

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

Elektrotehnika in varnost Razsvetljava

Svetlobni viri in svetilke

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

Viri svetlobe

Uporaba našega čutila za vid in s tem naš kontakt z okolico sta neločljivo povezana s svetlobo.

Sonce kot vir svetlobe, ki nas spremlja vse od naših začetkov ima eno veliko pomanjkljivost: ponoči ne sveti.

Da bi podaljšal dan in s tem imel več možnosti za delo, zabavo, razvoj ..., je človek že zelo zgodaj začel uporabljati umetne vire svetlobe.

Danes je razsvetljava z umetnimi viri svetlobe nepogrešljivi del našega življenja

BR: Svetlobni viri in svetilke

2

Delitev svetlobnih virov



Svetlobne vire lahko delimo po različnih kriterijih:

primarni in sekundarni ;
temperaturni in luminiscenčni;
naravni in umetni.

BR: Svetlobni viri in svetilke

3

Naravni svetlobni viri



Sonce ja primarni temperaturni naravni vir svetlobe.

Naravni viri pa so tudi: **mesec, nebo, okno, svetlobnik ...**

Ker pa gre v vseh teh primerih za svetlobo sonca, so to sekundarni naravni viri.

EIR: Svetlobni viri in svetilke

4

Dnevna svetloba - lastnosti

- Dnevni ritem: zjutraj šibka svetloba, ki nato narašča do poldneva, nato pa ponovno pada proti večeru.
- Svetloba prihaja od zgoraj in od strani.
 - Položaj svetlobnega vira se s časom spreminja, saj sonce "potuje" od vzhoda proti zahodu.
- Zelo hitre spremembe osvetljenosti zaradi vremena (oblaki).

EIR: Svetlobni viri in svetilke

5

Dnevna svetloba

Dnevna svetloba ima svoje **prednosti** (večje osvetljenosti, ustrezna svetlost prostorov, dnevni ritem, ugodni tehnični parametri, varčevanje z energijo, ...)

pa tudi **slabosti** (hitro spreminjanje, močne sence, omejeno trajanje, potrebe po ogrevanju in klimatizaciji, bleščanje, ...)

vendar je **dnevna svetloba tisto, na kar smo se navadili med evolucijo, zato je zaželeno, da tudi umetna svetloba posnema dnevno svetlobo.**

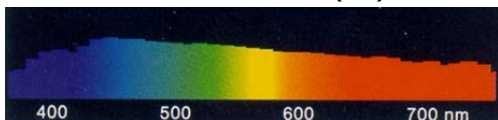
EIR: Svetlobni viri in svetilke

6

Dnevna svetloba - parametri

Dnevno svetlobo lahko opišemo z določenimi tehničnimi parametri:

Spektralna sestava: **celoten spekter**, prevladujejo modri in vijolični odtenki, vendar razlike niso izrazite. Spekter se rahlo spreminja z časom dneva (leta) in vremenom..



BR: Svetlobni viri in svetilke

7

Dnevna svetloba - parametri

Dnevno svetlobo lahko opišemo z določenimi tehničnimi parametri:

Temperatura barve: **se spreminja tekom dneva.**

Povprečje je približno 6500 K (na ekvatorju), pri nas pa nekoliko manj (5000 K).



BR: Svetlobni viri in svetilke

8

Dnevna svetloba - parametri

Dnevno svetlobo lahko opišemo z določenimi tehničnimi parametri:

Indeks barvnega videza: **100.**

Dnevna svetloba predstavlja referenčni vir za faktor primerljivosti barve.



Sonca je referenčni svetlobni vir za določevanje indeksa barvnega videza pri barvni temperaturi nad 5500 K, pod to barvno temperaturo uporabljamo kot referenčni vir navadno žarnico.

BR: Svetlobni viri in svetilke

9

Umetni svetlobni viri

Zgodovina umetnih virov svetlobe je skoraj tako dolga kot zgodovina človeštva:

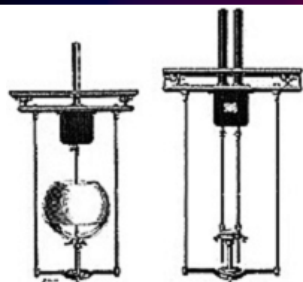


Ogenj: 400.000 BC
Očlenke: 13.000 BC
Sveče: 400
Plinske svetilke: 1792
Obločnice: 1809
Petrolejke: 1853
Žarnice: 1879
Sijalke: 1901

BR: Svetlobni viri in svetilke

10

Umetni svetlobni viri - zgodovina



**Obločnica
(1809)**

Tega leta anglež Davy predstavi svetilko z ogljeno obločnico. Pri njej sveti električni oblok, ki gori prosto v zraku med dvema ogljenima elektrodama.

BR: Svetlobni viri in svetilke

11

Umetni svetlobni viri - zgodovina



**Edisonova žarnica
(1879)**

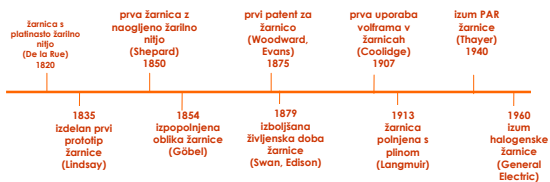
Njegova prva žarnica je nastala na podlagi Woodward-Evansovega patenta. Uporablja naoljeno bombažno nit v vakuumu in deluje 45 ur. Leta 1880 Edison dobi patent, vendar mu ga 1883 zaradi Swanove tožbe vzamejo.

