

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani
Oddelek za tehniško varnost
3. letnik – Univerzitetni študij

Elektrotehnika in varnost Razsvetljava

Vpliv svetlobe na ljudi

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

Svetloba in človek

razsvetljáva -e ž () glagolnik od razsvetljevati

razsvetljeváti -újem nedov. (á) 1. delati, povzročati, da postane kaj svetlo, vidno

víd -a m () 1. čut za zaznavanje svetlobnih dražljajev

svetlôba -e ž (ó) 1. kar omogoča, da so predmeti vidni

okó očesa s, v pomenu parni organ vida mn. očí ž () 1. čutilo za vid

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

2

Svetloba je življenje



Če bi sonce ugasnilo, bi življenje na zemlji izumrlo

Svetloba Toplota

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

3

Ritem svetlobe je ritem življenja

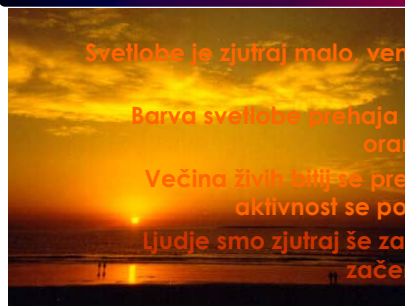


**Svetloba
(sonca)
ima svoj
dnevni in
letni ritem.**

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

4

Ritem svetlobe: jutro



Svetlobe je zjutraj malo, vendar se količina svetlobe veča.

Barva svetlobe prehaja iz rdeče, preko oranžne v rumeno.

Večina živih bitij se prebuja in njihova aktivnost se počasi povečuje.

Ljudje smo zjutraj še zaspani in počasi začnemo nov dan

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

5

Ritem svetlobe: dan



Svetloba dneva je močna in bela.

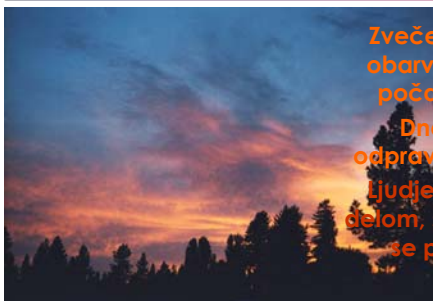
Vsi dnevni organizmi so na višku moči.

Ljudje smo z veliko elana sredi dela.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

6

Ritem svetlobe: večer



Zvečer se svetloba obarva rdeče in se počasi zmanjšuje. Dnevne živali se odpravijo k počitku. Ljudje zaključimo z delom, se umirimo in se pripravimo na počitek.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

7

Ritem svetlobe: noč



Ponoči je svetloba medla in brezbarvna. Življenje se je, razen redkih izjem, umirilo in počiva. Ljudje s počitkom nabiramo moči za nov dan.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

8

Vpliv svetlobe na človeka

PSIHA

VID

ZDRAVJE

Kako vpliva svetloba na človeka?

ČUSTVA

POČUTJE

RAZPOLOŽENJE

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

9

Vidna in nevidna svetloba



Svetloba nam omogoča uporabo enega izmed čutil - VID

Sončne žarke, ki se širijo med drevesi, vidimo le, ker jih odbijajo v zraku plavajoči delci megle. Drugače bi ostali našim očem nevidni.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

10

Svetloba je glavni vir informacij



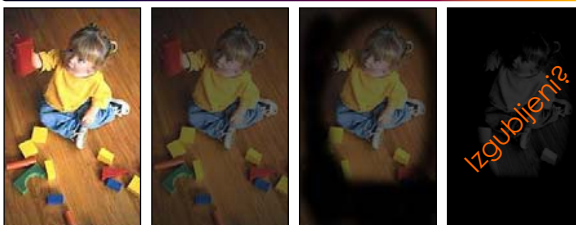
Svetloba vpliva na naše zaznavanje okolja

Preko 80% informacij iz okolja dobimo preko vida

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

11

Kako se počutimo, če ne vidimo?



