

**FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO**  
**GEODEZIJA-UNI 2005/2006**  
**FIZIKA**

# *VARČNE ŽARNICE*

LJUBLJANA, MAJ 2006

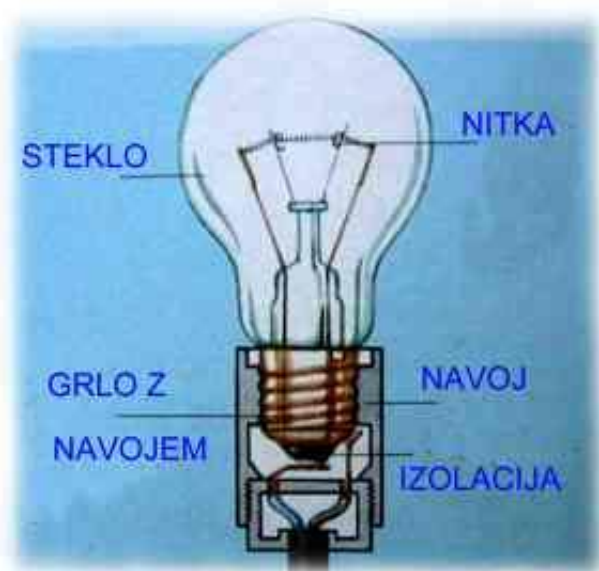
MATEJA ZUPAN

Svetlobni viri, ki jih najpogosteje uporabljamo v stanovanjskih prostorih, so: navadne žarnice z žarilno nitko, halogenske žarnice ter fluorescenčne sijalke (kompaktne fluorescenčne sijalke - varčne žarnice).

Faktorji kakovostne razsvetljave so naslednji:

- zadovoljiv nivo osvetljenosti, ki je odvisen od prostora;
- enakomernost osvetljenosti;
- izkoristek razsvetljave in porazdelitev svetlosti;
- barva svetlobe;
- barvni videz;
- omejitev bleščanja, smer vpada svetlobe in senčnost;
- ekonomičnost.

## NAVADNE ŽARNICE



Slika 1: Navadna žarnica

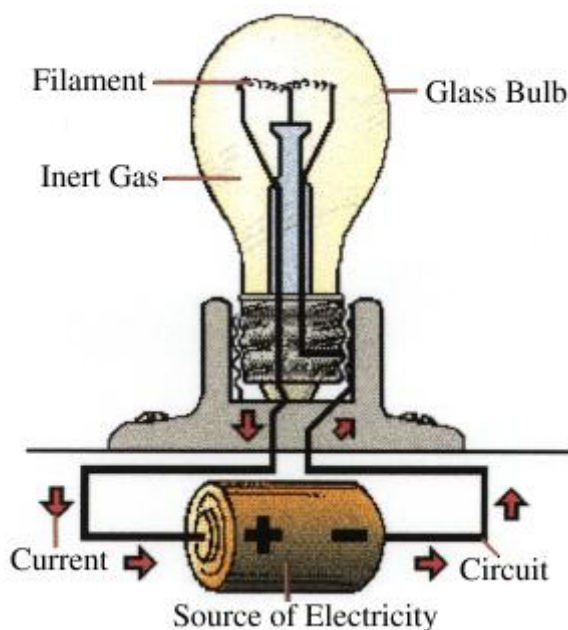
Žarnice z žarilno nitko so svetlobni viri, ki jih v stanovanjskih prostorih uporabljamo največ. Njihove dobre lastnosti so naslednje:

- nizka nabavna cena,
- enostavna montaža,
- enostavna regulacija svetlobnega toka,
- temperaturna neobčutljivost,
- število vklopov in izklopov ni bistveno za življenjsko dobo.

Ena izmed najizrazitejših negativnih lastnosti pa je njihova večja poraba energije. Imajo zelo slab svetlobni izkoristek, ki se z razmeroma kratko življenjsko dobo še zmanjšuje. Svetijo približno 1.000 ur in so predvsem električni grelniki - v svetlobo spremenijo le okoli 5 do 10 % porabljene energije.

