

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

Svetlobna tehnika

Vpliv svetlobe na ljudi

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

Vpliv svetlobe na človeka

PSIHA

VID

ZDRAVJE

Kako vpliva svetloba na človeka?

ČUSTVA

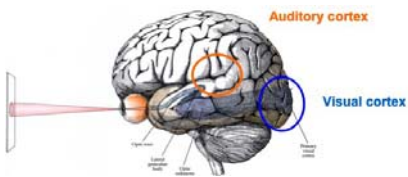
POČUTJE

RAZPOLOŽENJE

Vidni vplivi svetlobe

Vidni vpliv svetlobe je povezan z:

- čepnicami in paličnicami v očesu;
- vidnim živčnim sistemom;
- vidnim delom možganov.



Vpliv svetlobe na človeka

PSIHA

VID

ZDRAVJE

Kako vpliva svetloba na človeka?

ČUSTVA

POČUTJE

RAZPOLOŽENJE

Vpliv svetlobe na ljudi

Vidni

Zaradi tega lahko vplive svetlobe razdelimo na

- vidne (slikovne)
- ne-vidne (ne-slikovne) in
 - čustvene.

Čustveni



Ne-vidni

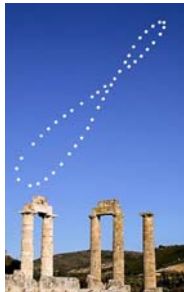
Torej svetloba ne vpliva samo na vidno zaznavanje sveta ampak tudi na druge človekove funkcije.

Enkrat davno ...



Sonce!

Sončna svetloba je dinamična ...



Dnevni in letni cikel sonca spreminjata tako količino kot barvo svetlobe.



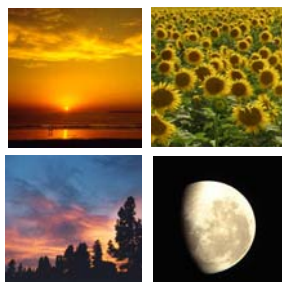
Dinamika sonca vpliva na ljudi



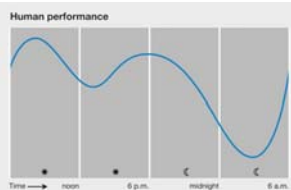
Ne samo na družbeno dogajanje ampak tudi na delovanje človeškega telesa.



Dnevne spremembe svetlobe...



... uravnavajo našo notranjo uro in tako celotno delovanje našega telesa.



Letne spremembe svetlobe...

... lahko močno vplivajo na naše počutje –
zimsko depresija (SAD -seasonal affective
disorder).



Ritem definira naše življenje!



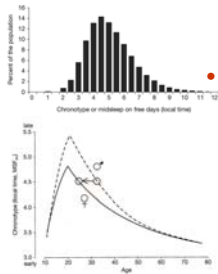
- Vsi organizmi imajo lastne cikle (ritem):
- ultradijalni (nekaj ur).
- cirkadijalni (dnevni, približno 24 ur)
- infradijalni (daljši kot 24 ur)

Ritem definira naše življenje!



- Vsi organizmi imajo lastne cikle (ritem).
- Naš dnevno nočni ritem ni samo posledica naravnega ritma ampak je tudi že vpisan v naših genih.
- Redne faze spanja in budnosti ostanejo, tudi če nismo v stiku z naravnim ritmom.

Kronotipi



- Genetsko programiran dnevni cikel v človeškem telesu traja v povprečju 24,2 ure.
- Pri nekaterih je cikel krajši od 24 ur;
 - pri drugih je lahko precej daljši.
- Na podlagi različno dolgih dnevnih ciklov lahko ljudi razdelimo v „kronotipe“.

