in tudi z enako barvno temperaturo svetlobe imajo lahko zelo različen spekter svetlobe.



bela sončna svetloba



bela svetloba navadne žarnice



bela svetloba fluorescenčne sijalke

---

---

---

---

---

---

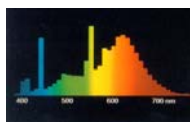
---

---

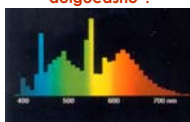
## Barvni videz

Spekter svetlobe vpliva na barvni videz predmeta.

Več rdeče svetlobe v spektru poudari predvsem rdeče predmete.



Prí spektru z malo rdeče svetlobe predeči predmeti izgledajo "dolgočasno".



---

---

---

---

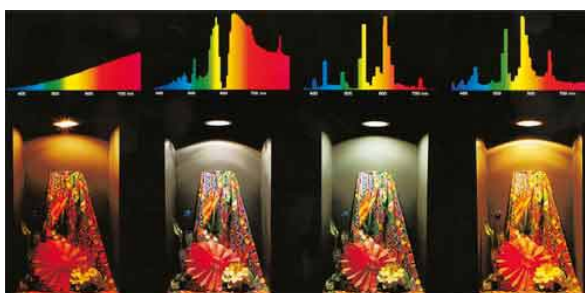
---

---

---

---

## Barvni videz



---

---

---

---

---

---

---

---



## Barvni videz

Standard EN 12464 podaja za vsako delovno mesto (vrsto dela) minimalen potreben Ra.

Table 5.18 — Industrial activities and crafts – Metal working and processing

Ref. no.	Type of area, task or activity	$E_{av}$ lx	$UGR_R$ -	$U_0$ -	$R_a$ -	Specific requirements
5.18.1	Open die forging	200	25	0,60	80	
5.18.2	Drop forging	300	25	0,60	80	
5.18.3	Welding	300	25	0,60	80	
5.18.4	Rough and average machining, tolerances $\geq 0,1$ mm	300	22	0,60	80	

---

---

---

---

---

---

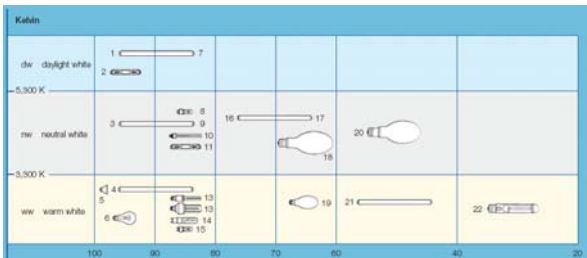
---

---

---

---

## Barvni videz




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Barvni videz

- |  |  |
|--|--|
| 1 fluorescenčna sijalka 965            | 13 kompaktna fluorescenčna sijalka 830 |
| 2 metal halogenidna sijalka 965        | 14 VT Na sijalka (Ra = 80)             |
| 3 fluorescenčna sijalka 940            | 15 metal halogenidna sijalka 830       |
| 4 fluorescenčna sijalka 930            | 16 fluorescenčna sijalka 740           |
| 5 halogenska žarnica                   | 17 fluorescenčna sijalka 640           |
| 6 navadna žarnica                      | 18 metal halogenidna sijalka 640       |
| 7 fluorescenčna sijalka 865            | 19 VT Na sijalka (Ra = 60)             |
| 8 metal halogenidna sijalka 840        | 20 VT Hg sijalka                       |
| 9 fluorescenčna sijalka 840            | 21 fluorescenčna sijalka 530           |
| 10 kompaktna fluorescenčna sijalka 840 | 22 VT Na sijalka (Ra = 20)             |
| 11 metal halogenidna sijalka 840       |  |
| 12 fluorescenčna sijalka 830           |  |

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje



Brez svetlobe ne vidimo predmetov, brez senc jih vidimo samo kot dvodimenzionalne slike. Ustrezna smer svetlobe in sence (modeliranje) omogočijo 3D zaznavo.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje



Svetloba, usmerjena skoraj vzporedno z površino, s pomočjo senc omogoči pravo predstavo o gladkosti površine.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje

Smer svetlobe in sence so odvisni od postavitve svetlobnih virov v prostoru.



Samo en svetlobni vir povzroči zelo temne sence.



Pri več svetlobnih virih so sence svetlejše.



Porazdeljen svetlobni vir (nebo) skoraj ne povzroča senc.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje

V notranji razsvetljavi so zaželene zmerno temne sence z zabrisanimi robovi.

Če senc sploh ni, potem je oteženo 3D zaznavanje.

če imamo tudi dnevno svetlobo, naj bi bila smer umetne svetlobe enaka (podobna) smeri naravne svetlobe.

---

---

---

---

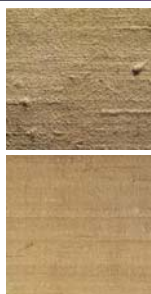
---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje



Pri določenih vrstah dela pa namenoma svetlobo usmerimo tako da (ne)povzroča sence.

---

---

---

---

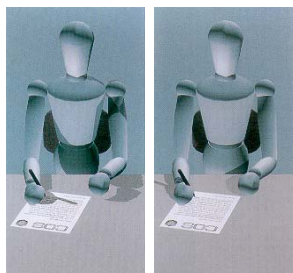
---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje



Sence lahko pri delu tudi motijo zato:

- svetloba z leve za desničarje in
- svetloba z desne za levičarje.

---

---

---

---

---

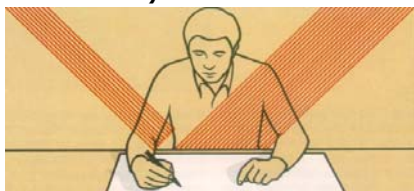
---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje

V prostorih z okni je glavna smer svetlobe določena s položajem oken. Močne sence, ki jih lahko povzroča dnevna svetloba (direktno sonce) lahko omilimo z umetno svetlobo z druge smeri.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje

V prostorih z dnevno svetlobo:

- omogočimo uravnavanje dnevne svetlobe s senčili;
- svetilke namestimo v vrste, ki so vzporedne z okni (enaka smer svetlobe);
- vsaka vrsta ima ločeno stikalo (varčevanje z energijo).



---

---

---

---

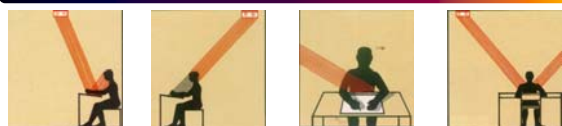
---

---

---

---

## Smer svetlobe in modeliranje



**Narobe:**  
Svetloba od spredaj povzroča odseve in bleščanje.

**Narobe:**  
Svetloba od zadaj povzroča sence in zmanjšuje osvetljenost na področju dela.

**Narobe:**  
Svetloba z desne za desničarje povzroča moteče sence med delom.

**Pravilno:**  
Svetloba z leve ne povzroča odsevov niti motečih senc desničarjem.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kaj je pomembno ...

---

- osvetljenost in enakomernost osvetljenosti;
- bleščanje in njegovo omejevanje;
- harmonično porazdelitev svetlosti;
- barvo svetlobe in indeks barvnega videza;
- smer svetlobe in modeliranje.

---

---

---

---

---

---

---

---

... in na koncu

---

# Vprašanja?

---

---

---

---

---

---

---

---