

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko
Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo

Varno in zdravo delovno okolje

Izvajanje meritev osvetljenosti DM v skladu s standardom *SIST EN 12464 - Razsvetljava na delovnem mestu*

predavatelj
doc. dr. Matej B. Kobav, u.d.i.e.

Zakonodajne osnove

Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Ur. list RS, št. 89/99 in 39/05) določa, da morajo biti delovni prostori praviloma (razen v primeru izjem navedenih v 30. členu) osvetljeni z:

- **naravno svetlobo**, kar dosežemo z ustrezno površino in velikostjo oken (velikost površin za osvetljevanje vsaj **1/8 površine tal**, površina posameznega prozornega okna najmanj 1 m² pri globini prostora do 4 m, oziroma 1,5 m² pri globini nad 4 m, višina in širina okna vsaj 1 m, višina spodnjega roba okna manj kot 1,5 m);
- opremljeni z umetno razsvetljavo, **ki zagotavlja osvetljenost delovnih mest v skladu z veljavnimi slovenskimi standardi** oziroma vsaj 200 lx; v primeru večjih zahtev mora biti delovno mesto opremljeno tudi z dodatno lokalno razsvetljavo;
- opremljeni z **zasilno razsvetljavo**, če bi bila zaradi izpada ogrožena varnost in zdravje delavcev v takšnih prostorih, ki zagotavlja osvetljenost vsaj 1 % predpisane vrednosti oziroma vsaj 1 lx;
- v primeru mešane razsvetljave mora biti ta usklajena z naravno svetlobo (smer vpada, barva svetlobe).

Zakonodajne osnove

Pravilnik o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom (Ur. list RS, št. 30/00 in 73/05) določa, da:

- mora biti naravna in/ali umetna **osvetljenost** prostora **400 ±100 lx**;
- če je le mogoče, **razmerje svetlosti** med zaslonom in okoljem v neposrednem vidnem polju ne sme presegati vrednosti 1:3, v ožjem vidnem polju 1:10 in v širšem vidnem polju 1:20;
- mora biti delovno okolje oblikovano tako, da viri svetlobe **ne povzročajo motečega bleščanja** oziroma zrcaljenja na zaslonu.

Navodila za graditev osnovnih šol v republiki Sloveniji (2007)

- Za vse druge prostore v šoli je važna predvsem celodnevna pravilna osvetljenost.
- Vse prostore je potrebno locirati, dimenzionirati, urediti in opremiti skladno z veljavnimi ustreznimi predpisi.
- Komunikacije morajo biti dobro osvetljene in prezračevane.

- Pravilnik o normativih za graditev in opremo osnovnih šol (Uradni list SRS, št. 21/68, 12/71 in 5/80) NE VELJA VEČ (od leta 1980)!

Zakonodajne osnove

Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Ur. list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10, 47/13, 74/16 in 20/17) določa glede osvetljenosti z:

- Vrtec mora biti načrtovan in zgrajen tako, da je zagotovljena **čim boljša osvetlitev** z upoštevanjem mikroklimatskih pogojev lokacije (13. člen);
- Omogočiti mora senčenje terase, tako da **minimalno zmanjšuje naravno osvetljenost igralnice** (23. člen);
- Prostor za individualno delo z otroki, ki potrebujejo svetovanje ali pomoč, mora biti v bližini igralnic in imeti najmanj 8 m² neto površine. Imeti mora direktno, zadostno in **naravno osvetlitev** ter zračenje (26. člen);
- Vse odprtine za **naravno osvetlitev** morajo imeti vgrajene elemente za preprečitev prekomernega vpliva sončnih žarkov in za zatemnitev (47. člen)
- V sanitarijah in hodnikih je priporočljivo namestiti **senzorje za prižiganje in ugašanje svetilk** (54. člen)

Zakonodajne osnove

Pravilnik o normativih in minimalnih tehničnih pogojih za prostor in opremo vrtca (Ur. list RS, št. 73/00, 75/05, 33/08, 126/08, 47/10, 47/13, 74/16 in 20/17) določa glede osvetljenosti z:

49. člen (osvetlitev)


- **Vsi prostori**, namenjeni vzgojni dejavnosti otrok, ter prostori, v katerih opravljajo svoje delo zaposleni vrtca, **morajo biti osvetljeni z neposredno naravno osvetlitvijo**.
- **Neposredna naravna osvetlitev** je dosežena, če skupna površina obdelanih zidarskih odprtínnamenjenih osvetlitvi, dosega **najmanj 20 odstotkov** neto tlorisne površine prostora.
- Umetna osvetlitev igralnic mora biti enakomerna in razpršena. V posameznih prostorih naj bo naslednja osvetljenost:
 - v igralnicah – 300 lx,
 - **v prostoru za nego – 500 lx,**
 - na delovnih površinah – 350 lx,
 - v drugih prostorih po veljavnem standardu (SIST EN 12464).

Osnovna naloga razsvetljave

Osnovna naloga razsvetljave z umetno svetlobo je zagotoviti ustrezne vidne pogoje:

- **ustrezno svetlost in**
- **ustrezno enakomernost svetlosti.**

Svetloba:
faktor produktivnosti in varnosti



Dobra svetloba prinese večjo produktivnost, kakovost in varnost pri delu ter motivira za večje udejstvovanje pri delu.