Kronotipi



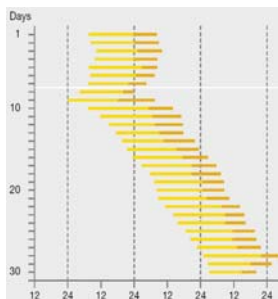
- Različni kronotipi se ločijo predvsem po spalnih navadah.
- Nekateri brez težav vstajajo zgodaj – “škrjančki” so nadvse budni že ob zori. Njihov dnevni cikel traja okoli 23 ur.
- Drugi so bolj “sove” in potrebujejo več časa za spopad z dnevom. Njihova notranja ura je bistveno počasnejša (okoli 26 ur).

Ritem in starost



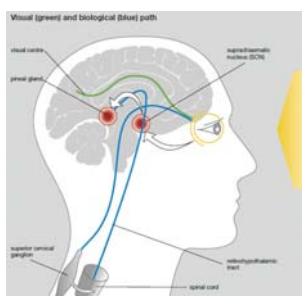
- Dojenčki in otroci: ultradiani ritem, ki traja 3 do 4 ure.
- Najstniki: Gredo kasneje spat in spijo dlje.
- Okoli 20: Potreba po spanju se zmanjša na 7 do 8 ur.
 - Od 30 naprej: kakovost spanja se počasi zmanjšuje.
- Pri 70: dnevni ritem spanja in budnosti je zelo pogosto asinhron.

Re-sinhronizacija



- Da lahko naše življenje teče skladno s 24 urnim sončnim ritmom moramo našo nočranjo uro občasno re-sinhronizirati (dvakrat dnevno?).
- Svetloba deluje kot sinhronizacijski signal za naše telo.

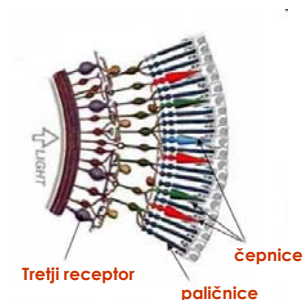
Kako deluje?



Suprakiazmatično jedro (SCN):

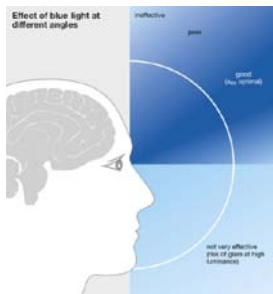
- SCN deluje kot nadzorna ura, ki uravnava delovanje notranjih ur v različnih delih telesa.
- To uravnavanje poteka s pomočjo izločanja in zaviranja izločanja encimov in hormonov..

Tretji fotoreceptor



- Danes vemo, da imamo v očeh poleg
- čepnic in
 - paličnic še
 - tretji receptor
- za svetlobo, ki pa nima povezave v možganskim centrom za vid pač pa z delom, ki skrbi za osnovne življenjske funkcije.

Tretji foto-receptor



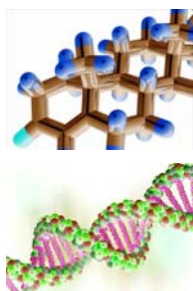
- Tretji fotoreceptor (ipRGC) vsebuje **melanopsin**, protein, ki je občutljiv na svetlobo.
- Melanopsin je najbolj občutljiv na **modro svetlobo v vidnem delu spektra (460 nm)**.

Svetloba kot metronom



- Svetloba predstavlja odločilni dejavnik pri delovanju SCN.
 - ipRGC pošlje signal po retinohipotalamičnem traktu, ki jo povezuje direktno s **SCN**, **hipofizo** in **hipotalamusom**, ki je neke vrste kontrolni center avtonomnega živčnega sistema.

Hormoni in geni



- Presnova, razpoloženje, spanje – ljudje smo “krmiljeni” z zelo kompleksnim biokemičnim procesom.
- Hormoni in geni “krmilijo” kdaj se hrana najlažje prebavlja, kdaj so naše sposobnosti na višku, kdaj je naše spanje najgloblje, kdaj se naše telo regenerira ...