BR: Svetlobni viri in svetilke

12

Umetni svetlobni viri - zgodovina

Potek razvoja žarnice (1820-1960)



BR: Svetlobni viri in svetilke

13

Umetni svetlobni viri - zgodovina

VT Hg sijalka (1901)



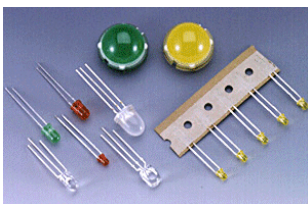
Tega leta je bila predstavljena prva VT sijalka z živosrebrno paro. Njena svetloba je bila modro-zelene barve. Prva VT Hg sijalka podobna današnjim pa je bila predstavljena 1934.

BR: Svetlobni viri in svetilke

14

Umetni svetlobni viri - zgodovina

LED dioda (1965)



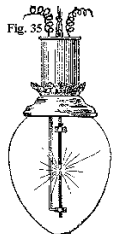
LED dioda je polprevodniški element, ki pri prevajanju toka skozi zaporno plast oddaja svetlobo. Prve LED so bile rdeče, danes pa poznamo tudi LED drugih barv (tudi bele).

BR: Svetlobni viri in svetilke

15

Električni umetni svetlobni viri

Med električne svetlobne vire danes prištevamo:



OBLOČNICE: pri katerih gori električni oblak v zraku

ŽARNICE: ki oddajajo svetlobo zaradi segrete kovinske žarilne nitke - temperaturno sevalo

SIJALKE: pri katerih je vir svetlobe razelektritev v plinu in fluorescenca

LED DIODE: ki svetiljo ob prevajanju toka skozi polprevodnik

BR: Svetlobni viri in svetilke

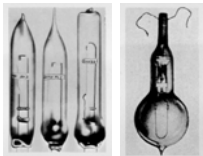
16

Žarnice



Žarnice delujejo na principu termičnega sevala.

Večina energije gre v toploto, le 5-15% v svetlobo.



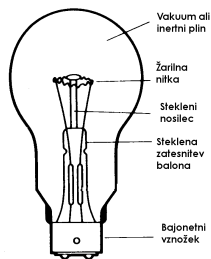
Svetlobni izkoristek skozi zgodovino: od 3 lm/W do 20 lm/W

Dve glavni vrsti žarnic: navadne in halogene

BR: Svetlobni viri in svetilke

17

Navadna žarnica



Žarilna nitka iz volframa.

Zaradi manjšega hlajenja je žarilna nitka zvita v dvojno ali trojno spiralo.

Temperatura barve: 2700 K.

Električni tok, ki teče skozi žarilno nitko jo zaradi upornosti segreje na približno 2700 K.

Življenjska doba: cca. 1000 ur.

Indeks barvnega videza: 100.

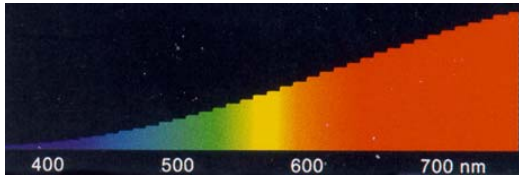
BR: Svetlobni viri in svetilke

18

Navadna žarnica

Barvni spekter vsebuje vse valovne dolžine, modre barve so slabo zastopane, povdajene pa so rdeče barve, spekter ima vrh v IR področju.

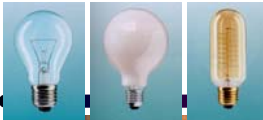
V svetlobo se pretvori okoli 5% električne energije
Svetlobni izkoristek: 13 lm/W



EIR: Svetlobni viri in svetilke

19

Navadna žarnica



EIR: Svetlobni viri in svetilke

20

Halogena žarnica

Pri halogenski žarnici se stekleni balon poleg z inertnim plinom polni tudi z halogenim elementom (jod, brom, ..)

V žarnici nastane krožni proces, ki podaljša življenjsko dobo in omogoči, da žarilna nitka deluje na višji temperaturi.

Daljša življenjska doba: 2000-3500 ur
Višja temperatura barve: 3000 K.



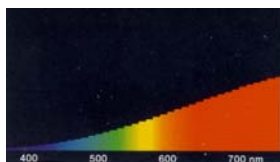
EIR: Svetlobni viri in svetilke

21

Halogena žarnica

Barvni spekter vsebuje vse valovne dolžine. V primerjavi z spektrom navadne žarnice je vrh premaknjen proti manjšim valovnim dolžinam, vendar še vedno v IR področju.

Indeks barvnega videza:
odličen (95-100)
Svetlobni izkoristek: 25 lm/W



IR: Svetlobni viri in svetilke

22

Halogena žarnica



IR: Svetlobni viri in svetilke

23

Žarnice

Žarnice (navadne in halogene) lahko priključimo direktno na vir napetosti

Izdelane so za različne napetosti:
normalne napetosti (230 V, 110 V)
male napetosti (6 V, 12 V, 24 V)

Žarnice za male napetosti običajno priključujemo na omrežje preko transformatorjev (klasičnih, toroidnih, elektronskih)



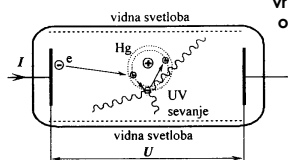
IR: Svetlobni viri in svetilke

24

Sijalke

Sijalke delujejo na principu razelektritve v plinu.

Elektroni se pri prehodu skozi plin zaletavajo v atome plina in pri tem izbijajo druge elektrone na višje oble. Ko se ti elektroni vrnejo nazaj v svojo orbito, oddajo odvečno energijo v obliki fotona - svetlobe.



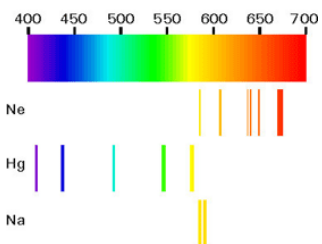
Oddana svetloba je lahko v vidnem ali v UV delu spektra.