Dobra razsvetljava

Prioritete dobre razsvetljave.


Poleg:

- vidne sposobnosti in
- vidnega udobja

je danes prioriteta razsvetljave tudi

- vizualni ambient

Nivo osvetljenosti



Pri načrtovanju razsvetljave izhajamo iz potrebne osvetljenosti posameznih (npr. delovnih) nalog oz. površin.

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 >2000 lx

Nivo osvetljenosti

Predpisane vrednosti za posamezne prostore:

- 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) >10000 lx

Standardi

Prostor, vidna naloga ali dejavnost	E lx	GR _v	U ₀	R _a	Pripombe
Učilnice osnovnih in srednjih šol	300	19	0,6	80	Razsvetljavo naj bo moč regulirati.
Učilnice za večerni pouk in izobraževanje odraslih	500	19	0,6	80	Razsvetljavo naj bo moč regulirati.
Predavalnice	500	19	0,6	80	Razsvetljavo naj bo moč regulirati za različne A/V potrebe
Šolska tabla	500	19	0,7	80	Preprečiti je treba refleksije. Učitelj/predavatelj mora biti osvetljen z ustrezno vertikalno osvetljenostjo
Demonstracijska miza	500	19	0,7	80	V predavalnicah 750 lx.
Delovni prostori na umetniških šolah	750	19	0,7	90	T _{sp} > 5000 K
Prostori za tehnično risanje	750	16	0,7	80	
Prostori za praktična dela in laboratoriji	500	19	0,6	80	
Skupni prostori, hodniki	100	25	0,4	80	
Študentski skupni prostori in dvorane za srečanja	200	22	0,4	80	
Učiteljske zbornice, kabineti	300	19	0,6	80	

SIST EN 12464-1 - Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu – 1. del: Notranji delovni prostori

SIST EN 12464-2 - Svetloba in razsvetljava - Razsvetljava na delovnem mestu – 2. del: Delovna mesta na prostem

Nivo osvetljenosti

Preglednica 5.10: Industrijske in obrtne dejavnosti – Kemična in gumarska industrija ter industrija umetnih snovi

Skl. št.	Vrsta območja, vidne naloge ali dejavnosti	E_{av} (lx)	UGR _{av}	U_0 -	R_p -	Posebne zahteve
5.10.1	Daljinsko upravljane procesne naprave	50	-	0,40	20	Varnostne barve morajo biti razpoznavne.
5.10.2	Procesne naprave z občasnimi ročnimi posegi	150	28	0,40	40	
5.10.3	Delovna mesta pri procesnih napravah s stalno prisotnostjo	300	25	0,60	80	
5.10.4	Precizne merilnice, laboratoriji	500	19	0,60	80	
5.10.5	Izdelovanje zdravil	500	22	0,60	80	
5.10.6	Izdelava avtomobilskih plaščev	500	22	0,60	80	
5.10.7	Kontrola barv	1000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{sp} ≤ 6 500 K
5.10.8	Prirrezovanje, dodelava, kontrolna dela	750	19	0,70	80	

Standard SIST EN 12464-1 podaja potrebne osvetljenosti delovnih mest za različne vrste del oziroma nalog v notranjih prostorih.

Nivo osvetljenosti

V standardu je navedena **vzdrževana osvetljenost** - torej vrednost, pod katero osvetljenost na delovni nalogi (površini) v nobenem primeru ne sme pasti.

Serijska osvetljenosti: 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 2000, 3000, 5000.

Preglednica 5.10: Industrijske in obrtne dejavnosti – Kemična in gumarska industrija ter industrija umetnih snovi

Skl. št.	Vrsta območja, vidne naloge ali dejavnosti	E_{av} (lx)	UGR _{av}	U_0 -	R_p -	Posebne zahteve
5.10.1	Daljinsko upravljane procesne naprave	50	-	0,40	20	Varnostne barve morajo biti razpoznavne.
5.10.2	Procesne naprave z občasnimi ročnimi posegi	150	28	0,40	40	
5.10.3	Delovna mesta pri procesnih napravah s stalno prisotnostjo	300	25	0,60	80	
5.10.4	Precizne merilnice, laboratoriji	500	19	0,60	80	
5.10.5	Izdelovanje zdravil	500	22	0,60	80	
5.10.6	Izdelava avtomobilskih plaščev	500	22	0,60	80	
5.10.7	Kontrola barv	1000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{sp} ≤ 6 500 K

Nivo osvetljenosti



Pri tem se podatek o osvetljenosti nanaša na osvetljenost **na konkretni delovni nalogi** (delovni površini, delovnem mestu).

Enakomernost osvetljenosti

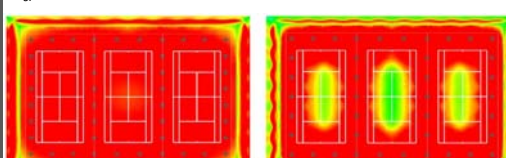
Podane vrednosti osvetljenosti so **vedno** povprečne vrednosti in sicer **prostorske povprečne vrednosti**, ker je osvetljenost na različnih delih delovnega mesta različna. Da v prostoru ne pride do prevelikih razlik med svetlimi in temnimi deli je v standardu definirana tudi **enakomernost osvetljenosti**.