Hormoni: kurirji notranje ure

Cirkadialni ritem je uravnavan predvsem s pomočjo hormonov melatonina in kortizola. Običajno sta v telesu prisotna v dveh nasprotnih ciklih.

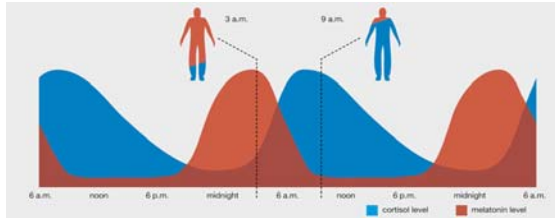
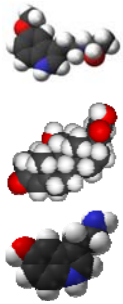


foto: licht.de

22

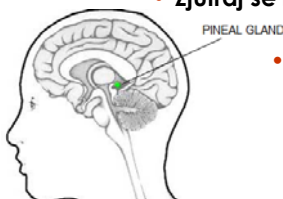
Hormoni: kurirji notranje ure



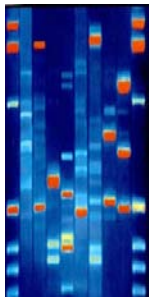
- **melatonin** – pri povečani koncentraciji se počutimo utrujene, upočasnijo se telesne funkcije in aktivnosti kot priprava na počitek,
- **cortisol** – poveča krvni sladkor, zmanjša odziv imunskega sistema, pomaga pri prebavi maščob, proteinov in ogljikovih hidratov ,
- **serotonin** – vpliva na počutje, apetit, spanje, in na krčenje mišic.

Hormoni: kurirji notranje ure

- zvečer začne česarika izločati melatonin zaradi česar postanemo utrujeni.
- Zjutraj se raven melatonina v krvi ponovno zniža.
- Sončni žarki (svetloba) zjutraj še dodatno zaustavi izločanje melatonina v česariki.



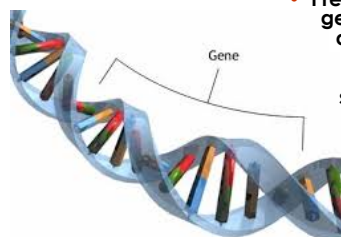
Tudi geni reagirajo na svetlobo



- 51 % človeških genov reagira na dražljaje iz okolice: svetloba, temperatura, uživanje hrane ...

- Regulacijski geni imajo proteinske ovojnice, ki se "odmaknejo" ob okoljskih dražljajih (svetloba) in tako "aktivirajo" gene.

Genska ura



- Zelo pomembna za delovanje telesa.
- Depresija jo lahko "pottači".
- Premik ali nesinhronizacija genske ure lahko pripelje do slabega delovanja 6 področij v možganih, neprizadeta ostaneta samo dva: hipokampus in amigdala.
- S svetlobo lahko ponovno "oživimo" teh 6 področij.

Biološko neaktivna razsvetljava?



foto: learnthat.com

Življenje je tudi zaradi umetne razsvetljave vse manj povezano z naravnimi ritmi:

- izmensko delo,
- stavbe brez ali z malo oken,
- umetna razsvetljava ki noč spremeni v dan.

Biolško neaktivna razsvetljava?

- Tudi če razsvetljava v celoti izpolnjuje zahteve današnjih standardov, nima dinamike in biološkega efekta na naš organizem.



foto: dddesignid.com

- "Biolško neaktivna razsvetljava" lahko zmoti našo notranjo uro.

28

Biolško neaktivna razsvetljava?



foto: blogs.guardian.co.uk

Posledice:

- bolezni srca in ožilja,
- diabetes,
- depresije,
- debelost,
- Alzheimerjeva in
- Parkinsonova bolezen,
- rak.