BR: Svetlobni viri in svetilke

25

Sijalke

Različni plini oddajajo različno barvo svetlobe:



neon - rdeča
živo srebro - modrikasta
natrij - rumena
xenon - bela

Nastala svetloba ima izrazit črtni spekter.

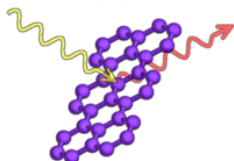
BR: Svetlobni viri in svetilke

26

Sijalke

Ker nekateri plini (živo srebro) oddajajo velik del svetlobe v UV delu spekta, s posebnim fluorescenčnim premazom na notranji strani cevi UV svetlobo pretvorimo v vidno svetlobo.

Uporabljajo se praški na osnovi redkih zemelj ali na osnovi halofosfatov ali aluminatov.



barij-magnezijev-aluminat
cinkov-silikat
kalcijev-borat

BR: Svetlobni viri in svetilke

27

Sijalke

Plin je specifičen prevodnik:

- potrebna je visoka napetost, da pride do vžiga prevajanja skozi plin;
- ima inverzno uporovno karakteristiko, zato je potrebno tok skozi plin stabilizirati z zunanjo napravo.

Sijalke potrebujejo predstikalno napravo, ki omogoča vžig in/ali stabilizacijo toka v fazi gorenja.

Uporablja se:

- Elektromagnetne PN (dušilka, starter, transformator, upor)
 - Elektronske predstikalne naprave

V primeru uporabe NF predstikalnih naprav imajo sijalke stroboskopski efekt.

Sijalke

Sijalke lahko delimo na:

Nizkotlačne sijalke

- tlak: 0,1 ... 10 mbar
- filna in oblačna razelektritev v plinu
 - Barvni spekter: izrazito linijski
- vžig: visoka napetost oziroma predgretje in VN impulz
- omejitev toka: upor, transformator s stresanim poljem oziroma dušilka, VF elektronska predstikalna naprava

Sijalke

Sijalke lahko delimo na:

Visokotlačne sijalke

- tlak: 0,1 ... 30 bar
- oblačna razelektritev v plinu
 - Barvni spekter: linijski in zvezni
- vžig: pomožna razelektritev, napetostni impulz, VF VN predstikalna naprava
- omejitev toka: dušilka s paralelnim kompenzacijskim kondenzatorjem

Sijalke

Visokotlačne proti nizkotlačnim sijalkam

- Imajo višji tlak plina v gorilniku, zato je temperatura plina višja.
 - Gorilnik je iz posebnega stekla ali keramike.
 - Boljši svetlobni izkoristek.
 - Manjši delež UV svetlobe.
 - Daljši zagonski časi.- Po ugasnitvi se jih ne da takoj vključiti.



EIR: Svetlobni viri in svetilke

31

Fluorescenčna sijalka

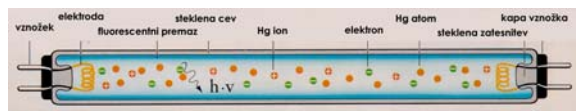
Uporabljen plin: živosrebrna (HG) para.

Ker je Hg pri sobnih temperaturah tekoč, se cev dodatno polni z žlahtnim plinom (kripton, argon), ki zagotovi začetno segrevanje notranjosti.

Energija: 3% vidna svetloba, 63% UV svetloba, 34% toplota

63% UV svetloba: 25% vidna svetloba, 38% toplota

28% vidna svetloba, 34% IR svetloba, 38% izgubna toplota



EIR: Svetlobni viri in svetilke

32

Fluorescenčna sijalka

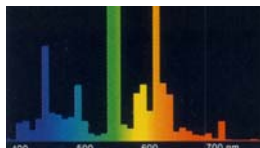
Izrazito črtni spekter.

Barva svetlobe: poljubna (2700 - 6500 K), odvisno od fluorescenčnega premaza cevi.

Indeks barvnega videza: med 60 in 95.

Svetlobni izkoristek: 96 do 104 lm/W.

Življenjska doba: 10.000 do 12.000 ur.



EIR: Svetlobni viri in svetilke

33

Fluorescenčna sijalka

Predstikalna naprava:

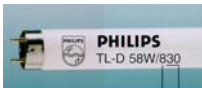
- elektromagnetna: dušilka in starter
 - elektronska (visokofrekvenčna)
- elektronska regulacijska (na podlagi spreminjanja frekvence)



BR: Svetlobni viri in svetilke

34

Fluorescenčna sijalka



BR: Svetlobni viri in svetilke

35

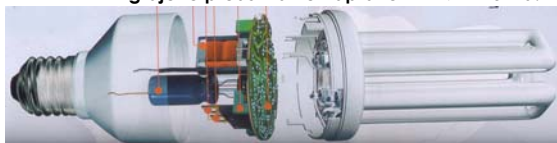
Kompaktna fluorescenčna sijalka

Po principu delovanja: fluorescentna sijalka.

10% manjša poraba energije kot fluo. cevi.

Življenjska doba: 8000 ur, vendar pri 20.000 vklopih le še 3000 ur.

Direktna zamenjava za navadno žarnico zaradi vgrajene predstikalne naprave in E27 vzožka.



BR: Svetlobni viri in svetilke

36

Kompaktna fluorescenčna sijalka

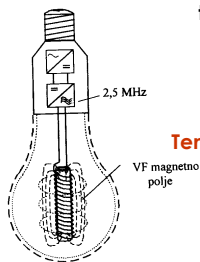


BR: Svetlobni viri in svetilke

37

Indukcijska sijalka

Do žarenja pline ne pride zaradi prevajanja toka, temveč zaradi VF magnetnega polja.