Enakomernost osvetljenosti

Prostorska enakomernost osvetljenosti se podaja kot:

$$U_0 = \frac{E_m}{E_{sr}}$$

pri čemer je:
 E_m ... najmanjša izmerjena osvetljenost v prostoru
 E_{sr} ... povprečna vrednost osvetljenosti (vseh meritev)



Enakomernost osvetljenosti

Zahtevana **enakomernost osvetljenosti** za delovne naloge (površine) je podana v standardu (vsaj 0,4):

Preglednica 5.10: Industrijske in obrtne dejavnosti – Kemična in gumarska industrija ter industrija umetnih snovi

Skl. št.	Vrsta območja, vidne naloge ali dejavnosti	E_{av} (lx)	UGR _{av}	U_0 -	R_p -	Posebne zahteve
5.10.1	Daljinsko upravljane procesne naprave	50	-	0,40	20	Varnostne barve morajo biti razpoznavne.
5.10.2	Procesne naprave z občasnimi ročnimi posegi	150	28	0,40	40	
5.10.3	Delovna mesta pri procesnih napravah s stalno prisotnostjo	300	25	0,60	80	
5.10.4	Precizne merilnice, laboratoriji	500	19	0,60	80	
5.10.5	Izdelovanje zdravil	500	22	0,60	80	
5.10.6	Izdelava avtomobilskih plaščev	500	22	0,60	80	
5.10.7	Kontrola barv	1000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{sp} ≤ 6 500 K

Časovna enakomernost osvetljenosti

Osvetljenost prostora s časom pada: **staranje in odpoved svetlobnih virov, prah, zmanjšanje odsevnosti površin ...**

Faktor vzdrževanja

Razsvetljavno napravo običajno načrtujemo tako, da je osvetljenost v **začetku približno 25% večja** od potrebne ($E_{sr}=1,25 \cdot E_n$).

Ko povprečna vrednost osvetljenost pade pod minimalno dopustno vrednost (definirano v standardu), je razsvetljavno napravo potrebno obnoviti.

Osvetljenost neposredne okolice

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

Nivo osvetljenosti - osvetljenost neposredne okolice

Ustrezno razmerje med osvetljenostjo delovne naloge in neposredne okolice je:

Osvetljenost delovne naloge (lx)	Osvetljenost neposredne okolice (lx)
>750	500
500	300
300	200
200	150
150	Edn
100	Edn
<50	Edn

Osvetljenost neposredne okolice

Zahtevana **enakomernost osvetljenosti** za neposredno okolico delovne naloge (površine) je:

$$U_0 = 0,4$$

in za širšo okolico (ozadje) je:

$$U_0 = 0,1$$

Omejevanje bleščanja

Bleščanje slepi (fiziološko bleščanje) in povzroča utrujenost (psihološko bleščanje).

Omejevanje bleščanja



Bleščanje povzročajo svetle (svetleče) površine v vidnem polju. Najbolj neugodne so v področju od 45° naprej.



Omejevanje bleščanja

Standard **SIST EN 12464-1** podaja za vsako vrsto dela dovoljeno stopnjo bleščanja, ki je definirana s pomočjo indeksa bleščanja UGR (Unified Glare Rating):

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

Omejevanje bleščanja

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

L_b ... svetlost ozadja v cd/m^2 , izračunana iz izraza E_{ind}/π , kjer je E_{ind} vertikalna indirektna osvetljenost pri opazovalčevem očesu.
 L ... svetlost svetleče površine vsake svetilke v smeri opazovalčevega očesa podana v cd/m^2 .
 ω ... prostorski kot (v steradianih) svetlečega dela vsake svetilke glede na opazovalčevo oko.
 p ... Guth-ov indeks glede na položaj vsake od svetilk (odmik svetilke od linije pogleda)

Omejevanje bleščanja

Serijska UGR je: 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28.

Standard podaja tudi minimalne kote zaslanjanja svetlobnega vira v svetilki v odvisnosti od svetlosti svetilke.

Preglednica 5.10: Industrijske in obrtne dejavnosti – Kemična in gumarska industrija ter industrija umetnih snovi

Šk. št.	Vrsta območja, vidne naloge ali dejavnosti	E_{v} (lx)	UGR _{req}	U_o	R_o	Posebne zahteve
5.10.1	Daljinsko upravljane procesne naprave	50	–	0,40	20	Varnostne barve morajo biti razpoznavne.
5.10.2	Procesne naprave z občasnimi ročnimi posegi	150	28	0,40	40	
5.10.3	Delovna mesta pri procesnih napravah s stalno prisotnostjo	300	25	0,60	80	
5.10.4	Precizne merilnice, laboratoriji	500	19	0,60	80	
5.10.5	Izdelovanje zdravil	500	22	0,60	80	
5.10.6	Izdelava avtomobilskih plaščev	500	22	0,60	80	
5.10.7	Kontrola barv	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{amb} ≤ 6 500 K

Omejevanje bleščanja



Bleščanje lahko povzročajo tudi okna oziroma svetlobniki, če se nahajajo v vidnem polju. V takem primeru je potrebno predvideti ustrezna senčila.