29

Biolško neaktivna razsvetljava

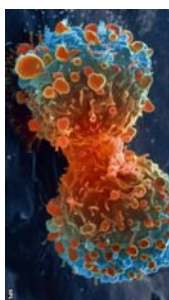


foto: telegraph.co.uk.com

- Svetloba ponoči = manjša koncentracija melatonina.
- Melatonin ni samo spalni hormon ampak pomaga tudi pri regeneraciji DNE in preprečevanju tumorjev.
- Nekatere vrste raka (rak na prsih, jajčnikih) so bolj pogoste pri delavcih nočnih izmen?

30

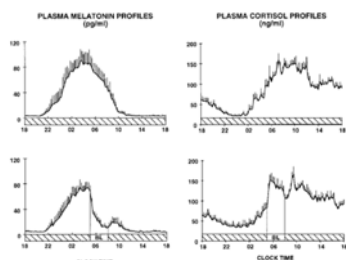
Vplivi svetlobe na ljudi



Ne-vidne vplive lahko dalje razdelimo na:

- **direktne** (ne-cirkadialne), ki imajo vpliv na direktno počutje in ne vplivajo na dnevni ritem in
- **cirkadialne**, ki vplivajo na potek dnevnega ritma

Vpliv svetlobe na ljudi



Svetloba vpliva tudi na raven:

- **melatonina** – spalnega hormona in
- **kortizola** – hormona budnosti.

Svetloba in zdravje



Če smo zjutraj izpostavljeni močni beli svetlobi, raven melatonina pade hitreje in smo prej pripravljeni za delo.

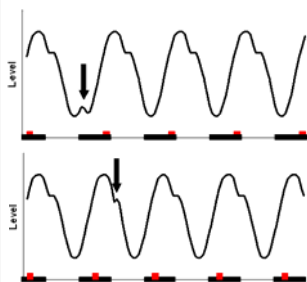
Direktni vplivi svetlobe



Med direktne vplive lahko štejemo:

- svetloba ponoči – zmanjša raven melatonina in poslabša spanje,
- močna svetloba podnevi – zmanjša zaspanost in utrujenost,
- močna svetloba zjutraj – zelo hitro poveča raven kortizola,
 - začasno povečanje svetlosti v prostoru – poveča budnost,
 - topla bela svetloba – sprošča,
- dnevno bela svetloba – stimulira za delo.

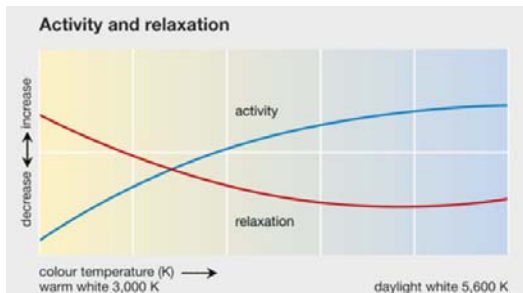
Cirkadialni vplivi svetlobe



Svetloba vpliva tudi na dnevni (cirkadialni) ritem, zato jo je mogoče uporabiti:

- odpravo časovnega zaostanka pri potovanjih,
- usklajevanje dnevnega ritma pri izmenskem delu.

Določen vpliv ima tudi barva svetlobe...

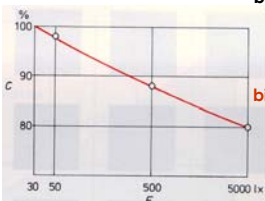


Vpliv svetlobe na ljudi

Svetloba vpliva tudi na krvni obtok, menjavo snovi v celicah in tvorjenje encimov.

Če smo na svetlobi, nam v krvi pade koncentracija določene vrste belih krvničk (eosinophile levkocitin) s tem pa se poveča naša "pripravljenost za akcijo".

To dokazuje, da smo ljudje dnevna bitja in da lahko naše telo optimalno deluje le pri ustrezni svetlobi.