Izredno dolga življenjska doba:

60.000 ur

Izkoristek: 65 lm/W

Temperatura barve: med 2700 in 4000 K

fluorescentni premaz

Indeks barvnega videza: 80

Moči do 165 W

BR: Svetlobni viri in svetilke

38

Indukcijska sijalka



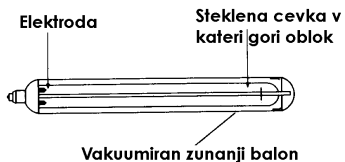
BR: Svetlobni viri in svetilke

39

Nizkotlačna natrijeva sijalka

Svetilni plin: natrij (Na) pri nizkem tlaku. Za vžig se v gorilnik dodaja tudi žlahtne pline.

Obratovalna temperatura: 290°C (potrebna je dobra toplotna izolacija)



Življenjska doba:
16.000 ur.

Moči do 180 W

EIR: Svetlobni viri in svetilke

40

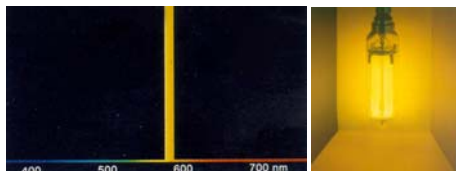
Nizkotlačna natrijeva sijalka

Monokromarska svetloba: rumena 589 nm in 589,6 nm.

Najboljši izkoristek: do 200 lm/W.

Temperatura barve: 1750 K.

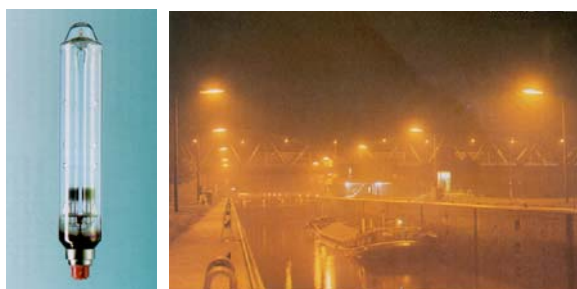
Indeks barvnega videza: <40.



EIR: Svetlobni viri in svetilke

41

Nizkotlačna natrijeva sijalka

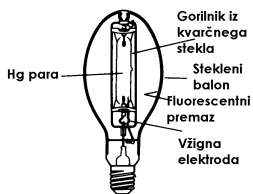


EIR: Svetlobni viri in svetilke

42

Visokotlačna živosrebrna sijalka

Deluje podobno kot fluorescenčna sijalka, le da ima manjši delež UV svetlobe - vseeno ima fluorescentni premaz.

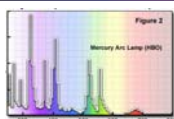


Svetlobni izkoristek: do 60 lm/W.
Življenjska doba: >15.000 ur.
Moči do 400 W

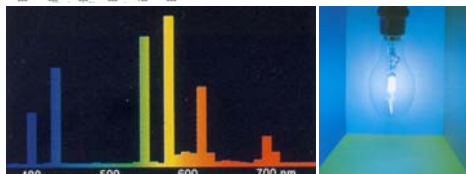
EIR: Svetlobni viri in svetilke

43

Visokotlačna živosrebrna sijalka



Izrazit črtni spekter.
Indeks barvnega videza: 23 - 55.
Temperatura barve: 2000 - 4000 K.



EIR: Svetlobni viri in svetilke

44

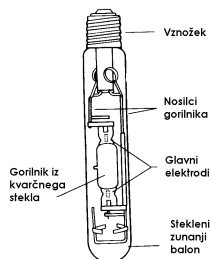
Visokotlačna živosrebrna sijalka



EIR: Svetlobni viri in svetilke

45

Kovinsko halogenidna sijalka



Temelji na VT Hg sijalki, vendar so v gorilnik dodani kovinski halogenidi - redke zemlje: disprozij, holmij, tulij, ... pa tudi cin, natrij, litij, indij.

Ima manj UV svetlobe, zato nima fluorescentnega premaza. Barvo svetlobe določamo z dodatki.

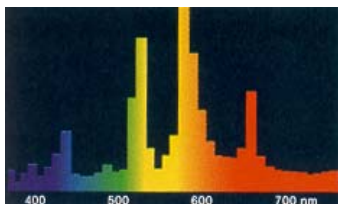
Izkoristek: 67 do 95 lm/W.
Življenjska doba: 15.000 ur.

BR: Svetlobni viri in svetilke

46

Kovinsko halogenidna sijalka

Temperatura barve: 3000 - 6000 K.
Indeks barvnega videza: do 95.
Moč do 2000 W.



Zaradi dodatkov dobimo zvezni spekter s poudarjenimi Hg črtami.

BR: Svetlobni viri in svetilke

47

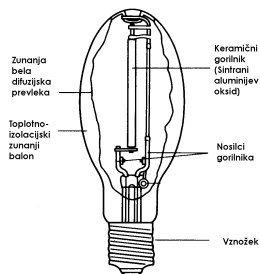
Kovinsko halogenidna sijalka



BR: Svetlobni viri in svetilke

48

Visokotlačna natrijeva sijalka



Delujejo pri tlaku 0,25 bara in temperaturi 1000 K.

Svetloba je bolj bela in ni monokromatska.

Izkoristek: 95 do 150 lm/W.

Življenjska doba: do 24.000 ur.

Moč do 1000 W.

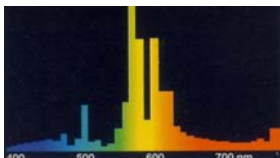
EIR: Svetlobni viri in svetilke

49

Visokotlačna natrijeva sijalka



Temperatura barve: 2200 K.
Indeks barvnega videza: 20 - 65.