Omejevanje bleščanja - odsev



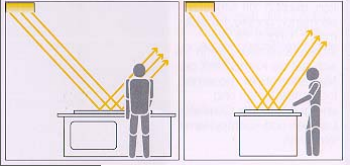
Bleščijo lahko tudi odsevi: svetila oziroma svetle površine odsevajo od gladkih površin na delovnem mestu



Omejevanje bleščanja - odsev

Odseve lahko zmanjšamo z ustrezno smerjo svetlobe. Pri vpadu svetlobe od strani, svetloba tudi odseva v stran, pri vpadu od spredaj pa blešči.

Odsevno bleščanje v standardu ni številsko opredeljeno.



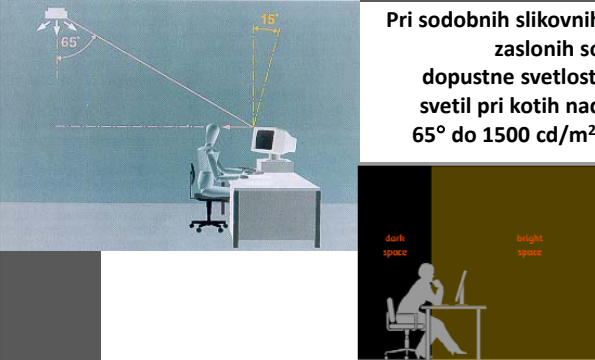
Omejevanje bleščanja - odsev

Svetle površine oziroma svetila lahko odsevajo tudi v slikovnih zaslonih, kar je še posebej moteče. Omenjeno v Pravidniku o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom.



Omejevanje bleščanja - odsev

Pri sodobnih slikovnih zaslonih so dopustne svetlosti svetil pri kotih nad 65° do 1500 cd/m².




Harmonična porazdelitev svetlosti

Velike razlike v svetlosti predmetov v vidnem polju zmanjšujejo vidne sposobnosti, zato niso dopustne.

Svetlost mize ne sme biti manjša od 1/3 svetlosti dokumenta, ki ga prebiramo. Podobno velja tudi za svetlost okolice proti svetlosti mize. (V standardu je definirana osvetljenost).

E > 50 lx z $U_0 \geq 0,10$ na stenah,
> 30 lx z $U_0 \geq 0,10$ na stropu.

Tu gre za okolico, ki je vsaj 3 m širša od neposredne okolice delovne naloge.




Harmonična porazdelitev svetlosti

Tudi razlike med svetlostjo vidne naloge in oddaljenimi ploskvami ne smejo biti prevelike (10:1 oziroma celo samo 5:1)




Harmonična porazdelitev svetlosti

Premajhne razlike v svetlosti tudi niso priporočljive, ker v tem primeru prostor deluje dolgočasno.



Univerza Ljubljana

Harmonična porazdelitev svetlosti



Prevelike razlike v svetlosti pa delujejo preveč trdo in dramatično. Zaradi tega se v takem prostoru težko sprostimo in smo hitreje utrujeni.

Univerza Ljubljana

Harmonična porazdelitev svetlosti



Pri pravilni porazdelitvi svetlosti prostor ne deluje monotono in tudi ne utruja.

Univerza Ljubljana

Harmonična porazdelitev svetlosti



Primer svetlosti v delovnem okolju

(v cd/m²)

Univerza Ljubljana

Barva svetlobe


Pomembna je tudi **barva svetlobe**. Čeprav je svetloba bela, ločimo:

- **toplo belo svetlobo** (<3300 K);
- **nevtralnno belo svetlobo** (3300 K – 5300 K);
- **hladno belo svetlobo** (> 5300 K).

Barvo svetlobe največkrat podajamo s pomočjo barvne temperature (v kelvinih).

Univerza Ljubljana

Barva svetlobe



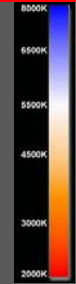
Če (kovinski) predmet segrevamo, začne oddajati energijo v obliki vidne svetlobe. Najprej je temno rdeč, nato njegova barva prehaja preko oranžne in rumene v belo in na koncu v modro.

Torej lahko določene barve opišemo s temperaturo, ki jo ima predmet, ko žari v določeni barvi.

1433 K
1800 K
2348 K
3535 K
3290 K

Univerza Ljubljana

Barva svetlobe



Karakteristične barve svetlobe električnih virov:

- navadna žarnica: 2700K
- halogenska žarnica: 3000K
- fluo - ww (toplo bela): 3000K
- fluo - nw (nevtralnno bela): 4000K
- fluo - cw (dnevno bela): 6500K
- LED – WW-3000 K
- LED – NW-4000 K
- LED – CW-6000 K

ksenonska sijalke za bliskavice
"blue bulb" bliskavice
fluorescentne cevi "Neutral white"
fotografski reflektorji
navadne žarnice: 150-200W 40-60W 25 W
svetla

Barva svetlobe

Glede na obnašanje naravne svetlobe, na katero smo najbolj prilagojeni, je ustrezna barva svetlobe:

- svetloba nižje barvne temperature (3000 K) za prostore, kjer so osvetljenosti nižje in
- svetloba višje barvne temperature (5000 K) za prostore, kjer so osvetljenosti višje.