Svetloba kot zdravilo



Narava uporablja svetlobo da pospeši določene (zdravilne) procese v našem telesu (geni lahko postanejo aktivni ali ostanejo pasivni).

Svetlobo bomo verjetno zato v prihodnosti uporabljali kot zdravilo (svetloba na recept)

Direktni vpliv svetlobe na zdravje

Direktni vpliv svetlobe na naše telo vključuje tudi vpliv na zdravje:



- celjenje ran
- odziv imunskega sistema
- koordinacija mišic

npr. pacient, ki leži v sobi z dnevno svetlobo, v povprečju preživi 2,7 dni manj v bolnišnici.

Svetloba in zdravje



Sezonska depresija (SAD), motnja počutjam, ki se pojavi v mesecih z manj dnevne svetlobe, se lahko uspešno "zdravi" s pomočjo svetlobe.

Terapija z "dnevним spektrom"



- Manjše naprave za domačo uporabo.
- Zaradi upadanja svetlobnega toka se beleži čas delovanja.
- Potrebna je zadostna svetlost.
- Upoštevati je potrebno velikost zenice.

Tehnične zahteve



- 8.000 do 10.000 cd/m²
- Velika svetleča površina.
 - Visoka barvna temperatura >6500 K.
 - Osvetljenost v nivoju oči >2000 lx.
- Velik delež modre svetlobe.
 - Brez UV svetlobe.

Svetloba in zdravje



Svetloba se lahko uporablja tudi za zdravljenje drugih bolezni:

- zlatenica pri novorojenčkih
 - vnetja
 - edem
- lajšanje bolečin
- celjenje ran.

Svetloba in zdravje



Na ljudi ne vpliva samo vidni del svetlobe pač pa tudi infra rdeča (IR) in ultra vijolična (UV) svetloba:

- IR svetlobo občutimo kot toploto
- UV svetloba povzroča kemične reakcije: porjavitev kože, tvorjenje vitamina D, pospešena izmenjava snovi v celicah in tkivu.

Svetloba in zdravje

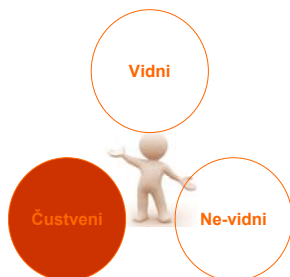


UV svetloba

ima tudi negativne učinke: opekline, poškodbe oči (konjunktivitis – okutno vnetje očesne veznice, ki je 10-krat bolj občutljiva na UV svetlobo kot koža).

Zato je potrebno oči zaščititi pred UV svetlobo z valovnimi dolžinami pod 315 nm.

Vpliv svetlobe na ljudi



Svetloba in čustva

Svetloba vpliva tudi na počutje ljudi:

- Dobra osvetlitev poveča pozornost in aktivnost kar prispeva k izboljšanju delovnih sposobnosti.
 - Pri slabi svetlobi se počutimo neugodno in pripravljenost za delo pade.

Svetloba in čustva



Dobra svetloba ustvarja dobro počutje

Svetloba in čustva

Svetloba vpliva tudi na počutje ljudi:



- Ustrezna osvetlitev poveča pozornost in aktivnost kar posledično izboljša tudi delovne sposobnosti.
- Pri neustrezni osvetlitvi se počutimo neudobno in pripravljenost za delo se zmanjša.

Ugodna svetloba



Naloga razsvetljave je več, kot samo zagotoviti dobro vidnost opazovanih objektov. Pomembna je tudi za zdravje in emocionalno dožemanje naše okolice.

Svetloba in delo

Glede na to, da svetloba vpliva na naše zaznavanje okolice, počutje, elan ... Vpliva tudi na naše delo. Če je pravilna in je raven dovolj, deluje pozitivno in stimulirajoče, če pa je premalo ali preveč ali pa ni pravilno razporejena pa deluje negativno in utrujajoče.