Zaradi višjega tlaka v gorilniku dobimo poleg izrazitih Na črt tudi zvezni del spektra

EIR: Svetlobni viri in svetilke

50

Visokotlačna natrijeva sijalka



EIR: Svetlobni viri in svetilke

51

Žarnica za mešano svetlobo

Mešanec med VT Hg sijalko in navadno žarnico:
namesto upora pred pomožno elektrodo ima žarilno nitko za vžig in stabilizacijo toka. Ne potrebuje posebne predstikalne naprave, zato predstavlja direktno zamenjavo za žarnico.

Izkoristek: 30 lm/W.
Življenjska doba 5000 ur.
Moč do 160 W.

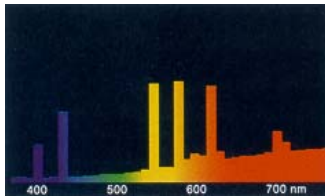
EUR: Svetlobni viri in svetilke

52

Žarnica za mešano svetlobo

Boljši indeks barvnega videza: do 70
Temperatura barve: 3400 K.

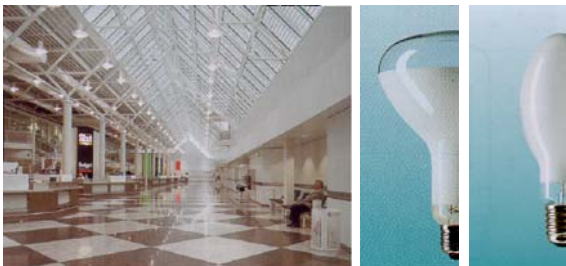
Zaradi žarilne nitke ima zvezen spekter s poudarjenimi rdečimi barvami.



EUR: Svetlobni viri in svetilke

53

Žarnica za mešano svetlobo

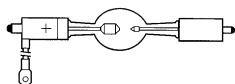


EUR: Svetlobni viri in svetilke

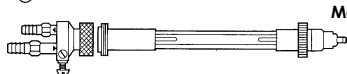
54

Visokotlačna xenonska sijalka

Delujejo pri tlaku 1 bara
(dolge) oziroma pri tlaku do
30 barov (kratke) in pri
temperaturi do 500 °C
Svetloba je bela.



Izkoristek: 25 do 40 lm/W.
Življenjska doba: do 3.000 ur.



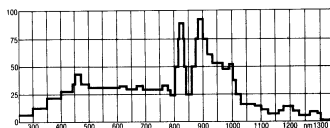
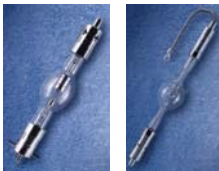
Moč do 10.000 W (75.000W).

EIR: Svetlobni viri in svetilke

55

Visokotlačna xenonska sijalka

Temperatura barve: 6000 do 6500 K.
Indeks barvnega videza: do 100.



EIR: Svetlobni viri in svetilke

56

Avtomobilska VT sijalka

V avtomobilskih xenonskih
žarometih se ne uporablja VT
xenonskih sijalk ampak VT
metal-halogenidne sijalke

(D2S)

in seveda
ustrezno
predstikalno
napravo.



EIR: Svetlobni viri in svetilke

57

Žveplova sijalka

Sijalka je brez elektrod. Plin (žveplova para) se vzbudi s pomočjo mikrovalov (potreben je magnetron). Za vžig se v gorilnik dodaja argon



Velikost: premer 36 mm.

Potrebna je stalna rotacija in prisiljeno hlajenje sijalke. Žveplova sijalka je bila razvita med 1986 in 1990, pred porazdelitev podobno občutljivosti človeškega očesa.

BR: Svetlobni viri in svetilke

58

Žveplova sijalka

Žveplova sijalka je bila razvita med 1986 in 1990, predvsem zaradi tega, ker ima spektralno porazdelitev podobno občutljivosti človeškega očesa.

Nazivna moč sijalke: 1000W (1375W)

Izkoristek: 130 (95) lm/W.

Življenjska doba 60.000 ur, magnetron 20.000 ur.

BR: Svetlobni viri in svetilke

59

Žveplova sijalka

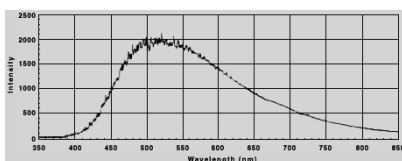
Nazivna moč sijalke: 1000W (1375W)

Izkoristek: 130 (95) lm/W.

Življenjska doba 60.000 ur, magnetron 20.000 ur.

Temperatura barve: 6000 K.

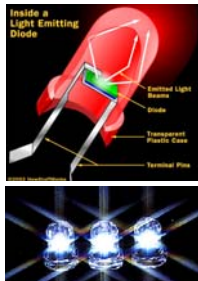
Indeks barvnega videza: 79.