Svetlobni izkoristek je razmerje med oddanim svetlobnim tokom (lumen - lm) in prejeto močjo (watt - W). Svetlobni tok v lumnih je celotna oddana moč svetlobnega vira, ki jo človeško oko ovrednoti kot svetlobo. Človeško oko ovrednoti kot svetlobo samo majhen del celotne energije, ki jo svetlobni vir oddaja v prostor, tj. valovne dolžine od 400 do 760 nm. Svetlobni izkoristek žarnic z žarilno nitko tako znaša med 8 in 20 lm/W.

## DELOVANJE ŽARNICE Z ŽARILNO NITKO



Slika 2: Delovanje žarnice za žarilno nitko

Princip delovanja navadne žarnice je kovinska žička, ki je električni upor. Ko po njej teče električni tok, se sprošča t.i. joulova toplota, ki žičko segreva. Segreta žička seva elektromagnetno valovanje in se s tem ohlaja. Ravnovesje med dovedeno el. močjo in močjo, ki jo žarnica izseva kot EMV, nastopi pri neki temperaturi, ki je odvisna od upornosti žičke, prepustnosti steklene bučke in sestave plinov v bučki. Spekter izsevanega valovanja je zelo širok in je močno odvisen od temperature žičke. Žička znaten delež izseva v območju infrardeče svetlobe, ki pa je človeško oko ne zazna, zato je ta delež svetlobe s stališča osvetljevanja nezaželen in nekoristen. Pri višji temperaturi žička izseva več vidne svetlobe, vendar je ta maksimalna delovna temperatura omejena z lastnostmi kovine, iz katere je narejena žička. Pri dovolj visoki temperaturi namreč kovina začne odparevati s površine, žička se zmehta, deformira in končno stali. Poleg tega lahko postanejo tudi plini v bučki (sicer inertni) reaktivni in se začnejo kemijsko vezati s kovino ali med seboj. Težave lahko nastopijo tudi pri ohišju iz stekla, ki se začne postopoma mehčati.

## FLUORESCENČNE SIJALKE



Slika 3: Fluorescenčna sijalka

Fluorescenčne sijalke veljajo kot zelo ekonomični svetlobni viri za notranjo razsvetljavo. V stanovanjskih prostorih najpogosteje srečamo ti. kompaktne fluorescenčne sijalke, ki jih na tržišču najpogosteje dobimo pod imenom "varčne žarnice". To so svetlobni viri majhnih dimenzij, ki na določenih mestih stanovanjskih prostorov nadomeščajo žarnico na žarilno nitko. Prednosti kompaktnih fluorescenčnih sijalk se v primerjavi z navadnimi žarnicam kažejo v naslednjem:

-*življenjska doba je od 8000 do 12000 ur,*

-*v primerjavi z žarnicami na žarilno nitko imajo tudi do petkrat boljši svetlobni izkoristek,*

-*energetska učinkovitost (za isti svetlobni tok porabijo do 80 odstotkov manj električne energije).*

Ker tovrstne svetlobne vire nameščamo praviloma tam, kjer so bile prej navadne žarnice z žarilno nitko, je zanimiva naslednja primerjava moči pri enaki svetilnosti za oba svetlobna vira:

Navadna žarnica z žarilno nitko (moč v W)	25	40	60	75	100	120
Kompaktna fluorescenčna žarnica – (moč v W)	5	7	11	15	20	23

Tabela 1: Primerjava moči navadne in fluorescenčne žarnice pri enaki svetilnosti

Iz tabele 1 vidimo, da je svetlobni izkoristek varčnih žarnic približno 5-krat boljši kot pri navadnih žarnicah. To pomeni, da 20 W varčna žarnica oddaja približno enak svetlobni tok kot navadna 100W navadna žarnica z žarilno nitko.