Kaj vse nam vid omogoča:

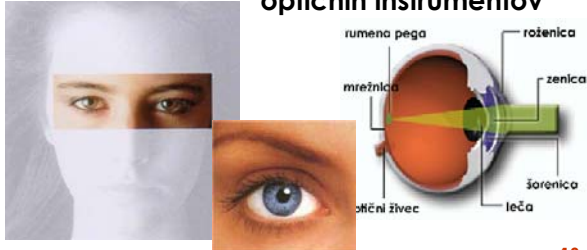
Pisni jezik, skice, formule, načrti, fotografije,

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

12

Človeško oko - organ vida

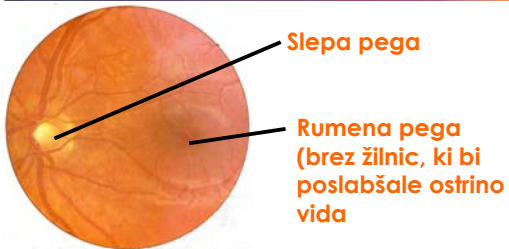
Človeško oko, eden najpopolnejših optičnih instrumentov



BR: Vpliv svetlobe na ljudi

13

Mrežnica očesa

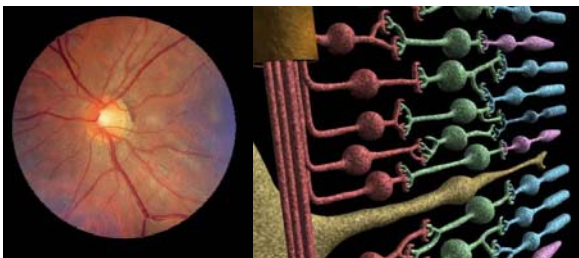


Mrežnica očesa vsebuje fotoreceptorje, ki so občutljivi na svetlobo.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

14

Fotoreceptorji v očesu

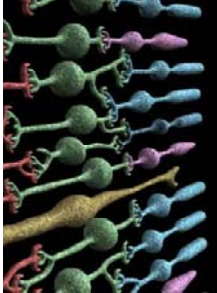


Fotoreceptorji v očesu vpadlo svetlobo pretvorijo v impulze, ki jih živci vodijo v možgane.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

15

Čepnice in paličnice



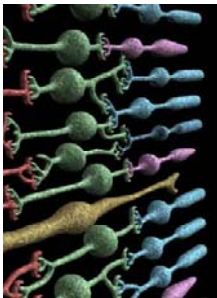
Čepnice

- 7.000.000 čepnic v povprečnem očesu.
- Manj občutljive na svetlobo
- Ločijo barve.
- Razporejene so predvsem okoli rumene pege.
- Z njimi gledamo, ko je svetlobe dovolj - **fotopski vid**.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

16

Čepnice in paličnice



Paličnice

- 130.000.000 paličnic v povprečnem očesu.
- Bolj občutljive na svetlobo
- Ne ločijo barve.
- Razporejene so bolj ob robu mrežnice.
- Z njimi gledamo, ko je svetlobe malo - **skotopski vid**.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

17

Čepnice in paličnice



Podnevi gledamo s čepnicami, ki so sicer manj občutljive, vendar ločijo barve.



Ponoči, ko ni dovolj svetlobe za čepnice, gledamo s paličnicami. Te so bolj občutljive, vendar ne ločijo barv.

Zato so ponoči vse krave črne.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

18

Čepnice in paličnice



Pokrajina, ki podnevi izgleda takole, ...

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

19

Čepnice in paličnice



Črna pika v sredini je posledica dejstva, da v rumeni pegi ni paličnic in torej s tem področjem ponoči ne vidimo.

... je ponoči videti precej drugačna

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

20

Lastnosti človeških oči

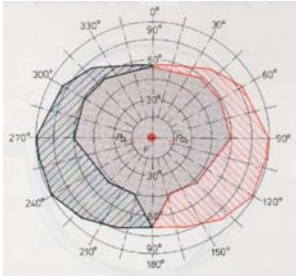


Vidno polje
Občutljivost
Ostrina
Adaptacija
Akomodacija
Globinski vid
Aberacija

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

21

Vidno polje



Maksimalno vidno polje:

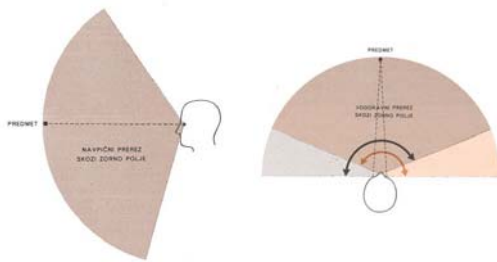
Vodoravno:
180 ° - 190 °

Navpično:
120 ° - 130 °

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

22

Vidno polje



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

23

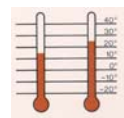
Svetlobna občutljivost



Dnevna svetloba: svetlosti od 10 cd/m² do 10⁺⁴ cd/m²

Cestna razsvetljava ponoči: svetlosti od 10⁻² cd/m² do 10 cd/m²

Noč z mesečino: svetlosti od 10⁻⁶ cd/m² do 10⁻² cd/m²



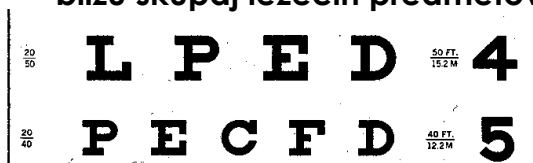
Zaznamo svetlosti manjše od 10⁻⁶ cd/m²

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

24

Ostrina vida

Sposobnost razločevanja dveh blizu skupaj ležečih predmetov.

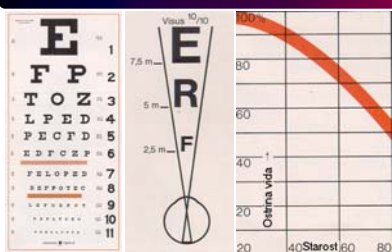


Tisti, ki ima ostrino vida 1, na razdalji 5 metrov še loči predmete, ki so med seboj oddaljeni 3 mm.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

25

Ostrina vida



Ostrina vida z leti pada!

Največjo ostrino vida omogočajo gosto posejane čepnice v rumeni pegi

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

26

Adaptacija

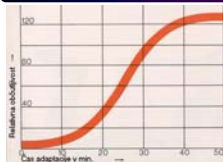


Adaptacija je sposobnost prilagajanja na različne svetlosti okolja

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

27

Adaptacija



Za adaptacijo je potreben čas!
Adaptacija na svetlo je hitrejša,
adaptacija na temno pa precej
počasnejša (do 1 ure)



Adaptacijo omogoča
oženje in širjenje
šarenice, ki deluje
podobno kot zaslonka
pri fotografskem
aparatu

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

28

Akomodacija

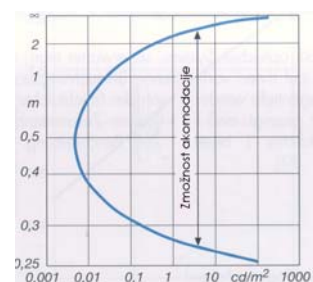


Akomodacija je sposobnost ostrega
videnja različno oddaljenih predmetov

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

29

Akomodacija



Razdalja, na katero se oči lahko akomodirajo, je odvisna od svetlosti, na katero so prilagojene.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

30

Globinski vid

Globinski vid je sposobnost razločiti razdaljo med dvema različno oddaljenima predmetoma in je pri gledanju z obema očesoma neverjetno dober.

Na razdalji 1 m ločimo razliko do 0,4 mm

Na razdalji 10 m ločimo razliko do 4,0 cm

Na razdalji 100 m ločimo razliko do 3,7 m

Na razdalji 1000 m ločimo razliko do 275 m

Pri razdalji opazovanja večji od 1300 m se globinski vid izgubi.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

31

Globinski vid



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

32

Globinski vid



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

33

Ko ladja
Bremen
zapluje na
odprto morje,
je videti
precej
mogočno.

Globinski vid



Še posebej, če ne vidimo cele slike.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

34

Globinski vid

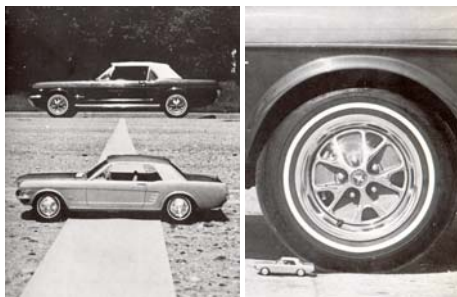


Avtomobila na sliki sta videti enako velika, moti le bela črta, ki se zožuje. Ali pa avtomobila vseeno nista enako velika?