BR: Svetlobni viri in svetilke

60

LED (svetleče diode)

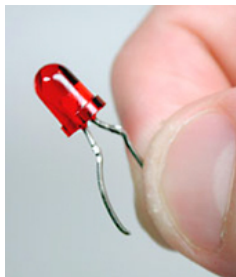


BR: Svetlobni viri in svetilke

Svetloba pri LED diodi nastane, ko elektron preide iz prevodnega pasu v valenčni pas. Pri določenih polprevodnikih se pri tem sprosti toplotna energija (Si), pri drugih pa svetlobna (GaAs, GaP)

61

LED (svetleče diode)



BR: Svetlobni viri in svetilke

• Razvoj LED diod

- 1967 1. LED dioda (rdeča)
- 1973 Rumeno – zelena LED dioda
- 1975 Rumena LED dioda
- 1978 Rdeča LED dioda, ki je za razliko od prejšnje že oddajala močno svetlobo
- 1993 Modra LED dioda
- 1997 Bela LED dioda (modra LED dioda + fosfor)
- 2001 Bela LED dioda (UV LED + fosfor)

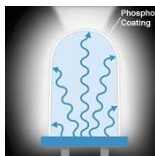
62

LED (svetleče diode)

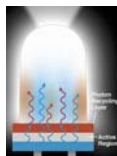
Bela LED dioda



Mešanje svetlobe rdeče, zelene in modre LED



LED z UV svetlobo in fosforna prevleka

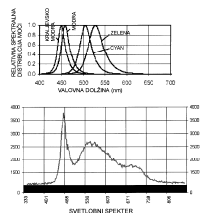


LED z UV modro svetlobo in filtrom, ki modro svetlobo pretvori v oranžno

BR: Svetlobni viri in svetilke

63

LED (svetleča dioda)



Izkoristek: do 200 lm/W.
Življenjska doba 50.000 ur.
Temperatura barve: poljubna
Indeks barvnega videza: 80-90

EIR: Svetlobni viri in svetilke

64

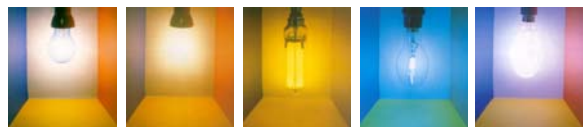
LED (svetleča dioda)



EIR: Svetlobni viri in svetilke

65

Indeks barvnega videza



Sončna svetloba Navadna žarnica Natrijeva NT sijalka VT Hg sijalka Natrijeva VT sijalka



EIR: Svetlobni viri in svetilke

66

Svetilke

Svetilka je namenjena trem glavnim stvarem:

- razdeljevanju, filtriranju in spreminjanju svetlobe;
- pritrditvi, nošenju in zaščiti svetlobnega vira;
- napajanju oziroma priključitvi svetlobnega vira na električno omrežje.

EIR: Svetlobni viri in svetilke

67

Naloge svetilke

- Povezati svetlobne vire z omrežjem;
- usmerjati, porazdeljevati in filtrirati (včasih) svetlobo;
- predstavljati zaščito pred bleščanjem;
- vzdrževati obratovalno temperaturo vira v predpisanih mejah;
- omogočiti primerno namestitvev in vzdrževanje;
- ščititi pred dotikom, tujki, prahom in vodo;
- ustrezati arhitekturi oziroma opremi prostora in biti gospodarna.

EIR: Svetlobni viri in svetilke

68

Zahteve za svetilke



Svetilke morajo ustrezati:

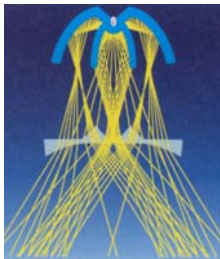
- svetlobnotehničnim zahtevam,
- mehanskim zahtevam,
- električnim zahtevam in
- oblikovnim zahtevam.

EIR: Svetlobni viri in svetilke

69

Zahteve za svetilke

Svetlobnotehnične zahteve:



BR: Svetlobni viri in svetilke

- ustrezna porazdelitev svetlobnega toka,
- ustrezna porazdelitev svetilnosti,
- omejitev bleščanja in
- dober izkoristek.

70

Zahteve za svetilke

Mehanske zahteve:



BR: Svetlobni viri in svetilke

- ustrezna mehanska trdnost,
- odpornost na toploto, kemijske vplive, sončno svetlobo,
- zaščita pred vdorom tujkov in vlage (vode)
- enostavna konstrukcijska izvedba (lahko montaža in vzdrževanje) in
- trajnost.

71

Zahteve za svetilke

Električne zahteve:



BR: Svetlobni viri in svetilke

- obratovalna zanesljivost,
- zaščita pred previsoko napetostjo dotika,
- zaščita pred radijskimi motnjami,
- enostavna konstrukcija (enostavna montaža in vzdrževanje) in
- dolga življenjska doba delov.

72

Elementi svetilk



ER: Svetlobni viri in svetilke

Osnovni elementi svetilke so:

- svetlobnotehnični elementi,
- mehanski elementi,
- električni elementi.

73

Elementi svetilk



ER: Svetlobni viri in svetilke

Svetlobno tehnični elementi

so namenjeni usmerjanju, razprševanju, odsevanju, prepuščanju ali omejevanju svetlobe:

- odsevník (reflektor)
- refraktor (razprševalec)
- kapa ali raster

Izdelani so lahko iz odsevnih ali presevnih materialov različnih lastnosti.

74

Elementi svetilk



ER: Svetlobni viri in svetilke

Mehanski elementi

so lahko nosilni oz. pritrdilni deli svetilke ali elementi namenjeni za zaščito svetlobnih virov:

- ohišje
- nosilna konstrukcija
- priprave za obešanje in pritrditev
- zaščitna stekla in mreže
- naprava za fokusiranje.

75

Elementi svetilk

Električni elementi

se uporabljajo za priključitev svetlobnega vira na el. omrežje, za izboljšanje faktorja moči ter za zaščito pred radijskimi motnjami:

- okovi (vznoški)
- predstikalna naprava
- notranje ožičenje
- kondenzatorji
- stikala ...