Slabe lastnosti pa so naslednje: *so kar nekajkrat dražje od navadnih žarnic na žarilno nitko, ne moremo regulirati svetlobe, niso priporočljive za uporabo na stopniščih, hodnikih in balkonih, saj na življenjsko dobo tovrstnih svetlobnih virov vpliva tudi število vklopov in izklopov.*

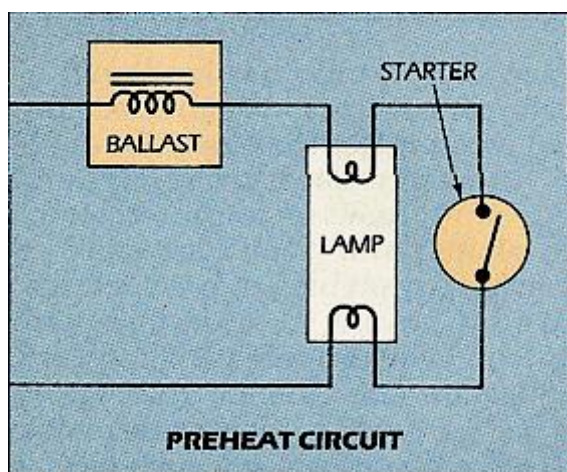
Investicija se hitreje povrne, če žarnice obratujejo več ur dnevno. Pri nakupu moramo biti izredno pozorni na barvo svetlobe, saj na tržišču obstajajo v različnih izvedbah tako imenovane barvne temperature.

Kar pomeni: Segreta telesa sevajo svetlobo z zveznim spektrom, katerega obliko oziroma vsebnost posameznih barv s svojimi valovnimi dolžinami določa temperatura telesa. Če segrevamo npr. kos železa, bo pri temperaturi 500 ° C svetloba rdečkasta, z rastočo temperaturo pa postaja svetloba vse bolj bela, kjer bomo imeli celotno mavrico barv. Podoben primer bi dobili tudi, če bi skozi žarnico povečevali tok do nazivnega toka. Barva bi se spreminjala od rdeče-rumenega spektra, nadalje bi se pokazal zeleni del, pri nazivnem toku pa bi imeli celotno mavrico barv (z največjo vsebnostjo rdečkasto-rumene barve). V fiziki imajo najpopolnejše svetilo, t.i. črno telo. Keramični votli valj, ki je od znotraj počrnjeni s sajami,

od zunaj električno segrevamo in iz drobne luknjice v krožni ploskvi izhaja votlinsko sevanje. Porazdelitev izsevanega svetlobnega toka po valovnih dolžinah je spekter črnega telesa. Višja ko je temperatura črnega telesa, bolj se pomika vrh spektra h krajšim valovnim dolžinam in bolj prevladuje v spektru modra svetloba. Tako lahko s spektrom segretega črnega telesa primerjamo spektre različnih svetlobnih virov. Žarnica ima spekter svetlobe kot segreto črno telo pri približno 2900 K, zato pravimo, da ima svetloba žarnice barvno temperaturo 2900 K. Spektralne lastnosti virov na razelektrenje (fluorescenčne sijalke oziroma varčne žarnice) se dokaj razlikujejo od lastnosti črnega sevala, saj spekter svetlobe teh virov ni zvezen, ampak imamo tako imenovane spektralne črte točno določenih valovnih dolžin. Zaradi tega takšne svetlobne vire opisujemo s tako imenovano podobno barvno temperaturo, kot jo ima črno sevalo.