Svetloba in delo

Svetloba pride v oči iz treh "virov":

- Direktno od vira: svetilka, sonce, okno, ...
 - Kot odbita svetloba od opazovanega predmeta.
- Kot odbita svetloba od okolice opazovanega predmeta.

Svetloba in delo

Najbolj pomembna je svetloba, ki pride od opazovanega predmeta in nam omogoča ustrezno in dovolj hitro zaznavanja in s tem kvaliteto delo brez napak in nevarnosti.

Ker pa smo ljudje dnevna bitja, je pomembna tudi svetloba, ki stimulira naše delovanje. Fotoreceptorji, ki so povezani s tem delom možganov, se nahajajo na robu mrežnice, torej so ustrezno stimulirani pri svetlobi, ki prihaja od strani.

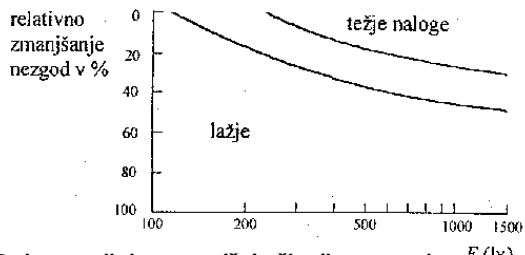
Zato ni dovolj, če je ustrezno osvetljeno le delovno mesto, osvetljena mora biti tudi njegova okolica.

Svetloba in delo

Svetloba pa lahko tudi moti delo, če:

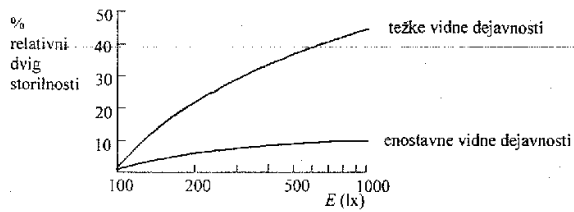
- zmanjšuje sposobnost vida (fiziološko bleščanje, refleksno bleščanje)
 - povzroča optične prevare (sence, dvojna svetloba stroboskopski efekt)
- moti (psihološko bleščanje, toplota virov)

Svetloba in delo



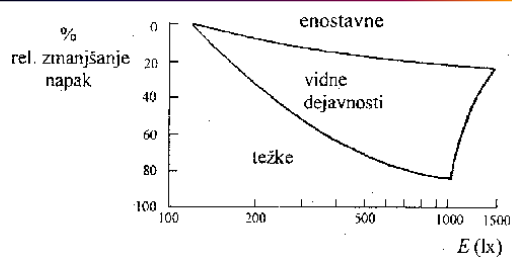
Dobra svetloba zmanjšuje število nezgod E (lx)

Svetloba in delo



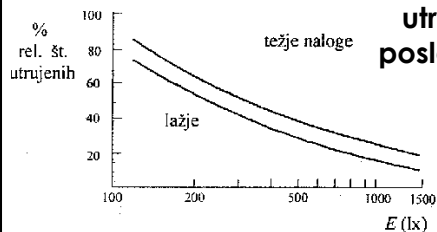
Z ustrezno osvetljenostjo lahko dosežemo večjo storilnost dela

Svetloba in delo



Ustrezna svetloba zmanjšuje število napak pri delu

Svetloba in delo



Pri večji osvetljenosti je utrujenost kot posledica dela manjša

Svetloba in delo

Konkretne številke:

- Pri fino-montaži (Frawley Corp.) se po dvigu osvetljenosti s 500 lx na 1500 lx storilnost zveča za 28%.
- Pri montaži majhnih delov (Douglas Aircraft) se število napak po povečanju osvetljenosti s 1000 lx na 4000 lx zmanjša za 90%.
- Pri obdelavi kovin (Metwood Co.) se po povečanju osvetljenosti s 300 lx na 2000 lx izgubljeni čas zaradi nesreč zmanjša za 52%.