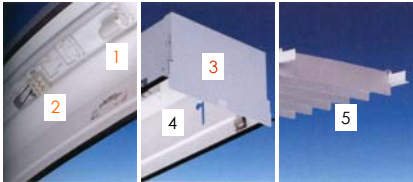


ElR: Svetlobni viri in svetilke

76

Elementi svetilk

1. starter
2. priključna sponka
3. ohišje
4. reflektor
5. raster



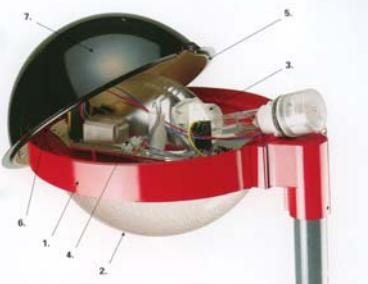
svetlobnotehnični
mehanski
električni

ElR: Svetlobni viri in svetilke

77

Elementi svetilk

1. nosilni element
2. kapa
3. reflektor
4. predstikalna naprava
5. odpiranje brez orodja
6. tesnilo
7. pokrov



svetlobnotehnični
mehanski
električni

ElR: Svetlobni viri in svetilke

78

Delitev svetilk

Glede na vrsto in število svetlobnih virov: **žarnice, sijalke**.

Glede na mesto uporabe: **znotraj, zunaj**.

Glede na porazdelitev svetlobnega toka: **direktne, indirektne**.

Glede na izdelavo: **zaprte in odprte**.

Glede na vrsto zaščite pred **vdorom tujkov in vode**.

Glede na vrsto zaščite pred **previsoko napetostjo dotika**.

Glede na

BR: Svetlobni viri in svetilke

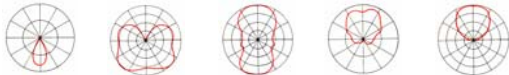
79

Porazdelitev svetlobnega toka

Glede na porazdelitev svetlobnega toka so svetilke lahko:

- direktne
- pretežno direktne
- direktno indirektne
- pretežno indirektne
- indirektne

	Spodnji polprostor Φ (%)	Zgornji polprostor Φ (%)
A direktna	90-100	10-0
B pretežno direktna	60-90	40-10
C direktno indirektna	40-60	60-40
D pretežno indirektna	10-40	90-60
E indirektna	0-10	100-90



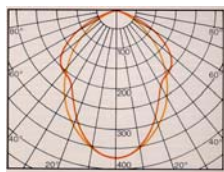
BR: Svetlobni viri in svetilke

80

Prostorska porazdelitev svetilnosti

Zelo pomembna za projektiranje razsvetljave.

V polarnem diagramu podajamo svefilnost svetilke v določeni smeri in v določeni ravnini.



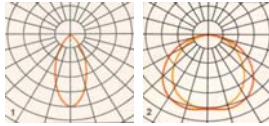
BR: Svetlobni viri in svetilke

81

Prostorska porazdelitev svetilnosti



Reflektorske svetilke imajo ožjo krivuljo porazdelitve svetilnosti od svetilk za splošno razsvetljavo.



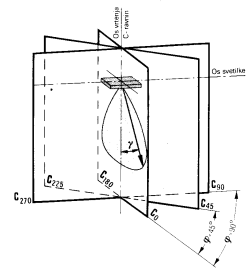
Porazdelitev je lahko:

- rotacijsko simetrična
- rotacijsko asimetrična

EIR: Svetlobni viri in svetilke

82

Prostorska porazdelitev svetilnosti



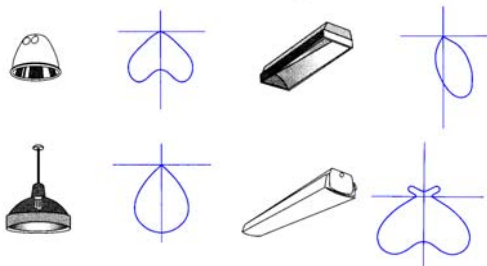
Ločimo 3 sisteme polarnih diagramov za prikaz porazdelitve svetlosti.

C-sistem ravnin

EIR: Svetlobni viri in svetilke

83

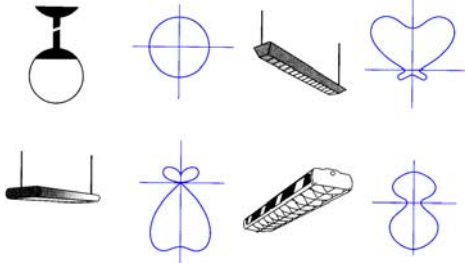
Prostorska porazdelitev svetilnosti



EIR: Svetlobni viri in svetilke

84

Prostorska porazdelitev svetilnosti



EIR: Svetlobni viri in svetilke

85

Izkoristek svetilke

Izkoristek svetilke pove, kakšen delež svetlobnega toka vira, ki je v svetilki, le ta odda v prostor.

Poznamo: optični in obratovalni izkoristek svetilke.

Na izkoristek vplivajo materiali in konstrukcija svetilke.



Opalna kapa Prizmatična kapa Lamelni raster

EIR: Svetlobni viri in svetilke

86

Izkoristek svetilke

Okvirne vrednosti izkoristkov različnih svetilk za fluo-s.:

- Fluorescenčna sijalka na nosilcu ... 92%
- Svetilka z belim reflektorjem ... 70%-75%
- Svetilka z zrcalnim reflektorjem ... 71%-76%
- Svetilka z zrcalnim rastrom (širokim) ... 70%-75%
- Svetilka z zrcalnim rastrom (ozkim) ... 55%
- Svetilka z opalno kapo (stropna) ... 50%-65%
- Svetilka z prizmatično kapo (stropna) ... 60%-70%
- Svetilka s prizmatično kapo (vgradna) ... 60%-70%
- viseča svetilka (direktno-indirektna) z zrcalnim rastrom... 80%

EIR: Svetlobni viri in svetilke

87

Svetilke za zunanjo razsvetljavo



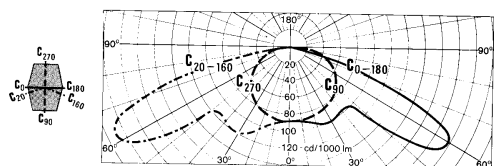
ElR: Svetlobni viri in svetilke

- Svetilke za zunanjo razsvetljavo imajo podobne naloge kot svetilke za notranjo razsvetljavo, vendar morajo izpolnjevati še:
- pogoje glede odpornosti na okolje;
 - pogoje glede svetlobnega onesnaževanja;
 - pogoje glede porazdelitve svetilnosti.