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

35

Globinski vid



BR: Vpliv svetlobe na ljudi

36

Delovanje očesa - vid

Človeško oko loči sledeče:

- Razliko v svetlosti
- Razliko v barvi
 - Obliko
- Premike oziroma gibanje
 - Razdaljo

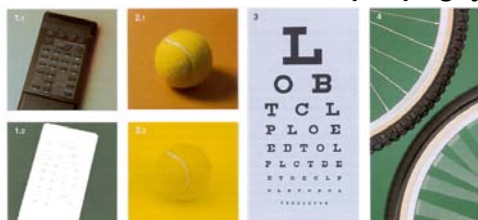
Vendar le, če je dovolj svetlobe. Pri več svetlobe človeško oko deluje bolje

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

37

Delovanje očesa - vid

Za uspešno videnje mora biti izpoljenih pet pogojev.



BR: Vpliv svetlobe na ljudi

38

Minimalna svetlost



Opazovanih predmetov in okolice

Podnevi brez težav opazimo podrobnosti na predmetih.

V mraku se zdijo predmeti neostri in zabrisani.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

39

Minimalni kontrast

V svetlosti ali barvi



Kontrast v svetlosti pri isti barvi.

Kontrast v barvi pri isti svetlosti.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

40

Minimalna velikost opazovanih predmetov oziroma podrobnosti

Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo, kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše.

Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše. Pisava mora imeti neko minimalno velikost, da še lahko beremo kaj piše.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

41

Zadosten čas za adaptacijo



Oči se morajo prilagoditi na nove svetlobne razmere.

Naredite poskus:
Iz svetle sobe stopite v temno.

Najprej ne vidite nič, po določenem času se pojavijo silhuete predmetov, nato grobe podrobnosti in šele po dolgem času lahko ločite detajle.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

42

Zadosten čas opazovanja



Predmet mora biti zadosti dolgo v vidnem polju, da ga opazimo.

Pri mirujočih predmetih lahko opazimo vsako podrobnost.



Pri hitro se gibajočih predmetih lahko razločimo le osnovne oblike.

Zelo hitrih predmetov (krogla iz puške) ne moremo videti.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

43

Drugi vplivi svetlobe

Svetloba ne vpliva samo na vid temveč tudi na:



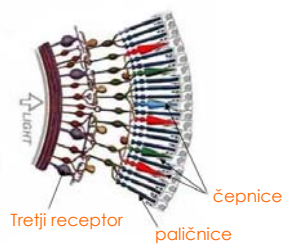
- počutje
- zdravje
- čustva
- psiho
- elan

• ...

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

44

Tretji fotoreceptor



Danes vemo, da imamo v očeh poleg

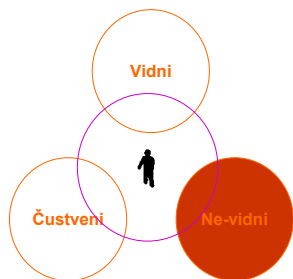
- čepnic in
- paličnic še
- tretji receptor

za svetlobo, ki pa nima povezave v možganskim centrom za vid pač pa z delom, ki skrbi za osnovne življenjske funkcije.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

45

Vplivi svetlobe na ljudi



Zaradi tega lahko vplive svetlobe razdelimo na

- vidne
- ne-vidne in
- čustvene.

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

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

46

Vplivi svetlobe na ljudi



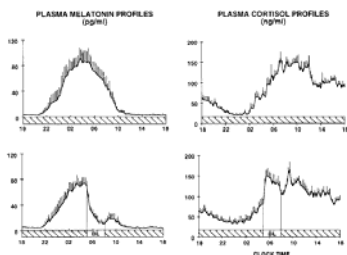
Ne-vidne vplive lahko dalje razdelimo na:

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

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

47

Vpliv svetlobe na ljudi



Svetloba vpliva tudi na raven:

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

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

48

Direktni vplivi svetlobe



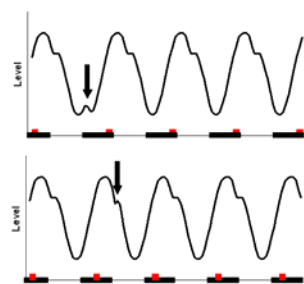
IR: Vpliv svetlobe na ljudi

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.