Barva svetlobe

Standard **SIST EN 12464-1** podaja v določenih primerih tudi podobno barvno temperaturo svetlobe

Preglednica 5.10: Industrijske in obrtne dejavnosti – Kemična in gumarska industrija ter industrija umetnih snovi

Sk. št.	Vrsta območja, vidne naloge ali dejavnosti	E_{av} (lx)	UGR _{av}	U_0	R_a	Posebne zahteve
5.10.1	Daljinsko upravljane procesne naprave	50	–	0,40	20	Varnostne barve morajo biti razpoznavne.
5.10.2	Procesne naprave z občasnimi ročnimi posegi	150	28	0,40	40	
5.10.3	Delovna mesta pri procesnih napravah s stalno prisotnostjo	300	25	0,60	80	
5.10.4	Precizne merilnice, laboratoriji	500	19	0,60	80	
5.10.5	Izdelovanje zdravil	500	22	0,60	80	
5.10.6	Izdelava avtomobilskih plaščev	500	22	0,60	80	
5.10.7	Kontrola barv	1000	16	0,70	90	$4000\text{ K} \leq T_{cp} \leq 6500\text{ K}$

Barva svetlobe

Indeks barvnega videza

Svetlobni viri z enako barvo svetlobe imajo lahko različno spektralno vsebino in s tem indeks barvnega videza. Na podlagi barve svetlobe ni mogoče oceniti slednjega.

Indeks barvnega videza

Spektralna vsebina svetlobe določa barvni videz predmetov.

Vir z več rdeče svetlobe poudari rdečo barvo predmetov. Pri viru z manj rdeče svetlobe so rdeče barve predmetov bolj medle.

Indeks barvnega videza


Indeks barvnega videza

Standard **SIST EN 12464-1** podaja za vsako vrsto dela tudi potreben indeks barvnega videza R_a oziroma CRI (colour rendering index).

Preglednica 5.10: Industrijske in obrtne dejavnosti – Kemična in gumarska industrija ter industrija umetnih snovi


Sk. št.	Vrsta območja, vidne naloge ali dejavnosti	E_{vz} (lx)	UGR _{min}	U_0	R_a	Posebne zahteve
5.10.1	Daljnjsko upravljane procesne naprave	50	–	0,40	20	Varnostne barve morajo biti razpoznavne.
5.10.2	Procesne naprave z občasnimi ročnimi posegi	150	28	0,40	40	
5.10.3	Delovna mesta pri procesnih napravah s stalno prisotnostjo	300	25	0,60	80	
5.10.4	Precizne merilnice, laboratoriji	500	19	0,60	80	
5.10.5	Izdelovanje zdravih	500	22	0,60	80	
5.10.6	Izdelava avtomobilskih plaščev	500	22	0,60	80	
5.10.7	Kontrola barv	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _c ≤ 6 500 K

Smer svetlobe in senčnost



Smer svetlobe pogojuje sence na opazovanem predmetu, te pa omogočajo lažje zaznavanje predmeta.

Smer svetlobe in senčnost



Direktno usmerjena svetloba, skoraj vzporedna z opazovano ploskvijo pokaže vse neravnine na njej.

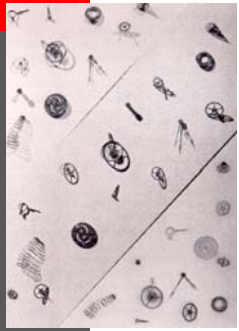
Pri difuzni svetlobi, ki je pravokotna na opazovano površino, neravnine precej težje (če sploh) opazimo.

Smer svetlobe in senčnost



Lahko pa sence tudi motijo pri delu, če je svetloba tako usmerjena, da se sence nahajajo v področju dela.

Smer svetlobe in senčnost



Temne sence popačijo dojemanje predmeta. Če senc ni, predmet ne moremo dojemati plastično.

Sence so torej potrebne, vendar pa ne smejo biti preostre in pretemne.


Smer svetlobe in senčnost



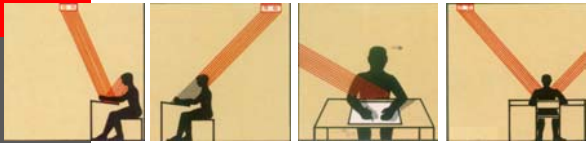
Smer svetlobe in senčnost

V delovnih prostorih delovna mesta običajno postavljamo tako, da je smer dnevne svetlobe ustrezna (prihaja od levo - zgoraj). V takih primerih je potrebno umetno razsvetljavo tudi prilagoditi tej razporeditvi.

Uporabimo linijske svetilke, razporejene paralelno z okni, ki omogočajo, da lahko preostre sence zaradi močne dnevne svetlobe omilimo.



Smer svetlobe



Narobe: Svetloba od spredaj se odbija od delovne površine naravnost v oči in blešči.