88

Svetilke za zunanjo razsvetljavo

Diagram porazdelitve svetilnosti se za cestne svetilke običajno podaja v C-ravnini.



ElR: Svetlobni viri in svetilke

89

Zaščita svetilk



Električna zaščita:

Razred 0: samo delovna izolacija;

Razred 0I: delovna izolacija in ozemljilna sponka brez možnosti priključka na zaščitni kontakt vtičnice (prenosne svetilke);



Razred I: delovna izolacija in ozemljitev kovinskih delov;



Razred II: dvojna izolacija in brez ozemljitve;

Razred III: mala napetost ($U < 42 \text{ V}$).

ElR: Svetlobni viri in svetilke

90

IP oznaka zaščite









Svetilke se izdelujejo z različno stopnjo zaščite pred vdorom prahu in vode.

IP oznaka

EIR: Svetlobni viri in svetilke

91

Oznaka protipožarne zaščite

- Dovoljena montaža na materiale z vnetiščem nad 180 °C. 
- Dovoljena montaža na (v) pohoščivo iz materialov z vnetiščem nad 180 °C. 
- Dovoljena montaža na (v) pohoščivo iz poljubnega materiala (upoštevati navodila). 
- Svetilka z omejeno temperaturo površine (pri montaži upoštevati navodila proizvajalca) 
- Dovoljen položaj montaže (horizontalno) 
- Prepovedan položaj montaže (horizontalno) 

EIR: Svetlobni viri in svetilke

92



Oznaka zaščite pred radijskimi motnjami

Svetilke z vgrajeno predstikalno napravo lahko v omrežje (ali zrak) oddajajo EM valove višjih frekvenc (radijske valove) in s tem motijo druge porabnike.

Zaradi tega je potrebno take motnje svetilk odpraviti. Svetilke brez odprave radijskih motenj je dovoljeno uporabljati le v določenih industrijskih objektih nikakor pa ne v stanovanjih.



Oznaka zaščite pred radijskimi motnjami za svetilke z fluorescenčnimi sijalkami.








Oznaka zaščite pred radijskimi motnjami za svetilke z drugimi sijalkami oziroma za svetilke z fluo sijalkami in elektronsko predstikalno napravo.

EIR: Svetlobni viri in svetilke

93




Druge oznake

- Zaščita pred poškodbo z žogo (za športne dvorane) 
- Eksplozijsko varna svetilka za uporabo v eksplozijsko ogroženih prostorih. 
- Največja dovoljena temperatura okolice (v kolikor odstopa od 25 °C). $t_a \dots ^\circ\text{C}$ 
- Prepovedana uporaba "cool beam" svetlobnih virov 
- Najmanjša dovoljena razdalja do osvetljene površine. 

EIR: Svetlobni viri in svetilke

94

Druge oznake

- ENEC - Evropski varnostni znak za svetilke in druge električne aparate, ki ga podeljujejo neodvisni preizkusni laboratoriji (10 - VDE) 
- GS - nemški znak ki potrjuje skladnost z predpisi o varnosti naprav. Vedno je zraven podan tudi preizkuševalec (VDE ali TÜV). 
- VDE - oznaka nemškega neodvisnega laboratorija za preizkušanje pod okriljem nemške zveze elektrotehnikov. 

EIR: Svetlobni viri in svetilke

95

Označevanje svetilk

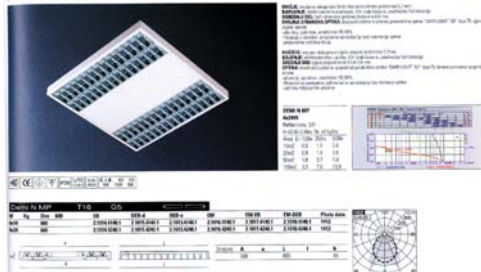
- Proizvajalec, serija, tip.
- Vrsta in število svetlobnih virov, napetost in priključna moč.
 - Porazdelitev svetlobnega toka.
 - Izkoristek svetilke.
 - Diagram prostorske porazdelitve svetilnosti.
 - Krivulja svetlosti za zaščito pred bleščanjem.
 - IP oznaka zaščite pred tujki in vodo.
 - Oznaka zaščite pred previsoko napetostjo dotika.
 - Oznaka zaščite pred radijskimi motnjami, protipožarna in eksplozijska zaščita.
 - Zaščita pred metanjem žoge.

EIR: Svetlobni viri in svetilke

96

Primer notranje svetilke

Demi N MP



BR: Svetlobni viri in svetilke

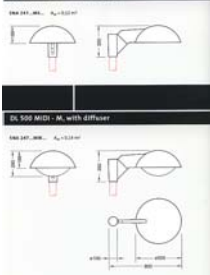
97

Primer zunanje svetilke

DL 500 MIDI - M, with plane glass



DL 500 MIDI - M, with diffuser



BR: Svetlobni viri in svetilke

98

... in še:

Vprašanja?

BR: Svetlobni viri in svetilke

99