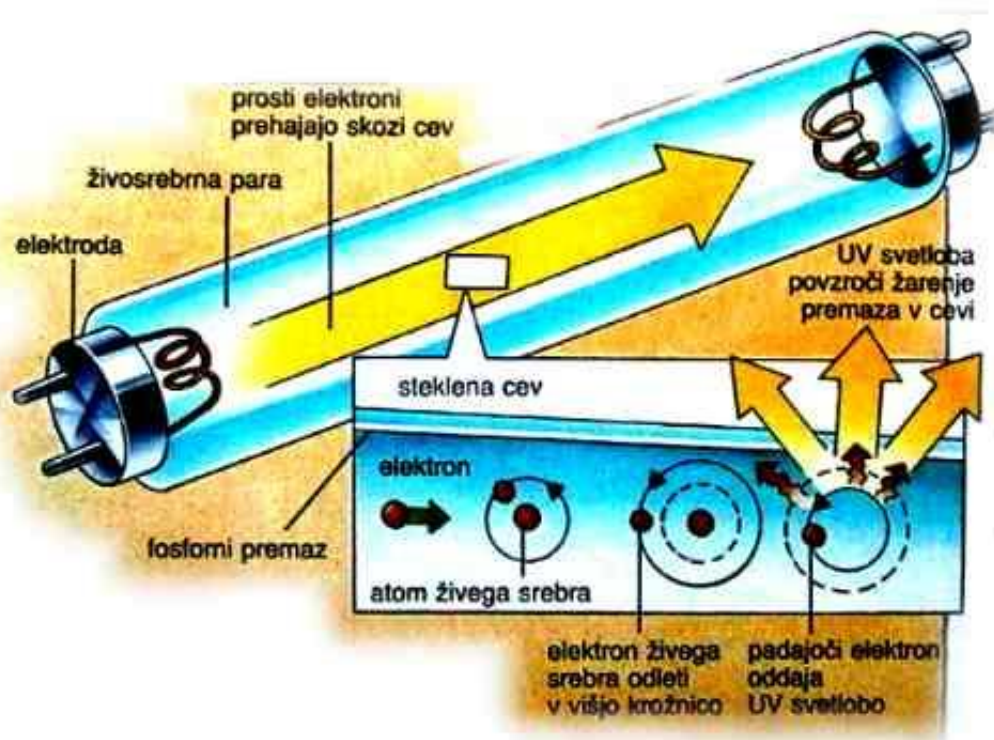
Če v istem prostoru kombiniramo varčno z navadno žarnico na žarilno nitko, moramo biti pri nakupu zelo pozorni. Kupiti moramo varčno žarnico tako imenovane tople barve s karakteristično barvno temperaturo pod 3300 K (okoli 2900 K). Če tega ne bomo upoštevali (na trgu dobimo fluorescenčne žarnice barvnih temperatur več kot 3300 K in tudi različnih kakovosti), bo lahko svetloba navadne žarnice v primerjavi s kompaktno varčno žarnico preveč drugačna, razsvetljava notranjega prostora pa zaradi tega neakovostna.

## DELOVANJE FLUORESCENČNE SIJALKE



Slika 4: Potrebne el. komponente za delovanje fluorescenčne žarnice

Za pravilno delovanje fluorescenčne žarnice je potrebno zagotoviti in povezati v skupni tokokrog: žarnico, starter in dušilko.



Slika 5: Delovanje fluorescenčne žarnice

Steklena cev fluorescenčne sijalke ima na obeh koncih pokrovčka, v katerih sta vdeleni dve žarilni nitki s po dvema elektrodama. V cevi je pri nizkem tlaku zmes plinov, predvsem živega srebra in argona. Notranja stena steklene cevi je prevlečena s svetlečo snovjo (navadno je to fosfor s primesmi), ki je najpomembnejša za barvo izsevane svetlobe. Ob zagonu se skleneta kontakta v starterju. Skozi žarilni nitki steče tok in nitki segreje do žarenja. Iz njune površine začnejo izletavati elektroni. Ko se nato kontakta štarterja razmakneta, se v dušilki pojavi visok napetostni sunek, ki za trenutek močno pospeši elektrone. Ti se gibljejo od ene elektrode proti drugi in se pri tem zaletavajo v atome plinske mešanice. Pri tem so pomembni predvsem trije pojavi:

- a) Elektroni z manjšo energijo pri trku z atomi plina predajo del svoje energije atomom in jim tako povečajo hitrost gibanja. Ta proces vodi le do povišanja temperature v cevi in je pravzaprav kriv za toplotne izgube v sijalki.
- b) Hitrejši elektroni ionizirajo nevtralne atome plina; iz njih izbija elektrone in s tem močno povečajo število nosilcev naboja v cevi. Atom brez enega elektrona postane pozitivno nabit ion, ki se zaradi električnega polja giblje po cevi. Izbiti elektron se giblje v nasprotni smeri in pri tem izbija še druge atome. V kratkem času se zaradi tega plazovitega pojava močno poveča število nosilcev naboja, zaradi česar se poveča tudi el. tok skozi cev. Da tok ne naraste preveč (to bi pomenilo kratek stik), je v vezje vključena tudi dušilka.
- c) Elektroni z ravno pravšnjo energijo ob trku z atomom živega srebra oddajo svojo energijo enemu od elektronov v lupini atoma. Pri tem elektron preskoči z nižjega energijskega nivoja na višjega. Atom je tako vzbujen in postane nestabilen. Čez kratek čas se elektron vrne na prvotni energijski nivo, razliko v energiji pa odda kot UV svetlobo. Ta svetloba se širi v vseh smereh po notranjosti cevi in naposled prispe do svetleče snovi na notranji površini steklene