Narobe: Pri svetlobi od zadaj telo meče senco na delovno površino in tako zmanjšuje osvetljenost.

Narobe: Pri svetlobi z desne si pri pisanju z desno roko delamo senco, ki moti.

Pravilno: Svetloba z leve strani se odbije od delovne površine mimo oči pa tudi sence ni.

Modeliranje

Modeliranje ovrednotimo z razmerjem cilindrične in horizontalne osvetljenosti



E_{cyl}/E_{hor} [0,3..0,6]


Modeliranje

Presoja je potrebna na vseh višinah



Meritve razsvetljave

Namen meritev: ugotoviti ali razsvetljava ustreza zahtevam dejavnosti, ki se na določenem mestu (v določenem prostoru) opravlja.



Meritve razsvetljave

Kaj merimo?

- povprečno vrednost osvetljenosti $E_{DM,u}$ (lx);
- CCT;
- Ra;
- modeliranje;

Delovno mesto s slikovnim zaslonom:

- svetlost slikovnega zaslona L_{SZ} (cd/m²),
- svetlost okolja v neposrednem VP L_{NVVP} (cd/m²),
- svetlost okolja v ožjem VP L_{OVVP} (cd/m²),
- svetlost okolja v širšem VP L_{SVVP} (cd/m²).

Zasilna razsvetljava:

- povprečno vrednost osvetljenosti delovnega mesta z zasilno razsvetljavo E_{zas} (lx).

Meritve razsvetljave

Kdaj merimo:
Merimo lahko razmere pri razsvetljavi z dnevno svetlobo, umetni razsvetljavi ali pri kombinaciji obeh.
Če merimo samo umetno razsvetljavo, je meritve najboljše izvajati ponoči. Če je kljub temu prisotna vsiljena svetloba (npr. cestnih svetilk, sosednjih prostorov ..) izvedemo dve meritvi (umetna+vsiljena, samo vsiljena) in rezultate odštejemo.

Meritve razsvetljave

Kako merimo:
Pomembno je, da meritve izvajamo tako, da je na delovnem mestu prisoten delavec v normalnem delovnem položaju. Tako lahko ocenimo tudi primernost postavitve svetilk glede na položaj delavca in morebitne moteče sence. (Pazimo pa, da merilec ne povzroča senc).



Meritve osvetljenosti

Merilna oprema:
meritve izvajamo z merilnikom osvetljenosti (lux-meter). Pri tem pazimo predvsem na prilagojenost merilnika na spektralno občutljivost očesa in ustrezno kalibracijo.




Spectral Sensitivity Characteristic

Wavelength (nm)	Relative Sensitivity (%)
400	0
450	10
500	40
550	70
600	95
650	100
700	10
750	0

Meritve osvetljenosti

Mesta meritve:
Z meritvami sledimo standardu, torej merimo na dejanskih področjih dela. Velikost področja dela ocenimo na delovnem mestu (pisarniška dela – min A2)
Običajno so mesta meritve skladna z področji dela, ki so bila uporabljena za izračune v fazi projektiranja.



Meritve osvetljenosti

Število merilnih točk:
Meritev na vsakem delovnem mestu opravimo v več točkah (da lahko določimo srednjo vrednost, enakomernost ...)

Število točk je odvisno od velikost površine, na kateri merimo osvetljenost (glej SIST EN 12464-1).

Length of the area m	Maximum distance between grid points m	Minimum number of grid points
0,40	0,15	3
0,60	0,20	3
1,00	0,20	5
2,00	0,30	6
5,00	0,60	8
10,00	1,00	10
25,00	2,00	12
50,00	3,00	17
100,00	5,00	20

Meritve osvetljenosti

Število merilnih točk:
Merilna mreža je sestavljena iz (približno) kvadratnih celic s stranico:

$$p = 0,2 \times 5^{\log_{10}(d)}$$

kjer je:
p <= 10 m;
d .. daljša dimenzija obravnavanega področja, če je krajša od dvakratnika druge dimenzije;
p .. največja dimenzija celice mreže.

Velikost A3 (300x420 mm) 3x3=9 točk



II. POROČILO O OPRAVLJENIH MERITVAH OSVETLITVE

Opraviene so bile kontrolne meritve osvetljenosti, kot je pogodbeno dogovorjeno z naročnikom – ustanovo. V kolikor bi potrebno in naročeno se bodo opravile še ostale meritve in ocena stopnje obremenjenosti glede razsvetljave in ustrezno ocenjevanje.