49

Cirkadialni vplivi svetlobe



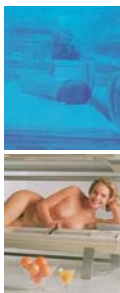
IR: Vpliv svetlobe na ljudi

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

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

50

Svetloba in zdravje - pozitivno



IR: Vpliv svetlobe na ljudi

Na človekovo zdravje ne vpliva samo vidna svetloba temveč tudi infra rdeča (IR) in ultra vijolična (UV) svetloba:

- IR svetlobo občutimo kot toploto
- UV svetloba povzroča določene kemične reakcije: pojavitev, tvorjenje vitamina D, pospešeno izmenjavo snovi v mišicah.

Svetloba se lahko uporablja tudi kot terapija pri določenih boleznih.

51

Svetloba in zdravje - negativno

UV svetloba

povzroča tudi škodljive posledice: opekline, poškodbe oči (konjunktivitis - vnetje očesne veznice, ki je 10x bolj občutljiva na UV žarke kot koža).

Zato je potrebno oči zaščititi pred UV svetlobo z valovno dolžino pod 315 nm.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

52

Svetloba in psiha - svetlost

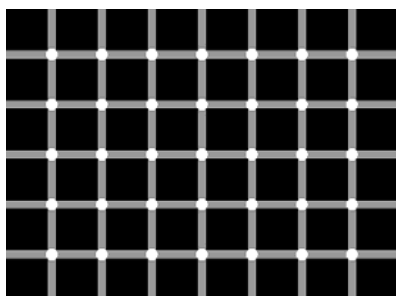
Ljudje z očmi ločimo različno svetlost (sijavost) površin.

Vendar možgani določene slike interpretirajo po svoje, zato tehnično enako svetle površine lahko izgledajo različno svetle.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

53

Svetloba in psiha - svetlost



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

54

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja

Stalnost zaznavanja je pomembna lastnost človeškega vida, brez katere bi težko preživeli:

Naš organ vida lahko določene lastnosti predmetov (odsevnost) prepozna za enake v različnih okoliščinah.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

55

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja

Bel karton v senci se nam zdi svetlejši od sivega na soncu, čeprav je svetlost zadnjega večja.



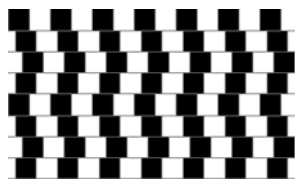
Bel karton se nam pod rdečkasto lučjo zdi enako bel kot pod modrikasto, čeprav v resnici izgleda drugače.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

56

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja

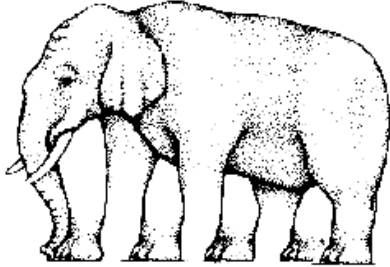
Stalnost zaznavanja pa vliva še na nekatere napačne zaznave.



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

57

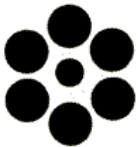
Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja



ER: Vpliv svetlobe na ljudi

58

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja

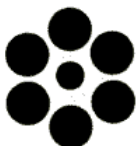


Kateri sredinski krog
je večji?

ER: Vpliv svetlobe na ljudi

59

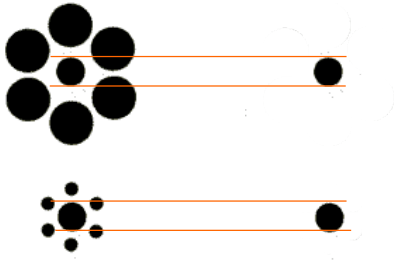
Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja



ER: Vpliv svetlobe na ljudi

60

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja

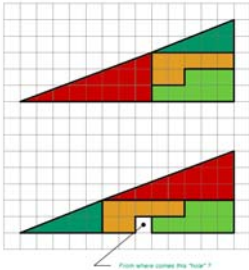


EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

61

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja

HOW CAN THIS BE TRUE?



Below the fact
parts are
mixed around

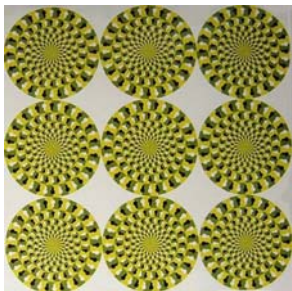
The partitions
are exactly the
same, as those
used above



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

62

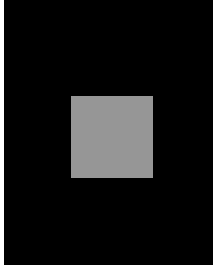
Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

63

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja



Kateri siv kvadrat je svetlejši?