cevi. Zaleti se v atom fosforja in v njem na višji energijski nivo prestavi enega od elektronov. Vzbujeni atomi fosforja pri prehodu v osnovno stanje oddajajo svetlobo v vidnem delu spektra, ki nato izstopi skozi stekleno steno cevi.

Svetloba, ki jo oddaja atom, ko prehaja z enega energijskega nivoja na drugega, ima natančno določeno valovno dolžino. Če bi v svetilki potekali le prehodi iste vrste, bi bila izsevana svetloba enobarvna, njen spekter bi pa vseboval le eno ostro črto. Takšna je naprimer laserska svetloba. Za osvetljavo prostorov si pa želimo pridobiti svetlobo s spektrom, čim bolj podobnem naravnemu in zato preizkušajo različne vrste svetlečih snovi in njihovih zmesi. Z njimi dosegajo različno sestavo svetlobe, ki jo človek zaznava kot barvo.

## Zakaj uporabljati varčne žarnice?

### 1.

Poglejmo, koliko privarčujemo v enem letu, če v stanovanju zamenjamo 5 klasičnih žarnic na žarilno nitko moči 100 W z enakovrednimi kompaktnimi fluorescenčnimi sijalkami moči 20 W. Predpostavimo, da žarnice svetijo v povprečju štiri ure na dan.

Najprej izračunamo obratovalne ure žarnic v obdobju enega leta: 365 dni x 4 ure = 1460 ur.

Poglejmo, koliko električne energije porabimo v danem obdobju s klasično žarnico na žarilno nitko:

$$W_{K\check{Z}} = 5 \times 100 \text{ W} \times 1460 \text{ ur} = 730 \text{ kWh.}$$

Če vzamemo, da se cena kWh za gospodinjstva v enotni tarifi do 3 kW giblje okoli 19,403 SIT z DDV, je letni strošek za električno energijo pri uporabi petih klasičnih žarnic na žarilno nitko naslednji:

$$Sl_{K\check{Z}} = 730 \text{ kWh} \times 19,403 \text{ SIT/kWh} = 14.164 \text{ SIT.}$$

Pri uporabi petih kompaktnih varčnih žarnic pa je poraba električne energije:

$$W_{V\check{Z}} = 5 \times 20 \text{ W} \times 1460 \text{ ur} = 146 \text{ kWh.}$$

Tako letni strošek pri uporabi petih varčnih žarnic znaša:

$$Sl_{V\check{Z}} = 146 \text{ kWh} \times 19,403 \text{ SIT/kWh} = 2.832 \text{ SIT.}$$

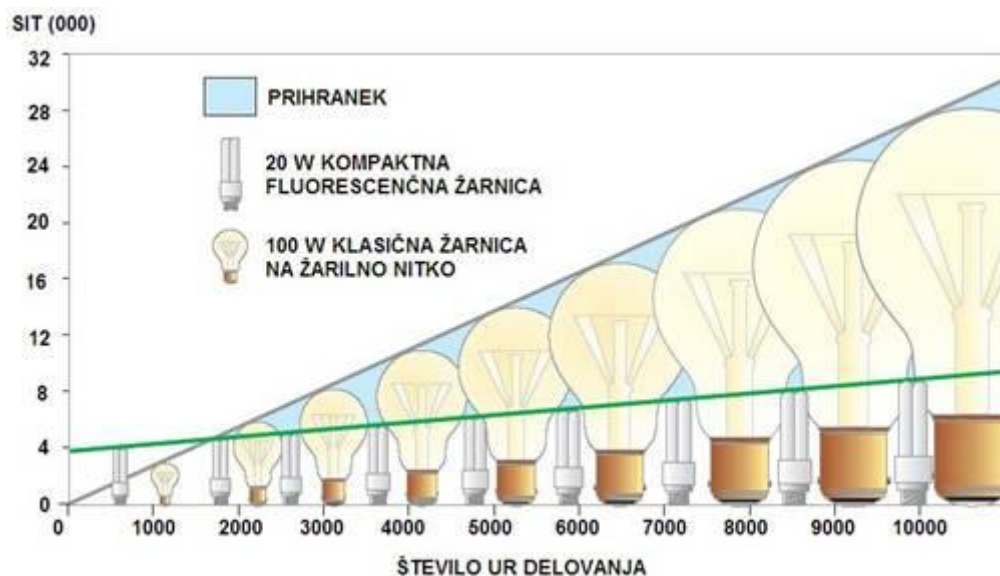
Koliko torej letno prihranimo z uporabo energijsko varčnih žarnic v primerjavi s klasičnimi žarnicami na žarilno nitko?