USTANOVA: OŠ VIŽMARJE BROAD

Izmerjena vrednost (v lux-ih)

Zap. št.	etaza	prostor	barvica	dnevna	Izmerjena vrednost (v lux-ih)		sistem
					Edna	Edna+Ena	
1.	P	učilnica 6 *	F	5	380	lx	DA
2.	P	učilnica 5	F	20	1020	lx	DA
3.	P	učilnica 33	F	30	840	lx	DA
4.	P	učilnica 1	F	15	530	lx	DA
5.	P	učilnica 25	F	25	770	lx	DA
6.	P	učilnica 21	F	20	750	lx	DA
7.	P	kuhinja	F	0	850	lx	DA
8.	P	učilnica 16 *	F	10	260	lx	NE
9.	P	učilnica 12 *	F	20	900	lx	DA
10.	P	učilnica 27	F	40	780	lx	DA
11.	P	kuhinja	F	0	705	lx	DA
12.	I	učilnica 32	F	5	1230	lx	DA
13.	I	tajništvo	F	50	1005	lx	DA
14.	I	računalništvo	F	35	630	lx	DA

Tabela oznak:

Edna Dnevna osvetljenost na delovnem mestu
Edna+ Umetna osvetljenost na delovnem mestu
Edna+Ena Kombinirana osvetljenost na delovnem mestu

ZN Osvetljenost z barvico na barvilo nitko
F Osvetljenost z fluorescentno barvico
ZNF Osvetljenost z barvico na barvilo nitko in fluorescentno barvico
L LED barvica

Število točk?
Višina?
Vertikalna/horizontalna
Lokacija?
Umetna?
Zahteve?

Enakomernost?
UGR?
Ra?
CCT?

Meritve svetlosti

Merilna oprema:
meritve izvajamo z merilnikom svetlosti.
Pazimo na prilagojenost merilnika na spektralno občutljivost očesa in ustrezno kalibracijo.

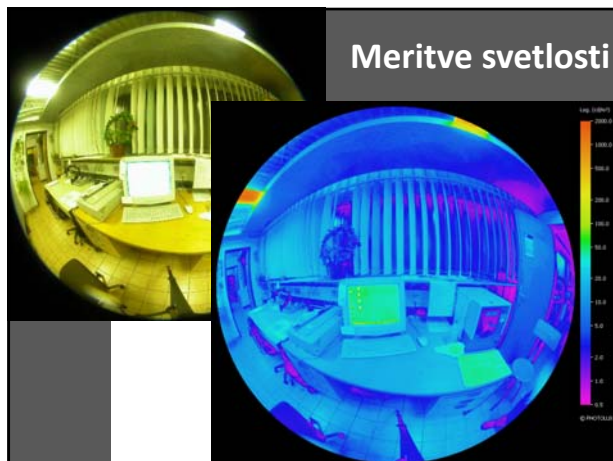
Meritve svetlosti

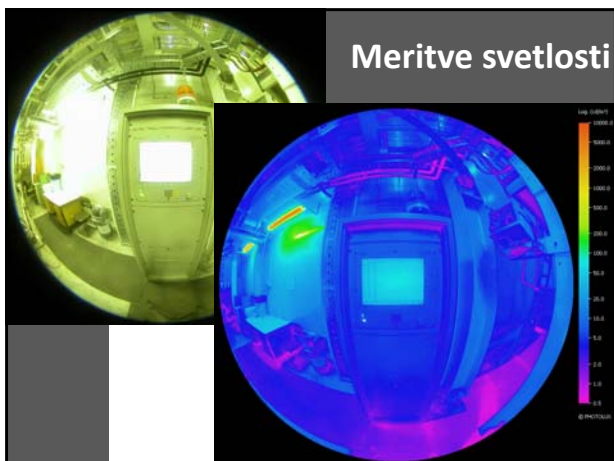
Mesta meritve:
Meritve svetlosti v SIST EN 12464 niso predvidene, zato sledimo Pravilniku o varnosti in zdravju pri delu s slikovnim zaslonom (Ur. list RS, št. 30/00 in 73/05), ki določa:
če je le mogoče, razmerje svetlosti med zaslonom in okoljem v neposrednem vidnem polju ne sme presegati vrednosti 1:3, v ožjem vidnem polju 1:10 in v širšem vidnem polju 1:20.
Merimo torej samo na delovnih mestih s slikovnim zaslonom.

Meritve svetlosti

Določitev področij ???

- neposredno vidno polje: 30° (40 cm pri 80 cm razdalji);
- ožje vidno polje: 70° (100 cm pri 80 cm razdalji);
- širše vidno polje: 120° (160 cm pri 80 cm razdalji);





Določitev indeksa bleščanja

Indeksa bleščanja UGR ne merimo, temveč ga v skladu s standardom SIST EN 12464-1 določimo na podlagi podatkov v projektu (izračuni UGR) oziroma tabelarničnih podatkov, ki jih poda proizvajalec svetilk.