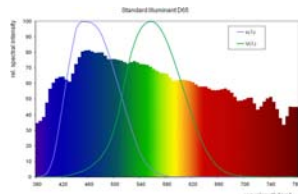
Biološko aktivna razsvetljava



V večini prostorov lahko vsaj del dneva uporabljamo naravno svetlobo, drugi del dneva pa jo dopolnjujemo z umetno.

Dnevna svetloba je biološko aktivna torej mora umetna svetloba dopoljevati naravno in ne tekrovati z njo.

Bioško aktivna razsvetljava



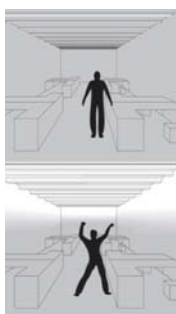
- Potrebni parametri:
- **Osvetljenost** (500 lx do 1500 lx)
 - **Površinskost** (strop in stene)
 - **Smer svetlobe** (od spredaj in zgoraj)
 - **Barvna temperatura** (dnevna svetloba ali več (8000 K))
 - **Dinamika.**

Bioško aktivna razsvetljava



- Bioško aktivna razsvetljava naj bi posnemala dnevno svetlobo:
- Dinamično krmiljenje razsvetljave:**
- spremenljiva osvetljenost;
 - spremenljiva barva svetlobe;
 - spremenljiva smer svetlobe

Bioško aktivna razsvetljava



- Bioško aktivna razsvetljava naj bi posnemala dnevno svetlobo:
- Smer svetlobe in porazdelitev svetlosti:**
- svetloba od spredaj in zgoraj.
 - veliko-površinski viri in odsevanje svetlobe od stropa in sten.

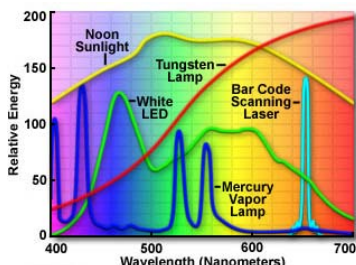
Bioško aktivna razsvetljava

Bioško aktivna razsvetljava naj bi posnemala

dnevno svetlobo:

Spekter naravne svetlobe:

• bioško aktiven del spektra je področje modre svetlobe okoli 460 nm.



Nekaj nasvetov za projektiranje



Zahteve za razsvetljavo:
mora biti ustrezna glede na zahteve vida (EN 12464).
potrebno je posvetiti pozornost porazdelitvi svetlosti.
biti mora brez bleščanja in brez drugih negativnih učinkov.

Nekaj nasvetov za projektiranje



Barva svetlobe:
• če je možno – spremenljiva; višja CCT podnevi, nižja zvečer.
• če to ni možno, potem glede na uporabo prostora: višja CCT za delo, nižja CCT za sproščanje.

Nekaj nasvetov za projektiranje

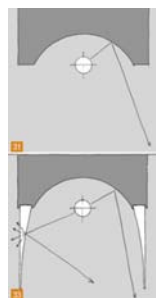


Prostorska porazdelitev

svetlosti:

- veliko-površinske svetilke.
- indirektne svetilke, ki osvetljujejo strop in zgornji del sten.
- asimetrične svetilke za dodatno osvetljevanje sten (wall-washer).

Nekaj nasvetov za projektiranje



Materiali:

Optične komponente svetilke (reflektorji, difuzorji, raster) ne smejo spremeniti spektralne sestave svetlobe. Tudi barva pohištva ne sme preveč vplivati na spekter (rdeča in rjava barva absorbirata modro svetlobo).

Za konec

- Svetloba ne vpliva le na vid, ampak tudi na počutje.
- Dobra svetloba pozitivno vpliva na celotno človekovo delovanje.
 - Boljše svetlobne razmere nudijo boljše delovne pogoje in zagotavljajo boljše rezultate.

... in še:



Vprašanja?