Prihranek znaša 730 kWh – 146 kWh = 584 kWh ali 80 %.

Če sedaj električno energijo pretvorimo v denar, dobimo naslednje:

$$W = Sl_{K\check{Z}} - Sl_{V\check{Z}} = 14.164 \text{ SIT} - 2.832 \text{ SIT} = 11.332 \text{ SIT.}$$

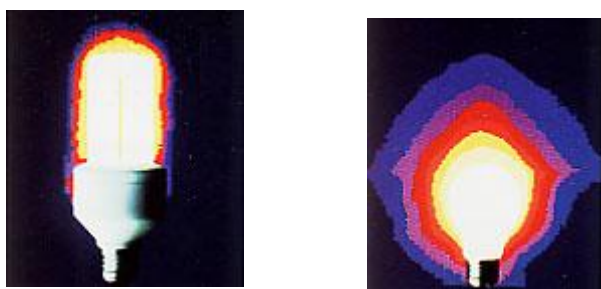
Seveda so varčne žarnice tudi dražje. Strošek nakupa petih varčnih žarnic električne moči 20 W je 5 x 1.590 SIT = 7.950 SIT, klasičnih na žarilno nitko pa 5 x 100 = 500 SIT. Razlika v ceni je torej 7.450 SIT. Glede na to, da letno z uporabo petih varčnih žarnic prihranimo približno 11.300 SIT, se nam menjava žarnic povrne v manj kot osmih mesecih.



Graf 1: Primerjava klasične žarnice z varčno žarnico

## 2.

Termografični posnetki pokažejo razliko pri oddajanju toplote pri klasični in varčni žarnici. Medtem, ko klasična žarnica porabi kar 95% električne energije za segrevanje, porabi varčna žarnica za segrevanje le 5% električne energije. Rezultat je 80% manjša poraba električne energije pri enaki svetilnosti žarnice.



Slika 6: Razlika pri oddajanju toplote pri varčni in klasični žarnici

## 3.

Že res, da ima varčna žarnica velik prihranek energije, vendar pa se moramo zavedati tudi naslednjih dejstev:

- viseči sijalki se pri 20°C svetilnost zmanjša za 10%, najbolje pa sveti pri 35°C
- sijalke do konca svoje življenjske dobe izgubijo 15% svoje prvotne svetilnosti, medtem ko se pri navadni žarnici ta svetilnost zmanjša za 10%
- na življenjsko dobo sijalk močno vpliva pogostost števila vklopov, predvsem zaradi uparjanja žarilnih žičk; tako se lahko življenjska doba sijalke skrajša na pičlih 1500 do 2000 ur
- pri nakupu je treba posvetiti nekaj pozornosti tudi spektru svetlobe, ki ga seva sijalka, saj se lahko med seboj močno razlikujejo (primer: za branje bomo potrebovali sijalko drugačnega spektra kot jo potrebujemo za rast rastlin v akvariju )



**LITERATURA:**

- www.energetika.net
- www.visol.info
- www.elektro-maribor.si
- www.nakup.merkur.si
- www.conrad.si
- www.crina.gov./slov/pojasnila
- www.drustvo-dvs.si/reclanek
- časopis: Nedeljski dnevnik - Moj dom (28.12.2005)