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

64

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja

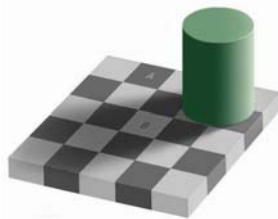
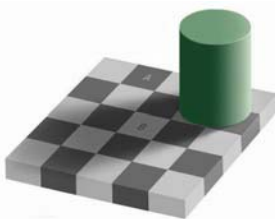


Ali sta siva kvadrata mogoče enake barve?

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

65

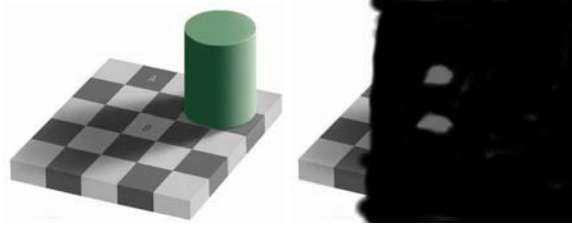
Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja



BR: Vpliv svetlobe na ljudi

66

Svetloba in psiha - stalnost zaznavanja



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

67

Svetloba in psiha - 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.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

68

Svetloba in psiha - čustva



Dobra svetloba ustvarja dobro počutje

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

69

Ugodna svetloba



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

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

70

Moteči vplivi svetlobe

Tako kot povsod, tudi pri svetlobi ni vse samo dobro. Svetloba ima lahko tudi negativne učinke:

Bleščanje, Odsev (refleksno bleščanje), Senčnost, Dvojna svetloba, Utripanje.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

71

Bleščanje

Oči se adaptirajo na srednjo svetlost okolice tako, da ima opazovani objekt ravno toliko (od okolice) različno svetlost, da ga še opazimo.

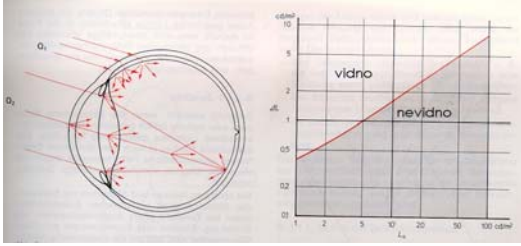
Če se v vidnem polju pojavi zelo svetel objekt, povzroči "njegova" svetloba, ki se razprši v očesu (zastirajoča svetlost), dvig adaptacijskega nivoja in zato predmeta ne opazimo več.

Govorimo o fiziološkem bleščanju, katerega vpliv na zmanjšanje vidnih sposobnosti se da izmeriti (zastirajoča svetlost znaša 1-2% svetlosti dela vidnega polja v katerem se nahaja opazovani predmet).

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

72

Bleščanje



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

73

Bleščanje

Če je zastirajoča svetlost, ki jo povzroča bleščeči predmet, manjša od 1% svetlosti v delu vidnega polja, kjer se nahaja opazovani predmet, ne zmanjša vidne sposobnosti.

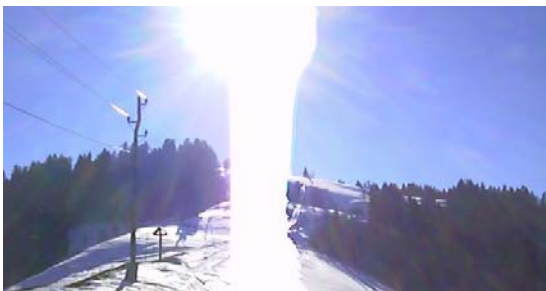
Vendar tak predmet še vedno moti opazovalca. Ker ima večjo svetlost od opazovanega predmeta, nenehno priteguje pozornost in s tem povzroča hitrejšo utrujenost in manjšo koncentracijo.

V tem primeru govorimo o psihološkem bleščanju.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

74

Bleščanje



EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

75

Odsev (refleksno bleščanje)

Gre za bleščanje, ki ga povzroča svetloba, ko se odbije od gladkih (zrcalnih) predmetov.