Room Size	X	Y	70	50	50	30	70	50	50	30	
2H	2H	18.1	19.2	18.4	19.5	19.7	18.3	19.4	18.6	19.7	19.9
3H	3H	18.8	19.8	19.1	20.1	20.4	19.1	20.2	19.4	20.4	20.7
4H	4H	19.2	20.1	19.5	20.4	20.7	19.5	20.5	19.6	20.8	21.0
8H	8H	19.5	20.4	19.8	20.7	21.0	19.9	20.8	20.2	21.1	21.4
8H	8H	19.6	20.4	19.9	20.8	21.1	20.1	21.0	20.4	21.3	21.6
12H	12H	19.7	20.5	20.0	20.8	21.1	20.3	21.1	20.6	21.4	21.7
2H	4H	18.4	19.4	18.7	19.7	19.9	18.6	19.6	18.9	19.8	20.1
3H	4H	19.4	20.2	19.7	20.5	20.8	19.6	20.4	20.0	20.7	21.1
4H	4H	19.9	20.6	20.3	20.9	21.3	20.1	20.9	20.5	21.2	21.6
8H	8H	20.3	21.0	20.8	21.4	21.7	20.7	21.3	21.1	21.7	22.1
8H	8H	20.5	21.1	20.9	21.5	21.9	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3
12H	12H	20.7	21.2	21.1	21.6	22.0	21.2	21.7	21.6	22.1	22.6
4H	8H	20.1	20.7	20.5	21.1	21.5	20.3	20.9	20.7	21.3	21.7
8H	8H	20.7	21.2	21.0	21.6	22.1	21.0	21.5	21.5	21.9	22.4
8H	8H	21.0	21.6	21.5	21.9	22.4	21.4	21.8	21.8	22.2	22.7
12H	12H	21.2	21.6	21.7	22.1	22.6	21.7	22.1	22.2	22.5	23.0
4H	8H	20.1	20.6	20.6	21.0	21.5	20.3	20.9	20.8	21.5	21.9
8H	8H	20.8	21.2	21.3	21.7	22.1	21.1	21.5	21.5	21.9	22.4
8H	8H	21.1	21.5	21.6	22.0	22.5	21.5	21.8	22.0	22.5	22.8

Določitev indeksa bleščanja

PRIMER: Predavalnica / učilnica

Prostori za izobraževanje	E	GR	U ₀	R _a	Pripombe
Prostor, vidna naloga ali dejavnost	300	19	0,6	80	Razsvetljavo naj bo moč regulirati.
Učilnice osnovnih in srednjih šol	300	19	0,6	80	Razsvetljavo naj bo moč regulirati.
Učilnice za večerni pouk in izobraževanje odraslih	500	19	0,6	80	Razsvetljavo naj bo moč regulirati.

UGR-PRIMER: Predavalnica / učilnica

UGR > 19

Določitev barve svetlobe in indeksa barvnega videza (CCT in Ra-CRI)

Barvo svetlobe in indeks barvnega videza Ra določimo na podlagi uporabljenih svetlobnih virov:

- žarnice: CCT=2700 K, Ra=100;
- halogenske ž.: CCT=3000K, Ra=100;
- fluorescenčne sijalke: oznaka;
- ostalo: podatki proizvajalca.

PHILIPS TL-D 58W/830

TL-D 58W/830 -> Ra=80 – 90; CCT=3000

Poročilo

Ocenjevanje stopnje ustreznosti razsvetljave



SO	1	3	4	5
ustreza kriterijem	ustreza vsem zahtevam pravilnika in standarda SIST EN 12464	ustreza E _{EM,AV} druge zahteve niso izpolnjene ali niso znane**	ne ustreza E _{EM,MU} pritožbe zaposlenih	nevarno* hude pritožbe zaposlenih

Opomba:

- * nevarno:
- meritve niso opravljene,
- možen je stroboskopski efekt in/ali,
- več kot dva razreda premajhna osvetljenost in/ali,
- bleščanje, ki onemogoča varno zaznavanje okolja,
- Ra, ki onemogoča varno delo in/ali razpoznavnost varnostnih znakov.

**** druge zahteve, zlasti:**

- ni naravne razsvetljave,
- ni vidnega stika z okoljem,
- neustrezna enakomernost,
- prevelik UGR,
- neustrezen Ra,
- neustrezna podobna barvna temperatura,
- ni programa vzdrževanja in/ali se po njem ne ravna.

Formular o preiskavi delovnega okolja

Številka poročila: **PODXXXX-2018**
 Številka zapisa: **SDXXXX-2018**
 Vrsta preiskave delovnega okolja: **KAZIVTELJIVA**

Poročilo o preiskavi delovnega okolja je sestavljeno na osnovi zahtevanih podatkov (POD-XXXX-1.0 v skladu z Zakonom o varnosti in zdravju pri delu (ZVZ) št. 83/07 in 8/08) in predstavlja ožje povzeto vsebino poročila o preiskavi delovnega okolja (SD-XXXX-1.0) in vsebuje vsebino poročila o preiskavi delovnega okolja (SD-XXXX-1.0) in vsebino poročila o preiskavi delovnega okolja (SD-XXXX-1.0).

Opisni podatki:


Ime in klicni znak preiskovalca:	
Ime in klicni znak preiskovanca:	
Datum in čas oprave preiskave:	
Vrsta preiskave:	

Podatki o izvedenih merjenjih in izračunih

Merilo merjenja	Opis merjenja	Merilna vrednost	Skupna ocena
Vrednost izračuna	Previdna vrednost	0,00	0,00
	Skupna ocena		
Izračun	Opredeljena vrednost na delovnem mestu		Skupna ocena
	Merilna vrednost		Skupna ocena
Indeks tonažnega vnosa	Vrednost merjenja	0,00	Skupna ocena
	Merilna vrednost		Skupna ocena

Poleg tega vključuje poročilo tudi:

Datum: 2017-04-03
 predstojnik laboratorija: _____ odelon Fakultete
 prof. dr. Gregor Štjak prof. dr. Igor Pajšič



... in še:

Vprašanja?