BR: Vpliv svetlobe na ljudi

76

Sence

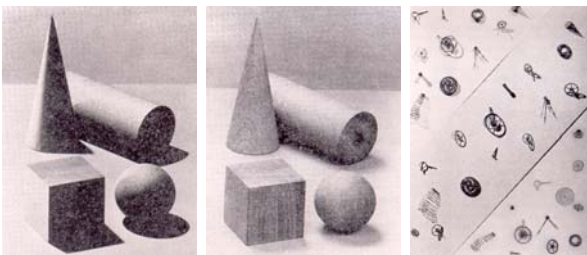
Sence omogočajo lažje zaznavanje tridimenzionalnih predmetov. Vendar, če so pretemne, lahko popačijo sliko predmeta.



BR: Vpliv svetlobe na ljudi

77

Sence



BR: Vpliv svetlobe na ljudi

78

Dvojna svetloba

O dvojni svetlobi govorimo, ko imamo v prostoru dva prostorsko ločena vira z različnima barvama svetlobe. Zaradi tega je videz predmeta in senc odvisen od trenutnega položaja predmeta v prostoru.

Dvojna svetloba povzroča utrujenost, pekoče oči in glavobol.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

79

Utripanje svetlobe

Če jakost svetlobe ni konstantna ampak svetloba utripa, povzroča podobne težave kot dvojna svetloba. Poleg tega se lahko pojavi tudi **stroboskopski efekt**, ki onemogoča pravilno zaznavanje premikajočih ali vrtečih se predmetov.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

80

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 je ravno dovolj, deluje pozitivno in stimulirajoče, če pa je je premalo ali preveč ali pa ni pravilno razporejena pa deluje negativno in utrujajoče.

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

81

Svetloba in delo

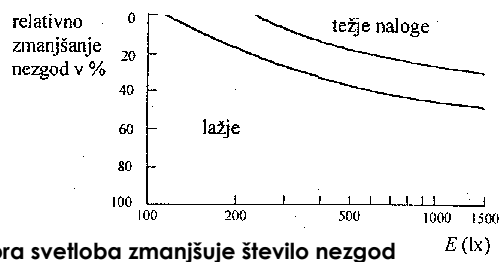
Svetloba pa lahko tudi moti delo, če:

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

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

82

Svetloba in delo

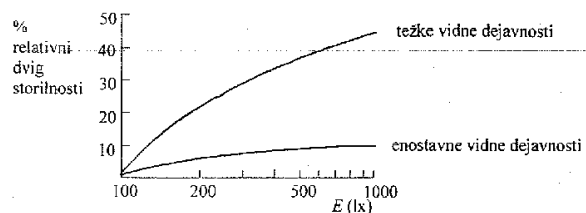


Dobra svetloba zmanjšuje število nezgod

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

83

Svetloba in delo

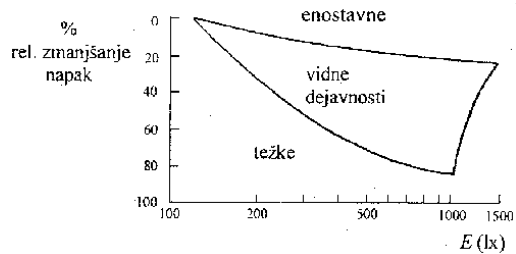


Z ustrezno osvetljenostjo lahko dosežemo večjo storilnost dela

EIR: Vpliv svetlobe na ljudi

84

Svetloba in delo

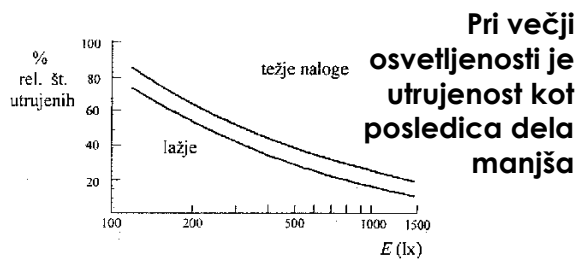


Ustrezna svetloba zmanjšuje število napak pri delu

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

85

Svetloba in delo



Pri večji osvetljenosti je utrujenost kot posledica dela manjša

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

86

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%.

BR: Vpliv svetlobe na ljudi

87

... in še:



Vprašanja?

EUR: Vpliv svetlobe na ljudi

88
